Prefácio

A segurança no trabalho em áreas de risco, especialmente em locais sujeitos à formação de atmosferas explosivas, é um compromisso fundamental para a preservação da vida, da saúde dos trabalhadores e da integridade patrimonial das empresas.
Este treinamento foi elaborado com base nas **Normas Regulamentadoras NR-20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis** e **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, as quais estabelecem requisitos legais, técnicos e organizacionais indispensáveis para garantir a proteção dos profissionais que atuam em ambientes críticos.

A NR-20 aborda a gestão da segurança no manuseio, armazenagem, transferência e utilização de inflamáveis e combustíveis, definindo medidas preventivas e requisitos de capacitação.
Já a NR-10 estabelece as diretrizes mínimas para a segurança em atividades que envolvem eletricidade, essencial em instalações presentes em áreas classificadas, onde qualquer falha pode resultar em ignição e acidentes de grandes proporções.
O conteúdo deste treinamento busca fornecer aos participantes uma compreensão sólida dos riscos associados às atmosferas explosivas, bem como das medidas de controle, normas técnicas e boas práticas que devem ser aplicadas no dia a dia. O objetivo é não apenas atender às exigências legais, mas também criar uma cultura de segurança, onde cada trabalhador reconheça sua responsabilidade e atue de forma preventiva.

Convidamos todos os participantes a se engajarem ativamente neste processo de aprendizado, refletindo sobre sua prática profissional e fortalecendo a consciência coletiva de que **a segurança é construída por cada ação, decisão e atitude dentro das áreas de risco**.

SUMÁRIO

MÓDULO 01 - INTRODUTÓRIO 5
CONCEITOS BÁSICOS DE HIGIENE, SEGURANÇA, SAÚDE, MEIO AMBIENTE. 5
NORMAS REGULAMENTADORAS 5
PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS 6
RESPONSABILIDADE PELA SEGURANÇA AO LONGO DO "CICLO TOTAL DE VIDA" DAS INSTALAÇÕES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS 9
EXEMPLOS DE ACIDENTES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS 13

MÓDULO 02 – PROTEÇÕES 14
PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA 14
TRIÂNGULO DE EXPLOSÃO 14
MÉTODOS DE PROTEÇÃO 15
LIMITE VOLUMÉTRICO DE EXPLOSÃO 16
PONTOS DE TEMPERATURA CRÍTICA 16
FONTES DE IGNIÇÃO 17
CONTROLE DA FONTE DE IGNIÇÃO 20
SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA 21
ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO 23

MÓDULO 03 - INSTRUÇÕES DE TRABALHO 26
CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS 26
COMO FUNCIONA A CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA? 26
ZONAS, GRUPOS E CLASSES DE TEMPERATURA EM ÁREAS CLASSIFICADAS DE GASES E POEIRAS 26
SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS "EX" 33
PASSO A PASSO PARA A ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS "EX" PARA ÁREAS CLASSIFICADAS CONTENDO GASES INFLAMÁVEIS OU POEIRAS COMBUSTÍVEIS 39
PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS SEGUROS EM ÁREAS CLASSIFICADAS 47
CONTROLE DE VENTILAÇÃO E MONITORAMENTO DE GASES 49

MÓDULO 04 – RESPONSABILIDADES 52
RISCOS ASSOCIADOS AO MANUSEIO DE GRÃOS E FARELOS EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS DE POEIRAS COMBUSTÍVEIS 52

ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS - RISCOS, CONTROLE E MITIGAÇÃO 55

RISCOS DE IGNIÇÃO RELACIONADOS COM A GERAÇÃO E O ACÚMULO DE ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS 57

RISCOS DA ELETRICIDADE ESTÁTICA ASSOCIADOS AOS MATERIAIS CONDUTORES ISOLADOS 59

ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS 60

SOLUÇÕES DE PROBLEMAS E CONTROLE DE RISCOS RELACIONADOS À ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS 63

SERVIÇOS DE CAMPO QUE NÃO PODEM SER FEITOS EM EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES “EX” EM ÁREAS CLASSIFICADAS 65

GESTÃO DA CONFORMIDADE: DOCUMENTOS ESSENCIAIS EM ÁREAS EX 67

RESPONSABILIDADES DO EMPREGADO E EMPREGADOR 79

TERMOS TÉCNICOS E DEFINIÇÕES SOBRE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES “EX” 80

MÓDULO 01 - INTRODUTÓRIO
CONCEITOS BÁSICOS DE HIGIENE, SEGURANÇA, SAÚDE, MEIO AMBIENTE.

O que é Segurança do Trabalho?

Segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador.

O **meio ambiente** comumente chamado apenas de ambiente, envolve todas as coisas vivas e não vivas ocorrendo na Terra, ou em alguma região dela, que afetam os ecossistemas e a vida dos humanos.

A Segurança do Trabalho estuda diversas disciplinas como Introdução à Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho, Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas, Equipamentos e Instalações, Psicologia na Engenharia de Segurança, Comunicação e Treinamento, Administração aplicada à Engenharia de Segurança, O Ambiente e as Doenças do Trabalho, Higiene do Trabalho, Metodologia de Pesquisa, Legislação, Normas Técnicas, Responsabilidade Civil e Criminal, Perícias, Proteção do Meio Ambiente, Ergonomia e Iluminação, Proteção contra Incêndios e Explosões e Gerência de Riscos.

NORMAS REGULAMENTADORAS

As **Normas Regulamentadoras (NR)** são disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)**, com redação dada pela Lei n° 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho.

As primeiras normas regulamentadoras foram publicadas pela Portaria MTb n° 3.214, de 8 de junho de 1978. As demais normas foram criadas ao longo do tempo, visando assegurar a prevenção da segurança e saúde de trabalhadores em serviços laborais e segmentos econômicos específicos.
A elaboração e a revisão das normas regulamentadoras são realizadas adotando o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores. Nesse contexto, a **Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP)** é a instância de discussão para construção e atualização das normas regulamentadoras, com vistas a melhorar as condições e o meio ambiente do trabalho.

PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS

São relacionadas a seguir as principais Normas Técnicas Brasileiras adotadas sobre equipamentos e instalações de automação, de instrumentação, de telecomunicações, elétricas e mecânicas "Ex". Normas Técnicas Brasileiras adotadas sobre o tema "atmosferas explosivas" elaboradas por Comissões de Estudo do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas Explosivas) da ABNT/CB-003 (Eletricidade) e publicadas pela ABNT

Norma ABNT NBR IEC "Ex" publicada pela ABNT	Tema abordado sobre "atmosferas explosivas"
ABNT NBR IEC 60079-0	Equipamentos – Requisitos Gerais
ABNT NBR IEC 60079-1	Tipo de proteção por invólucros à prova de explosão - Ex "d"
ABNT NBR IEC 60079-2	Tipo de proteção por invólucros pressurizados - Ex "p"
ABNT NBR IEC 60079-5	Tipo de proteção por imersão em areia - Ex "q"
ABNT NBR IEC 60079-6	Tipo de proteção por imersão em líquido - Ex "o"
ABNT NBR IEC 60079-7	Tipo de proteção por segurança aumentada - Ex "e"
ABNT NBR IEC 60079-10-1	Requisitos para a classificação de áreas contendo gases inflamáveis
ABNT NBR IEC 60079-10-2	Requisitos para a classificação de áreas contendo poeiras combustíveis
ABNT NBR IEC 60079-11	Tipo de proteção por segurança intrínseca - Ex "i" e Fieldbus Intrinsecamente seguro – FISCO
ABNT NBR IEC 60079-13	Proteção de equipamentos por ambientes pressurizados Ex "p" e por ambientes artificialmente ventilados Ex "v"
ABNT NBR IEC 60079-14	Requisitos de projeto, seleção de equipamentos, montagem e inspeção inicial de instalações "Ex"
ABNT NBR IEC 60079-15	Tipo de proteção por equipamentos não centelhantes - Ex "n"
ABNT NBR IEC 60079-16	Ventilação artificial para proteção de casa de analisadores
ABNT NBR IEC 60079-17	Requisitos de inspeção e manutenção de instalações "Ex"
ABNT NBR IEC 60079-18	Tipo de proteção por encapsulamento em resina - Ex "m"
ABNT NBR IEC 60079-19	Requisitos de reparo, revisão e recuperação de equipamentos "Ex"
ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1	Características de substâncias para classificação de gases e vapores – Métodos de ensaios e dados
ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-2	Características dos materiais – Métodos de ensaios de poeiras combustíveis
ABNT NBR IEC 60079-25	Requisitos para sistemas intrinsecamente seguros
ABNT NBR IEC 60079-26	Equipamento com elementos de separação ou níveis de proteção combinados

Norma ABNT NBR IEC "Ex" publicada pela ABNT	Tema abordado sobre "atmosferas explosivas"
ABNT NBR IEC 60079-28	Proteção de equipamentos e de sistemas de transmissão que utilizam radiação óptica
ABNT NBR IEC 60079-29-1	Detectores "Ex" para gases inflamáveis - Detectores de gás - Requisitos de desempenho de detectores para gases inflamáveis
ABNT NBR IEC 60079-29-2	Detectores "Ex" para gases inflamáveis - Detectores de gases – Seleção, instalação, utilização e manutenção de detectores para gases inflamáveis e oxigênio
ABNT NBR IEC 60079-29-4	Detectores "Ex" para gases inflamáveis - Detectores de gás - Requisitos de desempenho de detectores de caminho aberto para gases inflamáveis
ABNT NBR IEC 60079-31	Proteção de equipamentos contra ignição de poeira combustível por invólucros - Ex "t"
ABNT IEC TS 60079-32-1	Riscos eletrostáticos – Orientações
ABNT NBR IEC 60079-32-2	Riscos eletrostáticos– Ensaios
ABNT NBR IEC 60079-33	Tipo de proteção especial Ex "s"
ABNT NBR ISO/IEC 80079-34	Requisitos de aplicação de sistemas da qualidade para a fabricação de equipamentos elétricos ou mecânicos "Ex"
ABNT NBR IEC 60079-35-1	Luminárias para capacetes para utilização em minas de carvão - Requisitos gerais de construção e ensaios
ABNT NBR IEC 60079-35-2	Luminárias para capacetes para utilização em minas de carvão - Desempenho e outros requisitos relacionados com a segurança
ABNT NBR ISO 80079-36	Equipamentos não elétricos para utilização em atmosferas explosivas - Métodos e requisitos básicos (Ex "h")
ABNT NBR ISO 80079-37	Equipamentos não elétricos para utilização em atmosferas explosivas - Tipos de proteção não elétricos: segurança construtiva "c", controle de fonte de ignição "b" e imersão em líquido "k"
ABNT IEC TS 60079-39	Sistemas intrinsecamente seguros com limitação de duração de centelha eletronicamente controlada: "Power i"
ABNT IEC TS 60079-40	Requisitos para processo de selagem entre fluidos inflamáveis de processo e sistemas elétricos
ABNT IEC TS 60079-42	Dispositivos elétricos de segurança para o controle de fontes potenciais de ignição de equipamentos "Ex"
ABNT IEC TS 60079-43	Equipamentos em condições adversas de serviço
ABNT IEC TS 60079-44	Competências pessoais "Ex"
ABNT NBR IEC 60079-45	Sistemas elétricos de ignição para motores de combustão interna
ABNT IEC TS 60079-46	Avaliação de montagem de "Skids" de equipamentos "Ex"
ABNT IEC TS 60079-47	Proteção de equipamentos pelo conceito de Ethernet em 2 fios intrinsecamente segura (2 WISE - 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet concept)
ABNT IEC TS 60079-48	Equipamentos eletrônicos portáteis - Guia para utilização de equipamentos sem certificação para áreas classificadas
ABNT NBR ISO/IEC 80079-49	Corta-chamas - Requisitos de desempenho, métodos de ensaios e limitações de utilização
ABNT NBR ISO/IEC 80079-50	Dispositivos de alívio de explosão
ABNT NBR IEC 61892-7	Unidades marítimas fixas e móveis - Instalações elétricas - Parte 7: Áreas classificadas

O que são Atmosferas Explosivas?
Numa sociedade onde a cada dia são mais utilizados produtos químicos, cabe então às empresas que utilizam e manipulam esse tipo de componente, assegurar aos seus colaboradores, população, meio ambiente e áreas ao entorno, segurança e preservação da vida.

Com a adoção e atualização das normas técnicas, normas regulamentadoras e regulamentos técnicos, a sociedade como um todo vem se beneficiando do fato das empresas investirem em segurança, tornando assim, suas dependências mais seguras para o desenvolvimento de suas atividades. O intuito desse artigo é de trazer mais informações para que os profissionais tenham consciência da segurança durante a execução de suas tarefas.

Nem sempre uma atmosfera explosiva é uma área classificada
Para que possa ter uma compreensão mais aprofundada do assunto, é necessário que seja entendida como são definidos os termos para esta área.
Atmosfera explosiva são os ambientes onde uma mistura com o ar, em condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após ignição, a combustão se propague a toda a mistura não queimada.

Simplificando: é uma área onde existe a possibilidade de ocorrer explosões. Já uma área classificada é a designação para uma planta industrial, quando uma planta esta identificada com suas áreas denominadas como zonas. Essas zonas indicam a quantidade de mistura explosiva existentes no local.

A relação que existe entre áreas classificadas e atmosferas explosivas é a que em áreas classificadas, sempre temos atmosferas explosivas (um tanque de armazenamento de combustível pode ser usado como exemplo), porém, nem todos os lugares onde existem atmosferas explosivas são considerados áreas classificadas (a cozinha de sua casa com vazamento de gás, por exemplo). Portanto, quando se desenvolve um projeto para áreas classificadas, certamente iremos trabalhar em atmosferas explosivas.

RESPONSABILIDADE PELA SEGURANÇA AO LONGO DO "CICLO TOTAL DE VIDA" DAS INSTALAÇÕES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

A segurança ao longo do ciclo total de vida das instalações de instrumentação, automação, telecomunicações e elétricas "Ex" tem por objetivo fazer com que os respectivos equipamentos sejam devidamente especificados, instalados, inspecionados, mantidos, reparados e recuperados, durante todo o tempo em que permanecerem instalados em áreas classificadas, de acordo com os requisitos especificados nas Normas Técnicas brasileiras adotadas aplicáveis da Série ABNT NBR IEC 60079 – Atmosferas explosivas. São apresentadas a seguir algumas definições fundamentais sobre o assunto, de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras adotadas da Série ABNT NBR IEC 60079 – Atmosferas explosivas:

ATMOSFERAS EXPLOSIVAS são formadas por misturas com o ar de substâncias inflamáveis ou combustíveis na forma de gás, vapor, poeira ou fibras, as quais, após a ignição, permitem a propagação autossustentada de toda a mistura (explosão).

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 especiais para as atividades de fabricação, instalação, utilização, inspeção, manutenção, reparo e auditorias de equipamentos elétricos, de instrumentação, de telecomunicações ou mecânicos "Ex".

Podem ser citados como exemplos de instalações industriais que apresentam áreas classificadas devido à presença de atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou de poeiras combustíveis:

- Refinarias de petróleo
- Indústrias químicas e petroquímicas (processo de fabricação tintas, vernizes, plásticos e resinas)
- Indústrias farmacêuticas e de cosméticos
- Indústrias alcooleiras, alimentícias e de biocombustíveis
- Terminais de armazenamento de petróleo e combustíveis
- Navios plataforma de produção, armazenamento e transferência de petróleo do tipo FPSO - Floating Production Storage and Offloading
- Plataformas offshore para prospecção, perfuração e produção de petróleo
- Terminais portuários para carregamento e descarregamento de gases e líquidos inflamáveis, soja, açúcar, fertilizantes, trigo ou outros tipos de poeiras combustíveis
- Tanques de armazenamento de combustíveis de navios e aviões
- Áreas de abastecimento de aviões em aeroportos
- Caminhões de transporte de produtos químicos inflamáveis ou gases liquefeitos
- Postos de serviço para abastecimento de Gasolina, Diesel, Álcool e GNV
- Indústrias de fabricação de móveis.
- Terminais portuários marítimos, fluviais e lacustres de carga e descarga de granéis sólidos, líquidos inflamáveis ou poeiras combustíveis
- Terminais intermodais de transbordo, silos e armazéns destinados ao manuseio e transporte de grãos de origem vegetal (incluindo farelos, soja, milho, trigo), fibras combustíveis (incluindo algodão, juta, linho, serragem), ou produtos de origem mineral (incluindo carvão, minério de ferro, alumínio), fertilizantes e outros tipos de poeiras ou fibras combustíveis
- Porões de navios graneleiros

São exemplos de equipamentos de automação, instrumentação, telecomunicações, elétricos e mecânicos certificados para atmosferas explosivas (equipamentos "Ex") fixos, móveis ou pessoais ou portáteis: luminárias LED, tomadas e plugues, painéis de distribuição de circuitos de força e automação, motores elétricos, botoeiras locais de comando, estações locais de controle, telefones celulares, walkie-talkies, drones, tablets, robots, wearables, roteadores de Wi-Fi, câmeras de circuito fechado de TV, sistemas de intercomunicação industrial, switches ópticos para redes Ethernet, redes de comunicação de campo (Fieldbus), lanternas manuais e portáteis, câmeras fotográficas, equipamentos de medição, equipamentos de testes e instrumentos eletrônicos ou digitais (sensores, atuadores, posicionadores), detectores de gases e analisadores de processo, bombas centrífugas, compressores, ventiladores, esteiras rolantes e elevadores de transporte de pessoas ou de carga, elevadores de canecas. Para que uma planta "Ex" seja considerada conforme e segura, existe a necessidade de que as seguintes atividades sejam executadas de forma correta, de acordo com os requisitos indicados nas Normas Técnicas Brasileiras adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079 e nas Normas Regulamentadoras aplicáveis:

- Uma classificação de áreas adequada e atualizada
- Um projeto "Ex" adequado
- Uma seleção de equipamentos "Ex" adequados nas áreas de eletricidade, instrumentação, automação, telecomunicações e mecânica
- Equipamentos devidamente certificados (envolvendo fabricantes, laboratórios de ensaios e organismos de certificação de produtos)
- Uma montagem dos equipamentos e sistemas "Ex" adequada
- Uma inspeção inicial "Ex" detalhada, após cada nova montagem, reforma ou ampliação
- Um comissionamento adequado dos equipamentos, sistemas e instalações "Ex"
- Uma operação "Ex" adequada
- Serviços de reparo e recuperação de equipamentos "Ex" adequados
- Auditorias periódicas, de forma a verificar se todos os requisitos normativos estão sendo de fato realizados
- Procedimentos adequados da gestão da mudança, sempre que houver necessidade de alteração do processo, dos procedimentos, das instalações, dos equipamentos ou das pessoas

Assim, para que a segurança das instalações elétricas e mecânicas em atmosferas explosivas seja estabelecida como sendo confiável, é necessário que existam no mercado e que sejam contratadas somente empresas de serviços certificadas, que tenham evidenciado, por meio de um processo estruturado de certificação, suas competências para realizar as atividades dentro do seu escopo de serviços, para as quais são contratadas, à luz dos requisitos indicados nas Normas Técnicas adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079.

Segurança durante o ciclo total de vida das instalações em atmosferas explosivas: a segurança total depende do "elo" mais fraco

A segurança das instalações elétricas em atmosferas explosivas depende de que todas as atividades sejam realizadas por pessoas competentes e por empresas de serviços certificadas

A **RESPONSABILIDADE** básica pela segurança e conformidade normativa e legal das instalações de automação, de instrumentação, de telecomunicações e elétricas "Ex" é dos respectivos **USUÁRIOS** ou **PROPRIETÁRIOS** das instalações em áreas classificadas. Isto se deve ao fato de que nos casos de ocorrências de acidentes, como por exemplo vazamentos e perdas de contenção de produtos inflamáveis ou combustíveis, onde pode haver a presença de fontes de ignição, com uma eventual explosão e suas consequências catastróficas, os usuários e proprietários das instalações são solicitados a evidenciar os procedimentos de gestão de segurança "Ex" existentes.
Por este motivo, sob o ponto de vista de responsabilidade pela segurança das instalações "Ex", os usuários e proprietários de equipamentos e instalações "Ex" devem possuir um adequado sistema de gestão de ativos "Ex", incluindo o controle das competências pessoais dos profissionais próprios ou contratados que são responsáveis por executar ou supervisionar os serviços de classificação de áreas, projeto, montagem, inspeção, manutenção, recuperação e auditorias de equipamentos e instalações em áreas classificadas, ao longo do seu ciclo total de vida.
De acordo com o documento Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) "Ex", atualmente vigente no Brasil, em todos os certificados de conformidade de produtos "Ex", emitidos por todos os organismos de certificação "Ex", para todos os fabricantes de equipamentos e componentes elétricos "Ex" devem possuir a seguinte "NOTA PADRONIZADA":

"As atividades de instalação, inspeção, manutenção, reparo, revisão e recuperação dos equipamentos são de RESPONSABILIDADE DOS USUÁRIOS e devem ser executadas de acordo com os requisitos das normas técnicas vigentes e com as recomendações do fabricante".

Esta "NOTA PADRONIZADA" sobre a responsabilidade das instalações "Ex" ser dos usuários ou proprietários dos equipamentos e instalações "Ex" pode ser considerada de fundamental importância, na medida que somente a certificação de equipamentos de automação, instrumentação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex" tem se mostrado insuficiente para garantir a segurança das instalações "Ex". Isto se deve ao fato de que os equipamentos "Ex" certificados perdem as suas características de proteção nos casos em que são indevidamente submetidos a serviços incorretos de campo de instalação, inspeção, manutenção ou recuperação, ao longo do seu ciclo total de vida. Por estes motivos a avaliação da conformidade por meio da certificação não pode ficar "restrita" aos equipamentos "Ex", devendo ser aplicada também para as empresas de serviços "Ex" e para as competências pessoais "Ex" dos profissionais envolvidos com a execução ou supervisão de serviços de campo. Os "serviços" a serem realizados em áreas classificadas são especificados nas Seguintes Normas Técnicas Brasileiras adotadas da Série ABNT NBR IEC 60079 (Atmosferas explosivas):

EXEMPLOS DE ACIDENTES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Os acidentes em Áreas Classificadas não se limitam apenas à indústria de Óleo e Gás. Eles podem ocorrer em qualquer setor que manipule gases, vapores, líquidos inflamáveis ou **poeiras combustíveis** (farinha, açúcar, grãos, madeira, certos metais, etc.).

Acidente Notório	Ambiente Explosivo Envolvido	Consequências	Causa Raiz/Fatores Contribuintes
Explosão em Silos de Grãos (Poeira)	Poeira de grãos (milho, trigo, etc.) em suspensão	Mortes, feridos e destruição massiva da estrutura.	Falha no Controle de Poeira: Acúmulo excessivo de poeira. Fonte de Ignição: Faíscas de um equipamento elétrico sem certificação Ex (não à prova de explosão) ou superaquecimento de rolamentos.
Incidente em Refinaria/Plataforma (Gases/Vapores)	Vazamento de gás inflamável (hidrocarbonetos)	Mortes de trabalhadores e perda total da unidade.	Falha de Manutenção/Integridade: Corrosão ou falha de vedação em tubulação/equipamento. Falha Operacional: Liberação acidental de produto em ambiente com fonte de ignição (ex.: faísca de solda ou motor não Ex).
Vazamento em Armazenagem de Produtos Químicos	Vapores inflamáveis de solventes ou produtos químicos	Feridos, danos a estruturas e impacto ambiental.	Falha no Gerenciamento de Mudanças (MOC): Alteração de processo sem reclassificação de área. Ausência de Ventilação Adequada: Permitindo o acúmulo de vapores acima do Limite Inferior de Explosividade (LIE).
Descarga Eletrostática (Processamento de Pó)	Poeira fina ou líquidos em enchimento/transferência	Explosão seguida de incêndio.	Aterramento Inadequado ou Inexistente: Acúmulo e súbita liberação de carga eletrostática gerada pelo atrito do material. Falha no Uso de EPI's/EPC's Específicos (ex.: ausência de calçados dissipativos).

A história da indústria está marcada por tragédias que servem como lembretes dolorosos da letalidade das atmosferas explosivas. Entender o que aconteceu no passado é a chave para evitar que se repita no futuro.

MÓDULO 02 – PROTEÇÕES

PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA

Nas instalações onde existam armazenamentos ou processamentos de produtos inflamáveis, são exigidos projetos, operações e manutenções para que as mesmas, assim que na ocorrência de qualquer tipo de liberação de produto inflamável, a área atingida seja a menor possível, em referência à sua operação normal relacionada à frequência, duração e quantidade. O exame de partes dos equipamentos e sistemas que compõe o processo, os quais possam liberar produtos inflamáveis, devendo também considerar mudanças de projeto visando minimizar qualquer probabilidade e frequência de liberação, a quantidade e a taxa de liberação de produto. Essas são considerações de caráter fundamental dentro das etapas iniciais de projeto em qualquer planta que processa produto inflamável e necessitem de receber atenção especial na realização do estudo de classificação de áreas, que é o método de análise e classificação do ambiente onde uma atmosfera explosiva possa ocorrer, de modo a facilitar a adequada seleção e instalação de equipamentos a serem utilizados com segurança em tais ambientes.

TRIÂNGULO DE EXPLOSÃO

Composição mínima necessária para que ocorra uma explosão

- **Combustível:** É tudo que é suscetível de entrar em combustão (madeira, papel, pano, estopa, tinta, alguns metais, etc.)
- **Oxigênio:** Associado quimicamente ao combustível, é capaz de fazê-lo entrar em combustão (o oxigénio é o principal comburente)
- **Fonte de ignição:** É o calor necessário para iniciar a reação, a partir de uma fonte térmica ou elétrica

O quadrado do fogo acontece quando o incêndio já tem condição de se manter, ou seja, fica fora de controle, condição chamada reação em cadeia.

Seguindo o princípio dos métodos de proteção, retire um dos elementos e não haverá risco de explosão!

Pentágono de Explosão
Quando se fala em explosões de substâncias sólidas

Retire um dos elementos do triângulo principal e não haverá risco de explosão!

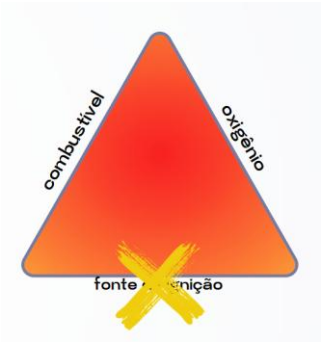
- **Confinamento de poeiras** condição que aumenta a concentração em um ambiente, tornando-o mais propenso a uma explosão.
- **Dispersão de partículas** a poeira precisa estar em suspensão no ambiente, tendo maior superfície de contato com o oxigênio

MÉTODOS DE PROTEÇÃO

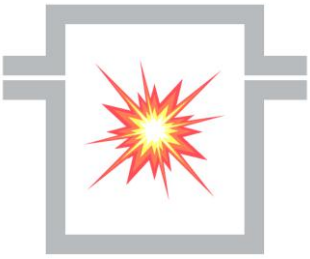
Três princípios de proteção

Segregação
Separa fisicamente as fontes potenciais de ignição da mistura explosiva

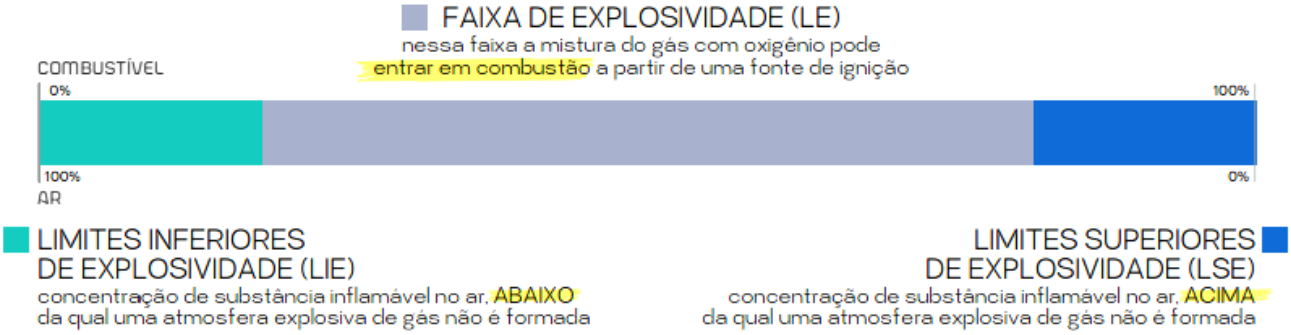
Prevenção
Limita os efeitos térmicos/elétricos de forma a não produzir energia suficiente para a ignição



Contenção
Permite que a explosão ocorra, no entanto, estará confinada dentro do invólucro



LIMITE VOLUMÉTRICO DE EXPLOSÃO



detectores de gases fixos ou portáteis são excelentes instrumentos para auxiliar neste controle!

Mínima energia de ignição
É a menor quantidade de energia elétrica (Joules), sob condições especificas, suficiente para a causar a ignição de uma mistura explosiva. A quantidade é específica para cada substância, conforme seus subgrupos de classificação.

PONTOS DE TEMPERATURA CRÍTICA

fulgor
menor temperatura na qual um líquido libera vapor em quantidade suficiente para formar uma atmosfera explosiva.

combustão
menor temperatura na qual um líquido desprende gases/vapores suficientes para manter a chama acesa, em caso de ignição.

ignição
menor temperatura na qual uma mistura explosiva se auto inflama.

Fonte de Liberação
Um ponto ou local a partir do qual um gás, vapor ou líquido inflamável pode ser liberado para a atmosfera, de tal forma que uma atmosfera explosiva de gás ou vapor pode ser formada

Temperatura Máxima de Superfície
Maior temperatura desenvolvida na superfície ou em qualquer outra parte do equipamento elétrico sob condições adversas e de acordo com a tolerância especificada.

Invólucro, Prensa Cabo e Junta Ex
Invólucro refere-se a um conjunto de paredes que envolvem as partes energizadas dos equipamentos elétricos, incluindo as tampas, portas, dobradiças, hastes, eixos e prensa-cabos.

Prensa cabo é um dispositivo que permite a introdução de cabos elétricos ou de fibra ótica no interior de um equipamento elétrico, mantendo o tipo de proteção aplicável.

Junta Ex é o local onde superfícies sobrepostas de duas partes de um invólucro são montadas, prevenindo a transmissão de uma explosão interna.

FONTES DE IGNIÇÃO

Para que um incêndio ou uma explosão sejam provocados bastam apenas que um ou mais elementos inflamáveis se unam. A fonte de ignição (chamas abertas, faíscas, centelhas, pontos quentes, eletricidade estática, etc), quando se choca com produtos inflamáveis deve ser analisada com cuidado e atenção.
Isso porque, as fontes de ignição podem ser as mais variadas possíveis, e com isso conseguem gerar temperaturas suficientes para iniciar um grave processo de combustão de algumas substâncias inflamáveis. Continue acompanhando para saber mais detalhes sobre o assunto.

Conceitos
Uma atmosfera é considerada explosiva, quando substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa ou poeira combustível misturadas com o oxigênio da atmosfera podem ser vistas como fonte de ignição.

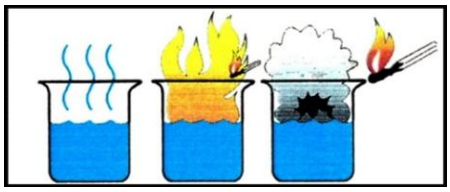
A fonte de ignição representa a energia térmica (fagulha, calor, faísca) necessária para ativar a reação química entre um material combustível (papel, madeira ou qualquer outro produto inflamável) e o comburente (oxigênio).

Nas áreas classificadas é possível encontrar diferentes fontes de ignição capazes de iniciar uma deflagração, sendo as mais conhecidas as seguintes:

- De origem elétrica: fiação aberta, painéis, fusíveis, tomadas, contadoras, botoeiras, motores, luminárias, etc.
- De origem eletrônica: sensores, transmissores;
- De origem eletrostática: por ficção, rolamento, por transporte e transferência de líquidos inflamáveis.

Ainda existem no meio industrial, equipamentos geradores de temperatura de chamas, de descargas atmosféricas, ondas de RF e eletromagnéticas que também possuem energia suficiente para iniciar uma explosão.
A melhor forma de controlar as fontes de ignição é tomar medidas preventivas básicas.

Pontos de Fulgor
É a temperatura mínima na qual os corpos combustíveis começam a desprender vapores que se incendeiam em contato com uma fonte externa de calor, no entanto, a chama não se mantém devido à insuficiência desses vapores.

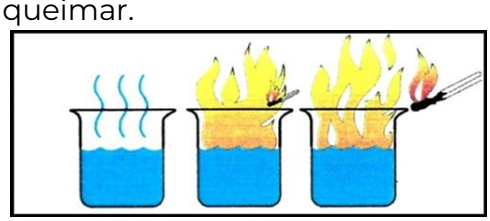


Ponto de fulgor dos produtos

EXEMPLO DE PRODUTOS	PONTO DE FULGOR
Acetona	-18°C
Aguarraz	38 à 40°C
Álcool gel	14°C
Álcool líquido	12,8°C
Biodiesel	38°C
Cera automotiva	50°C
Cera líquida	47°C
Deo colônia	43,9°C
Desodorante spray	23,4°C
Diesel	38°C
Etanol	15°C
Gasolina	-43°C
Inseticida líquido	36°C
Loção pós barba	43,9°C
Óleo vegetal	> 50°C
Querosene	40°C
Removedor esmalte	20°C
Repelente spray	15°C
Seladora de madeira	38 à 40°C
Thinner	5°C
Tinta	**17 à 53°C**
Tinta para cabelo líquida	53,8°C
Verniz	24 à 47°C
Zarcão	38 à 40°C

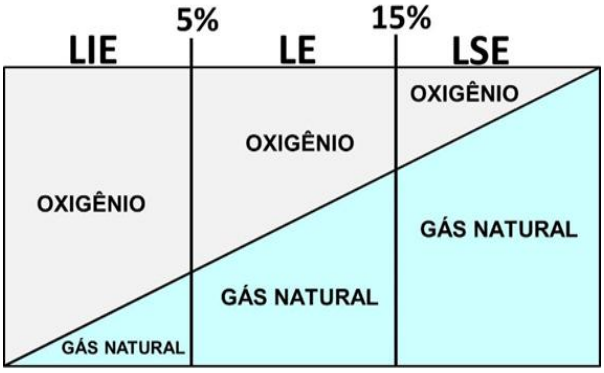
Ponto de Combustão

É a temperatura mínima na qual os corpos combustíveis começam a desprender vapores que se incendeiam em contato com uma fonte externa de calor, entram em combustão e continuam a queimar.



Limite de explosividade

- Limite Inferior de Explosividade: 5% em volume (no ar); e
- Limite Superior de Explosividade: 15% em volume (no ar).



Tipos de Fontes de Ignição

O maior risco envolvendo as substâncias inflamáveis diz respeito a possibilidade de vazamentos na presença de fontes de ignição. As fontes de ignição podem ser as mais variadas possíveis e podem gerar temperaturas suficientes para iniciar o processo de combustão da maioria das substâncias inflamáveis conhecidas.

Instalação e Equipamentos Elétricos

A presença de equipamentos elétricos em áreas com atmosferas explosivas constitui uma das principais fontes de ignição dessas atmosferas, que é pelo centelhamento normal como na abertura e fechamento de contatos, como devido as temperaturas elevadas atingida pelo mesmo em operação normal ou em falhas.

Um dos grandes problemas encontrados na proliferação de incêndios são as instalações elétricas e equipamentos elétricos fixos, móveis e portáteis, equipamentos de comunicação, ferramentas e similares utilizados em áreas classificadas, assim como os equipamentos de controle de descargas atmosféricas, que devem estar em conformidade com a Norma Regulamentadora N°10.

O empregador deve implementar medidas especificas para controle da geração do acúmulo e descarga de eletricidade estática em áreas sujeitas a existência de atmosferas inflamáveis. Os trabalhos envolvendo o uso de equipamentos que possam gerar chamas, calor ou centelhas nas áreas sujeitas a existência de atmosferas inflamáveis devem ser precedidos de permissão de trabalho.

O empregador deve sinalizar a proibição do uso de fontes de ignição nas áreas sujeitas a existência de atmosferas inflamáveis. Os veículos que circulem nas áreas sujeitas a existência de atmosferas inflamáveis devem possuir características apropriadas ao local e ser mantidos em perfeito estado de conservação. Equipamentos móveis como rádios de comunicação, de lanternas, de máquinas de cartão de crédito não devem ser utilizados em áreas classificadas.

Aterramento

O aterramento é a melhor forma de evitar acidentes com eletricidade, um material condutor pode ser aterrado por conexão direta a terra (aterramento) ou por ligação com outro condutor que já está conectado a terra (equalização). É um processo utilizado para minimizar as diferenças de potenciais elétricos entre os objetos e a terra). A movimentação na carreta tanque também pode gerar essa descarga, por isso o aterramento obrigatório nas carretas tanque, visto que todas as carretas tanque, devem ser aterradas, utilizando o cabo de aterramento instalado na baia de lavagem.

O cabo terra para isolamento da carreta tanque deve estar livre de tintas, graxas, ferrugem ou qualquer outro tipo de agente que possa impedir a passagem da corrente elétrica.

Misturas perigosas

Sempre que possível, deverá ser evitada qualquer mistura acidental de líquidos inflamáveis. Por exemplo: uma pequena quantidade de acetona dentro de um tanque de querosene pode baixar o ponto de fulgor de seu conteúdo devido à volatilidade relativamente alta da acetona, o que cria uma mistura inflamável, quando da utilização desse mesmo querosene. A gasolina misturada com um óleo combustível pode mudar o ponto de fulgor deste, de tal forma que seja perigoso para um uso corriqueiro. Em cada caso, o ponto de fulgor baixo pode fazer às vezes de um detonador para a ignição de materiais que têm pontos de fulgor altos.

CONTROLE DA FONTE DE IGNIÇÃO

O foco principal é o controle de qualquer ponto que possa fornecer a energia mínima para iniciar uma explosão:

Equipamentos Elétricos Certificados (Ex): Toda instalação elétrica (motores, luminárias, painéis, chaves) dentro de uma Área Classificada deve possuir certificação de proteção contra explosão (conforme ABNT NBR IEC 60079). Isso garante que o equipamento é construído de forma a não liberar faíscas, chamas ou calor excessivo que possam incendiar a atmosfera circundante.

- **Sistemas de Aterramento e Equipotencialização:** Essenciais para dissipar a eletricidade estática, uma fonte de ignição invisível e muito perigosa. Todos os componentes metálicos (tanques, tubulações, máquinas) e os recipientes móveis utilizados no processo devem estar permanentemente conectados ao sistema de aterramento para evitar o acúmulo de cargas.
- **Ventilação e Exaustão:** Sistemas projetados para diluir a concentração de gases, vapores ou poeiras no ar, mantendo-a abaixo do Limite Inferior de Explosividade (LIE). Uma ventilação adequada é uma das medidas mais eficazes para prevenir a formação da atmosfera explosiva.

- **Detectores de Gases e Vapores:** Monitoram continuamente a atmosfera. Devem possuir alarmes sonoros e visuais que alertam os trabalhadores e, em muitos casos, acionam automaticamente sistemas de emergência (como o desligamento de máquinas ou o acionamento de exaustores).

Mitigação dos Efeitos

Caso o risco não possa ser completamente eliminado, são instalados EPCs para limitar os danos:

- **Painéis de Alívio de Explosão (Venting):** Aberturas projetadas para se romper a uma pressão predeterminada, liberando a onda de pressão e as chamas de uma explosão para uma área segura, protegendo o restante da estrutura ou do equipamento (comum **em silos e coletores de pó).**
- **Sistemas de Supressão e Isolamento:** Atuam em milissegundos, injetando agentes químicos para extinguir uma explosão em seu estágio inicial (supressão) ou instalando barreiras (válvulas de isolamento) que impedem a propagação da chama para outras áreas da planta.

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

Os EPIs em áreas Ex precisam atender às normas de segurança geral, mas com a exigência adicional de serem antiestáticos ou dissipativos para garantir que o próprio trabalhador não transporte ou gere eletricidade estática.

- **Vestimentas Antiestáticas/Condutivas:** Uniformes fabricados com fibras condutivas (ex.: carbono), capazes de descarregar a eletricidade estática acumulada pelo atrito da roupa ou do movimento do corpo. O uso é mandatório durante a manipulação de produtos inflamáveis ou em Áreas Classificadas.
- **Calçados de Segurança Dissipativos/Condutivos:** Projetados para criar um caminho de baixa resistência para que a carga estática do corpo do trabalhador seja drenada para o piso aterrado. A eficácia desse EPI depende de ser usado em conjunto com pisos adequadamente condutivos.
- **Ferramentas Antifaiscantes:** Fabricadas em ligas metálicas que, ao caírem ou entrarem em atrito com outra superfície, não geram faíscas com energia suficiente para inflamar gases comuns. Seu uso é obrigatório em atividades que envolvem contato com superfícies na Área Classificada, substituindo as ferramentas de aço tradicionais.
- **Dispositivos de Comunicação Intrinsicamente Seguros:** Rádios, lanternas, celulares e outros dispositivos eletrônicos devem possuir certificação de segurança intrínseca (Ex). Isso garante que a energia elétrica liberada em caso de falha ou mau funcionamento do equipamento é insuficiente para iniciar a ignição, sendo um requisito crucial da NR-10.

SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

A sinalização eficaz é a comunicação visual de que a segurança está no controle. Ela traduz as complexas normas de classificação de áreas em avisos claros, mantendo o pessoal não autorizado afastado e garantindo que os trabalhadores autorizados usem os procedimentos e equipamentos corretos.

Delimitação das Áreas Classificadas (Zonas Ex)
A delimitação é a fronteira física e visual do risco. Ela comunica onde o risco de explosão começa e termina.

- **Finalidade:** Identificar claramente a extensão espacial das Zonas 0, 1, 2 (para gases/vapores) e 20, 21, 22 (para poeiras combustíveis), garantindo que apenas equipamentos e procedimentos adequados sejam utilizados dentro desses limites.

- **Métodos de Delimitação:**
  - **Piso:** Uso de faixas de demarcação coloridas (geralmente amarelas ou vermelhas) ou mudanças na textura do piso para indicar o início da Área Classificada.
  - **Barreiras Físicas:** Correntes, cones, cavaletes ou proteções fixas que restringem o acesso de pessoas e veículos não autorizados.
  - **Portões e Acessos:** Placas de sinalização obrigatórias devem ser fixadas em todos os pontos de entrada das Áreas Classificadas.

Símbolos e Placas Obrigatórias (NR-26)
A sinalização visual deve ser universalmente reconhecida e cumprir os padrões de cores e símbolos.

O Símbolo Internacional de Risco de Explosão
Este é o símbolo gráfico mais importante em Áreas Classificadas:

- **Design:** Um hexágono amarelo ou laranja sobre fundo preto (ou vice-versa), contendo a representação de uma explosão estilizada ou as letras "EX".
- **Significado:** Presença de uma atmosfera explosiva potencial. **Alerta de Perigo.**

Sinalização em Equipamentos e Tubulações
Não basta sinalizar a área; é preciso identificar os componentes que contêm o risco.

- **Identificação de Tubulações (NR-26):** As tubulações que transportam fluidos inflamáveis devem ser sinalizadas com a **cor vermelha** (padrão para identificação de inflamáveis e combustíveis), além de setas indicando o sentido do fluxo e a identificação clara do produto transportado (ex: "Gás Propano", "Etanol").
- **Marcação de Equipamentos:** Equipamentos elétricos e não elétricos certificados devem ter a **placa de identificação** visível, contendo a marcação "Ex" e os dados técnicos de certificação (ex: Grupo, Categoria, Grau de Proteção). Isso é vital para garantir que a manutenção use peças de reposição e procedimentos compatíveis com a proteção Ex.

Sinalização para Controle Comportamental
A sinalização também serve para reforçar os **Procedimentos Operacionais Seguros**:

- **Pontos de Aterramento:** Aterramentos para tambores ou caminhões-tanque devem ser sinalizados com clareza para garantir que o procedimento de aterramento seja a primeira etapa da operação de transferência.
- **Rotas de Fuga e Emergência:** Devem ser sinalizadas com placas fotoluminescentes (que brilham no escuro), indicando a direção dos pontos de encontro em caso de evacuação por vazamento ou incêndio/explosão.
- **Sinalização de Bloqueio (LOTO):** Uso de cadeados e etiquetas padronizadas para isolar e bloquear a energia de equipamentos em manutenção, impedindo que sejam acionados acidentalmente e gerem faíscas.

A sinalização de segurança é, portanto, uma ferramenta de gestão de riscos que atua 24 horas por dia. Ela é o meio mais direto de comunicar o **Mapa de Risco** da Área Classificada a todos que circulam no ambiente industrial.

ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

A eletricidade estática é gerada sempre que há atrito ou separação de materiais, um fenômeno comum em processos industriais como a transferência de líquidos por bombeamento, o transporte pneumático de poeiras ou a simples caminhada sobre o piso. Em Áreas Classificadas, essa carga acumulada pode descarregar na forma de uma **faísca**, tornando-se a fonte de ignição fatal.
O **Aterramento e a Equipotencialização** são as ferramentas de engenharia essenciais para evitar essa descarga, dissipando a eletricidade estática de forma segura e controlada para a terra.

Eletricidade Estática como Fonte de Ignição
Para que uma faísca de eletricidade estática cause uma explosão, ela precisa atingir a **Energia Mínima de Ignição** da substância presente.

- **O Risco Invisível:** Gases, vapores e poeiras altamente inflamáveis, como o hidrogênio ou certas poeiras metálicas, possuem uma EMI muito baixa. Uma faísca estática comum, gerada pelo corpo humano ou por um tambor metálico não aterrado, é suficiente para iniciar a explosão.
- **A Geração da Carga:** A carga estática é gerada no processo de:
  - **Fluxo:** Líquidos fluindo em tubulações ou durante o enchimento de tanques.
  - **Atrito/Separação:** Correias transportadoras, misturadores, moedores e o atrito de vestimentas contra equipamentos ou ar.

Aterramento
O aterramento é o processo de conectar um objeto condutor (metálico) ao sistema de terra por meio de um condutor de baixa resistência.

- **Função Primária: Drenar** as cargas eletrostáticas acumuladas de volta ao solo de forma segura, garantindo que o potencial elétrico do objeto seja zero, ou seja, o mesmo da Terra.

Aplicação Essencial:

- **Estruturas e Equipamentos Fixos:** Tanques de armazenamento, reatores, bombas e tubulações devem ter um sistema de aterramento permanente.
- **Transferência de Produtos:** É obrigatório o **aterramento temporário** de caminhões-tanque, vagões e tambores antes e durante a transferência de produtos inflamáveis ou combustíveis.
- **Equipamentos Elétricos (NR-10):** Além da proteção estática, o aterramento protege contra falhas elétricas, desviando correntes de curto-circuito.

Equipotencialização
A equipotencialização é o processo de conectar eletricamente dois ou mais objetos condutores que estão próximos.

- **Função Primária: Equalizar** o potencial elétrico entre os objetos conectados, impedindo que haja diferença de potencial (tensão) entre eles.
- **Prevenção de Faíscas:** Se houver diferença de potencial entre, por exemplo, um tambor e o bico de enchimento da mangueira, uma faísca saltará no momento em que eles se aproximarem (antes do contato físico), buscando a igualdade de potencial. A equipotencialização faz essa conexão de forma segura e planejada.

Aplicação Essencial:

- **Mangueiras de Transferência:** Conectar o recipiente de origem ao recipiente de destino (e ambos ao aterramento) antes de iniciar o bombeamento.
- **Flanges e Juntas Não Condutivas:** Onde há quebra na continuidade do metal (ex: uso de juntas de vedação não metálicas), é necessário instalar um jumper de equipotencialização.

Procedimentos Operacionais Seguros

A eficácia do aterramento e da equipotencialização depende de procedimentos rigorosos:

- **Verificação de Continuidade:** Antes de cada operação crítica (principalmente transferência de produtos), deve-se verificar a continuidade do circuito de aterramento usando um ohmímetro ou um medidor de resistência. A resistência deve ser extremamente baixa para ser eficaz.
- **Ordem de Conexão e Desconexão:** O aterramento deve ser sempre o **primeiro a ser conectado** (antes de abrir qualquer válvula ou bico) e o **último a ser desconectado** (após o término da transferência e o fechamento dos bicos/válvulas). Isso garante que qualquer carga residual seja drenada em segurança.
- **Sistemas Automáticos:** Em muitas instalações modernas, são utilizados **sistemas eletrônicos de intertravamento** (monitoramento de aterramento). Esses sistemas só liberam a bomba ou o fluxo de produto quando detectam uma conexão de aterramento segura e válida, interrompendo a operação se a conexão for perdida.
- **Inspeção Visual:** Pontos de aterramento (garras, cabos, hastes) devem ser inspecionados rotineiramente para garantir que não estejam corroídos, danificados ou obstruídos por tinta ou sujeira, o que comprometeria a baixa resistência do circuito.

MÓDULO 03 - INSTRUÇÕES DE TRABALHO

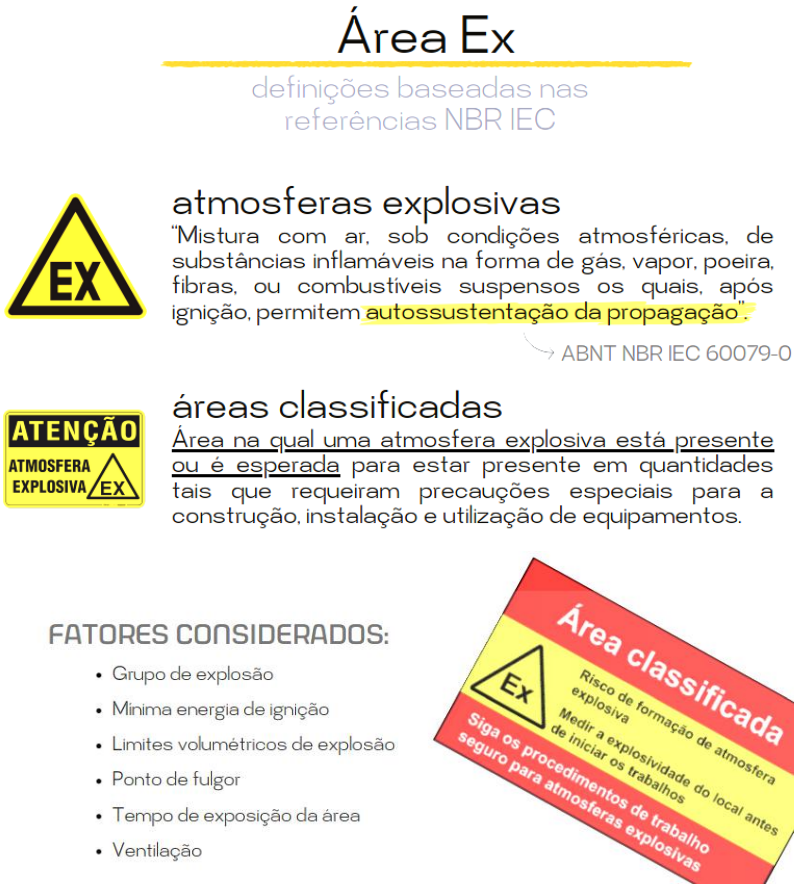
CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS

A classificação de uma área é baseada no grau de periculosidade da substância combustível manipulada e na frequência da formação da atmosfera potencialmente explosiva.

A partir da classificação das áreas de risco as diversas áreas que possuem o grau de risco semelhantes são reconhecidas tornando possível a utilização de equipamentos elétricos projetados especialmente para cada área.

Visando a padronização, no Brasil, são adotadas as recomendações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que utiliza a coletânea de Normas Técnicas da IEC (International Electrical Commicion)- IEC-79-10.

COMO FUNCIONA A CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA?



ZONAS, GRUPOS E CLASSES DE TEMPERATURA EM ÁREAS CLASSIFICADAS DE GASES E POEIRAS

O que define que uma área seja considerada como sendo classificada é a probabilidade da presença da atmosfera explosiva, seja devido à gases inflamáveis ou a poeiras combustíveis. Podem ser citados como exemplos de gases inflamáveis: gás natural, GLP e vapores de gasolina, querosene ou álcool. São exemplos de poeiras combustíveis: grãos ou farelos de trigo, milho, soja, açúcar, carvão e alimentos.

Tendo sido estabelecido o grau da fonte de risco, é necessário determinar a taxa de liberação e outros fatores que podem influenciar o tipo e extensão da zona. Se a quantidade de material inflamável possível de ser liberada é "pequena", por exemplo, no caso de um laboratório, cujo risco potencial existe, pode não ser apropriado utilizar o procedimento normalizado de classificação de áreas. Nesses casos, as considerações devem ser particularizadas ao risco envolvido. A probabilidade de presença de uma atmosfera explosiva de gás bem como o tipo de zona depende, principalmente, do grau da fonte de risco e da ventilação.

A determinação dos tipos de Zonas das áreas classificadas é baseada na frequência ou na probabilidade estatística de ocorrência e duração de uma atmosfera explosiva de gás na área de processo considerada no estudo. As Normas Técnicas Brasileiras adotadas sobre classificação de áreas (ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR IEC 60079-10-2), seguindo a Normalização Internacional IEC, classificam as áreas de risco em Zonas e Grupos

ZONA 0: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva de **gás inflamável** está **continuamente** presente ou por longos períodos ou frequentemente

ZONA 20: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva, na forma de **nuvem de poeira combustível**, está presente no ar **continuamente**, por longos períodos de tempo ou frequentemente

ZONA 1: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva de **gás inflamável** pode ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação

ZONA 21: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva, na forma de **nuvem de poeira combustível** no ar, é esperada ocorrer eventualmente em condições **normais** de operação

ZONA 2: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva de **gás inflamável não é prevista** de ocorrer em condições **normais** de operação, mas, se ocorrer, irá persistir somente por um **curto período**

ZONA 22: Área classificada na qual uma atmosfera explosiva, na forma de **nuvem de poeira combustível** no ar, **não é esperada** de ocorrer em operação **normal**, mas se ocorrer, permanecer apenas por um **breve período de tempo**

Alguns procedimentos para classificação de áreas, contidos em alguns "Códigos Industriais" e em algumas "Práticas Recomendadas" aplicadas em diversos países do mundo, inclusive no Brasil, consideram, de forma "simplificada", que uma área na qual a probabilidade de ocorrência de presença de atmosfera explosiva seja maior do que 1.000 horas por ano, seja classificada como sendo Zona 0 / Zona 20.

Caso a probabilidade de ocorrência de presença de atmosfera explosiva seja menor do que 10 horas por ano, segundo estes procedimentos de classificação de áreas, consideram que a área classificada seja considerada como sendo Zona 2 / Zona 22. Caso a probabilidade de ocorrência de atmosfera explosiva seja menor do que 1.000 horas / ano e maior do que 10 horas / ano, estes Códigos Industriais ou Práticas recomendadas consideram que a área classificada seja considerada como sendo Zona 1 / Zona 21. A determinação do Grupo é estabelecida em função dos gases explosivos presentes no ambiente, sendo subdividido em Grupo I, Grupo II ou Grupo III.

Grupo I é relativo às instalações subterrâneas, como nas minas de carvão, onde se encontra basicamente a presença do gás metano.

Grupo II é relativo às instalações de superfície, sendo subdividido em Grupo IIA, IIB e IIC, de acordo com o gás representativo do local da instalação.

- **Grupo IIA:** gás representativo: propano
- **Grupo IIB:** gás representativo: eteno (etileno)
- **Grupo IIC:** gás representativo: acetileno (e hidrogênio)

Grupo III é relativo às instalações contendo poeiras combustíveis, sendo subdividido em Grupo IIIA, IIIB e IIIC, de acordo com o tipo de poeira representativo do local da instalação.

- **Grupo IIIA:** fibras combustíveis ou materiais particulados
- **Grupo IIIB:** poeiras não condutivas
- **Grupo IIIC:** poeiras condutivas
- **Grupo IIIC:** poeiras condutivas

A Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1 descreve também um método de ensaio para a determinação da temperatura de autoignição (Auto-Ignition Temperature – AIT) de misturas vapor/ar ou misturas gás/ar, à pressão atmosférica, de forma a permitir a seleção apropriada de uma CLASSE DE TEMPERATURA para equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex"

A classe de temperatura de gases e vapores inflamáveis é apresentada na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14, indicada na Tabela a seguir:

Tabela – Classificação da classe de temperatura de gases e vapores inflamáveis na classificação de áreas e faixas das temperaturas de autoignição

Classe de temperatura da classificação de áreas	Faixa da Temperatura de Autoignição (AIT) do gás ou vapor inflamável (°C)
T1	T ignição gás ≥ 450
T2	300 ≤ T ignição gás < 450
T3	200 ≤ T ignição gás < 300
T4	135 ≤ T ignição gás < 200
T5	100 ≤ T ignição gás < 135
T6	85 ≤ T ignição gás < 100

A relação entre a classe de temperatura de gases ou vapores inflamáveis (Grupo II) indicadas na documentação de classificação de áreas e a temperatura máxima de superfície exposta a atmosferas explosivas a ser utilizada para a seleção de equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex" está indicada a seguir.

Classe de Temperatura da classificaçao de área	Temperatura de ignição dos gases inflamáveis (ºC)	Temperatura máxima de superfície dos equipamentos "Ex" (°C)	Classe de temperatura permitida dos equipamentos "Ex"
T1	T ≥ 450	T1 - 450	T1/T2/T3/T4/T5/T6
T2	300 ≤ T < 450	T2 - 300	T2/T3/T4/T5/T6
T3	200 ≤ T < 300	T3 - 200	T3/T4/T5/T6
T4	135 ≤ T < 200	T4 - 135	T4/T5/T6
T5	100 ≤ T < 135	T5 - 100	T5/T6
T6	85 ≤ T < 100	T6 - 85	T6

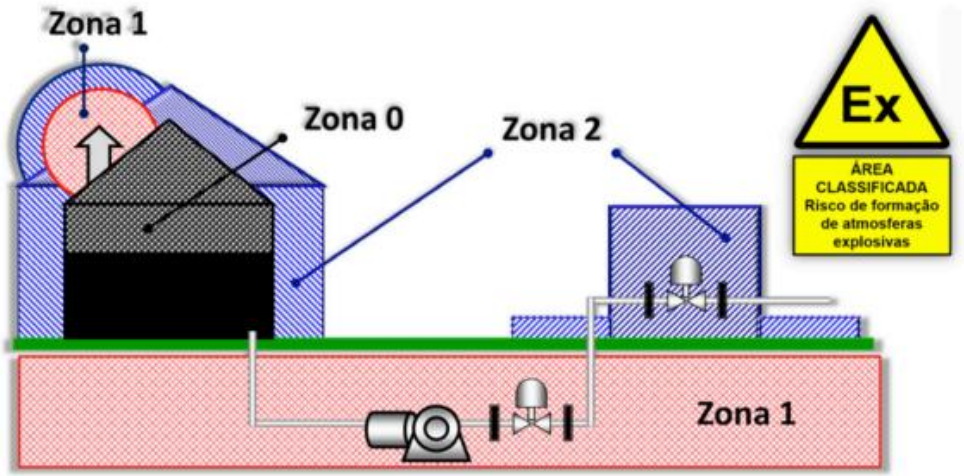
Classes de temperatura de áreas classificadas e temperaturas máximas de superfície para equipamentos "Ex" para gases inflamáveis

A temperatura mínima de ignição de uma poeira combustível na forma de nuvem em suspensão é a menor temperatura de uma superfície aquecida, na qual a mistura que mais facilmente possa entrar em ignição da poeira combustível com o ar, entra em ignição sob condições especificadas de ensaio, de acordo com o indicado na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-2 (Atmosferas explosivas – Parte 20-2: Características dos materiais – Métodos de ensaios de poeiras combustíveis).

O equipamento de ensaio para a determinação do valor da temperatura mínima de ignição para uma determinada poeira combustível na forma de camada consiste em uma placa aquecida e um anel contendo a poeira combustível a ser analisada. Os métodos para o ensaio estão descritos na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079 20-2.

Sob o ponto de vista de especificação ou seleção de equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex" para instalação em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas formadas por poeiras combustíveis (Grupo III), os critérios para a determinação da temperatura máxima de superfície dos equipamentos "Ex" são as seguintes, dependo da temperatura de ignição da poeira combustível presente no local da instalação e da poeira combustível estar presente na forma de camada ou de nuvem, de acordo com os requisitos apresentados na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14:

Com base nos desenhos de arranjo e de elevação das instalações físicas da planta, da lista de dados de processo e da determinação das extensões das áreas classificadas, são elaborados os respectivos desenhos de plantas e cortes das extensões de áreas classificadas. É apresentado a seguir um exemplo "qualitativo" de documentação de classificação de áreas, tendo como base os conceitos de "Zonas".



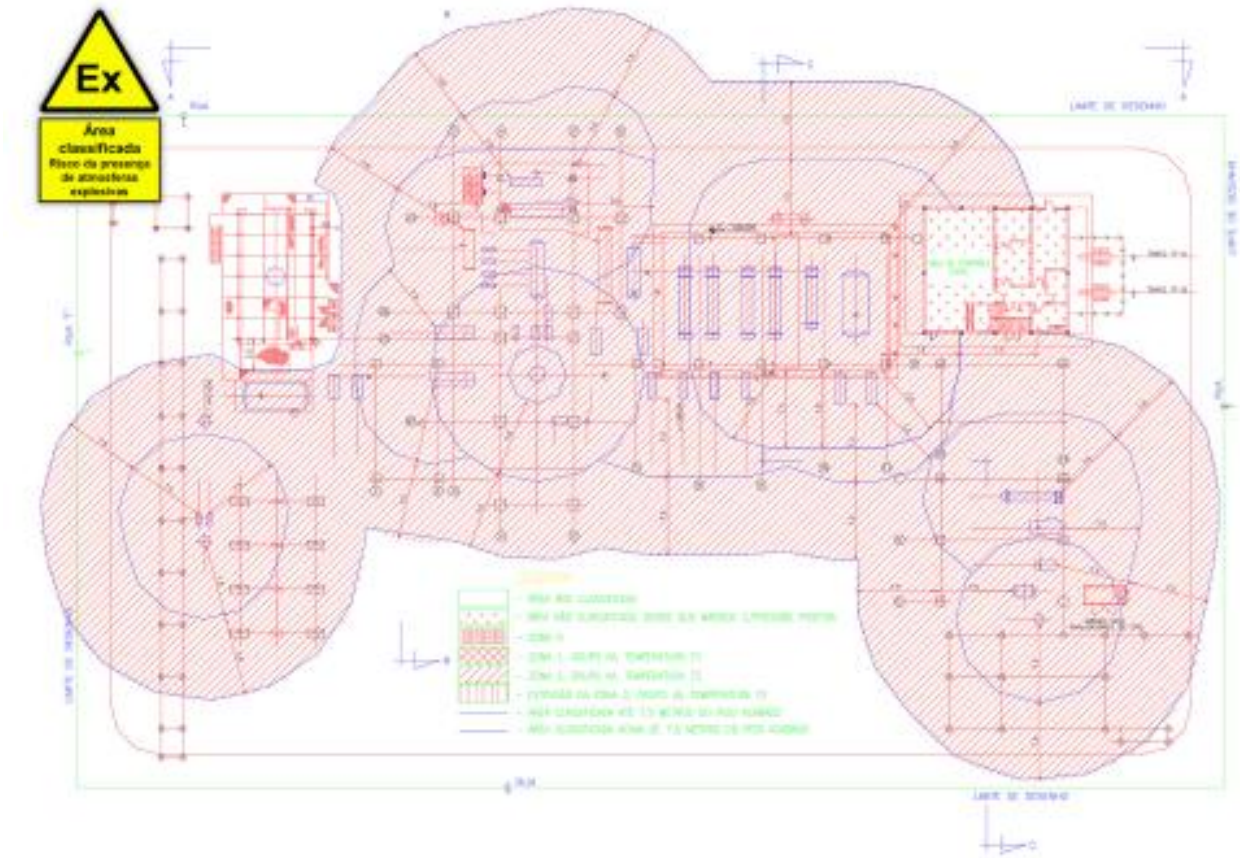
Exemplo de desenho de classificação de áreas contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis com a indicação das diferentes Zonas e extensões

As figuras a seguir mostram respectivamente exemplos típicos de desenhos de projeto de arranjo de equipamentos e de elevação, elaborados para plantas de processamento petroquímico em instalações terrestres. Nestes desenhos são indicados as extensões e os limites de classificação de áreas, sendo definidos, para cada área classificada, os respectivos dados de zona, grupo e classe de temperatura.

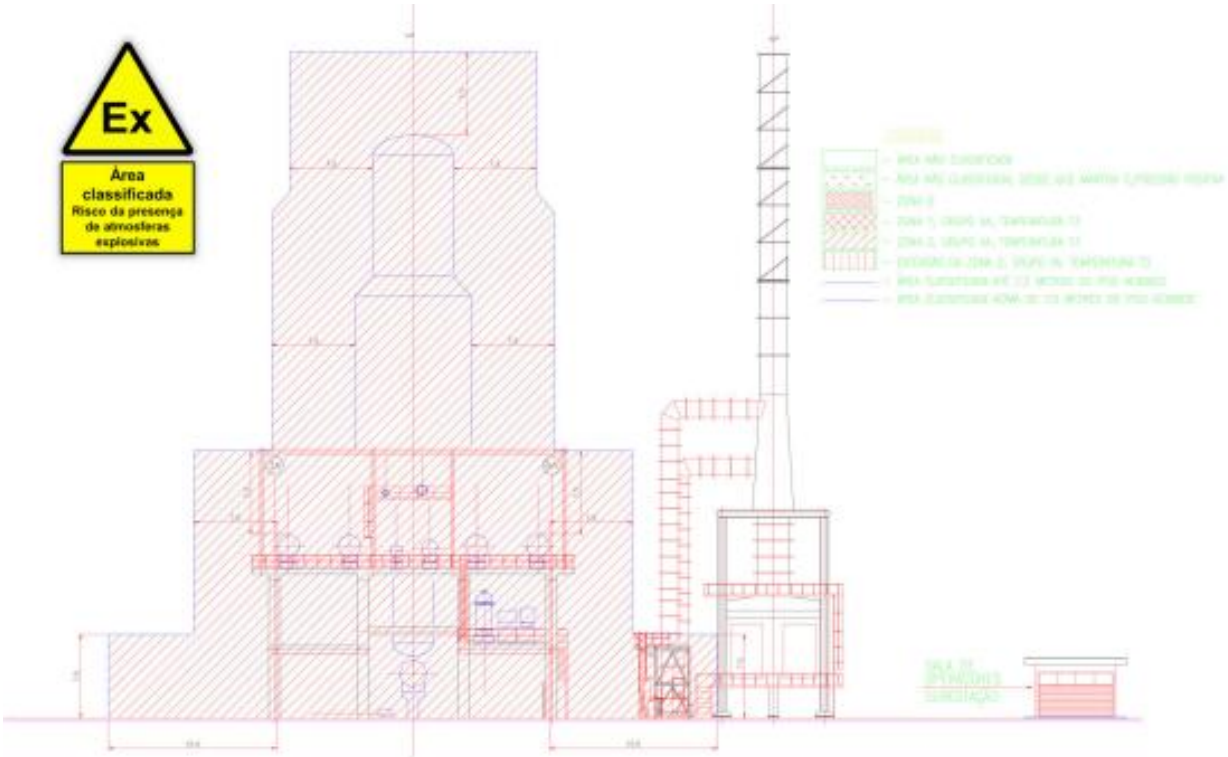
São indicadas também nestes desenhos, as fronteiras entre áreas classificadas e áreas seguras, bem como as áreas que podem ser consideradas como seguras somente se forem mantidas sob pressurização com ar, como casas de controle locais (onde normalmente são instalados os sistemas digitais de controle de processo) e as subestações (onde normalmente são instalados os painéis do tipo centro de controle de motores).

Por meio de legenda com diferentes tipos de hachuras, são diferenciadas, nos desenhos de classificação de áreas, as diferentes classificações de cada área, como áreas não classificadas, áreas do tipo Zona 0, 1, 2, 20, 21 ou 22, os diferentes Grupos IIA, IIB, IIC, IIIA, IIIB ou IIIC e as diferentes classes de temperatura (T1, T2, T3, T4, T5 ou T6).

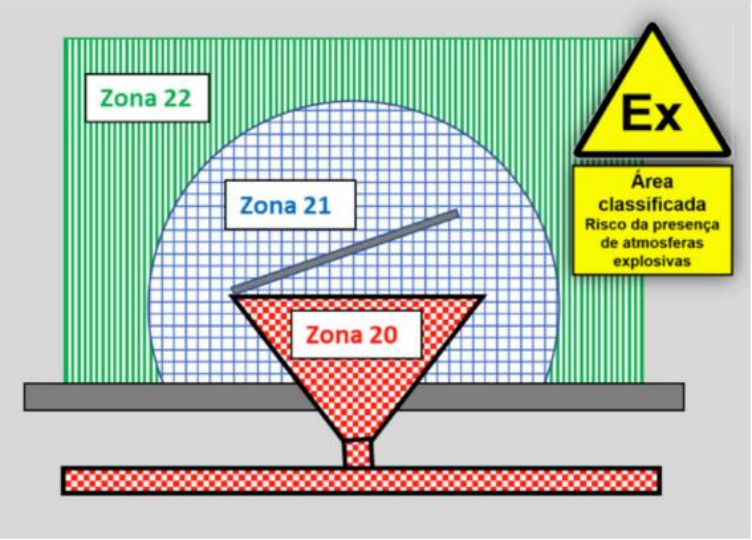
Com base nas informações de zona, grupo e classes de temperatura de cada área, obtidas destes desenhos, são especificados os tipos e características de proteção para os equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos, eletrônicos e mecânicos “Ex” a serem adquiridos e instalados no campo, em áreas classificadas.



Exemplo de desenho de projeto de planta de extensão de áreas classificadas em uma planta de petroquímica em instalação terrestre



Exemplo de desenho de projeto de elevação de extensão de áreas classificadas em uma planta de petroquímica em instalação terrestre



Exemplo de desenho de elevação apresentando extensão de classificação de áreas contendo poeiras combustíveis

Sob o ponto vista normativo, a utilização de placas de sinalização de segurança em áreas classificadas é apresentada nas Normas Técnicas Brasileiras adotadas ABNT NBR IEC 60079-14 (Instalações elétricas terrestres "Ex") e ABNT NBR IEC 61892 7 (Instalações elétricas marítimas "Ex"). Sob o ponto de vista legal a Norma Regulamentadora NR-37 (Segurança e saúde em plataformas de petróleo) especifica que as áreas classificadas devem possuir sinalização de segurança, visível e legível, indicando a proibição da presença de fontes de ignição.

Na figura a seguir é apresentado um exemplo de placa de sinalização de segurança de áreas classificadas, com base nos requisitos indicados nas Normas Técnicas brasileiras adotadas ABNT NBR IEC 60079-14 e ABNT NBR IEC 61892-7.

Exemplo de placa de sinalização de segurança em áreas classificadas de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras adotadas ABNT NBR IEC 60079-14 e ABNT NBR IEC 61892-7

A padronização de formato, cor e conteúdo especificadas naquelas Normas para a placa de sinalização "Ex" tem por objetivo alertar as pessoas que estão envolvidas com a execução ou supervisão de atividades em áreas classificadas sobre o risco de formação de atmosferas explosivas no local de trabalho, alertando sobre a necessidade da devida percepção de riscos e sobre a necessidade de seguir os procedimentos de segurança e de trabalho, os requisitos indicados nas análises de risco e os requisitos das respectivas Permissões de Trabalho. A instalação de placas de sinalização de segurança em áreas classificadas é também destinada a alertar as pessoas envolvidas na execução ou supervisão de trabalhos em instalações "Ex" sobre os riscos de eventual geração de fontes de ignição a partir de equipamentos elétricos ou mecânicos, devido a eventual geração de superfícies quentes ou de centelhas ou faíscas, causadas por atrito ou cargas eletrostáticas, o que pode provocar explosões com consequências catastróficas.

SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS "EX"

Seleção de equipamentos "EX" de acordo com EPL (equipment protection level) requerido pela classificação de áreas

Recomenda-se que, dentro das possibilidades técnicas da instalação, que os equipamentos elétricos, eletrônicos e mecânicos, sempre que possível, sejam instalados em áreas não classificadas. Onde isso não for viável, recomenda-se que os equipamentos elétricos, eletrônicos, de instrumentação, de automação, de telecomunicações e mecânicos "Ex" sejam instalados em uma área com os menores requisitos de classificação de áreas, de menores riscos de presença de atmosferas explosivas de gases ou poeiras, e, portanto, que requeiram equipamentos elétricos ou mecânicos com um EPL de nível mais baixo. As instalações elétricas, de instrumentação, de automação e de telecomunicações "Ex" em áreas classificadas também devem estar de acordo com os requisitos apropriados para instalações em áreas não classificadas.

Entretanto, os requisitos de instalação de equipamentos elétricos, eletrônicos e mecânicos para áreas não classificadas são muitas vezes insuficientes para atender os elevados níveis de risco e de requisitos de segurança necessários para instalações destes tipos de equipamentos em áreas classificadas. Este fato faz com que os projetos de instalações "Ex" possuam particularidades e requisitos específicos que os tornam mais específicos, elaborados e com um grau mais elevado de complexidade.

De acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-14, equipamentos elétricos e de instrumentação devem ser especificados, dimensionados, instalados e utilizados de forma que operem dentro de suas faixas nominais de potência, tensão, corrente, frequência, regime de serviço e outras características onde a não-conformidade possa colocar em risco a segurança do equipamento e, consequentemente, de toda a instalação. Em particular, cuidados devem ser tomados para assegurar que a tensão e a frequência sejam apropriadas para o sistema de alimentação no qual os equipamentos são utilizados e que a classificação da temperatura tenha sido estabelecida para a tensão e frequência nominais ou especificadas para os equipamentos.

Deve ser sempre observado que os equipamentos "Ex" sejam instalados de acordo com a documentação e manuais de instruções fornecidos pelos respectivos fabricantes, incluindo instruções de montagem, comissionamento e ensaios iniciais, tanto na partida como os procedimentos rotineiros de inspeção e de manutenção preditiva, preventiva e corretiva. Para as situações apresentadas a seguir é previsto que a seleção do EPL (Equipment Protection Level) de equipamentos "Ex" é feita com relação às ZONAS dos locais de instalação.

A Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079 14 apresenta a metodologia "tradicional" de seleção do EPL, de acordo com as determinações das zonas de áreas classificadas com gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, de acordo com a tabela a seguir.

Nível de Proteção do Equipamento "Ex"
Requisitos indicados nas Normas
ABNT NBR IEC 60079-0 e ABNT NBR IEC 60079-14
Designação do EPL

PRIMEIRA LETRA do EPL: Local da instalação do Equipamento "Ex"		SEGUNDA LETRA do EPL: Nível de proteção proporcionado pelo equipamento "Ex"	
M	Minas subterrâneas de carvão (*Mining*)	a	Muito alto
G	Gases inflamáveis	b	Alto
D	Poeiras Combustíveis (*Dust*)	c	Elevado

Designação dos níveis de proteção (EPL – Equipment Protection Level) proporcionados por equipamentos elétricos e mecânicos com certificação "Ex"

Zona	Níveis de proteção de equipamentos (EPL) adequados para a instalação	Grupo
0	Ga	Grupo II Gases inflamáveis
1	Ga ou Gb	
2	Ga, Gb ou Gc	
20	Da	Grupo III Poeiras combustíveis
21	Da ou Db	
22	Da, Db ou Dc	

Níveis de proteção de equipamento (EPL) requeridos para áreas classificadas com gases inflamáveis ou poeiras combustíveis de acordo com a Zona do local da instalação

Fazendo-se uma comparação simplificada entre os EPL e os tipos de proteção "Ex", para fins de instalação em atmosferas explosivas de gás (Grupo II), de forma similar com as atuais e "tradicionais" definições indicadas da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14, com base em definição de zonas (sem levar em consideração nenhuma avaliação adicional de risco), resultam nos seguintes critérios de seleção de EPL de equipamentos com relação à classificação de áreas:

- Equipamentos "Ex" com EPL Ga são adequados para instalação em áreas classificadas de gás Zonas 0, Zona 1 ou Zona 2
- Equipamentos "Ex" com EPL Gb são adequados para instalação em áreas classificadas de gás Zonas 1 ou Zona 2
- Equipamentos "Ex" com EPL Gc são adequados para instalação somente em áreas classificadas de gás Zona 2

De forma similar, podem ser relacionados os EPL para instalação em atmosferas explosivas de poeiras (Grupo III), como apresentado a seguir:

- Equipamentos "Ex" com EPL Da são adequados para instalação em áreas classificadas de poeiras Zona 20, Zona 21 ou Zona 22
- Equipamentos "Ex" com EPL Db são adequados para instalação em áreas classificadas de poeiras Zonas 21 ou Zona 22
- Equipamentos "Ex" com EPL Dc são adequados para instalação somente em áreas classificadas de poeiras Zona 22

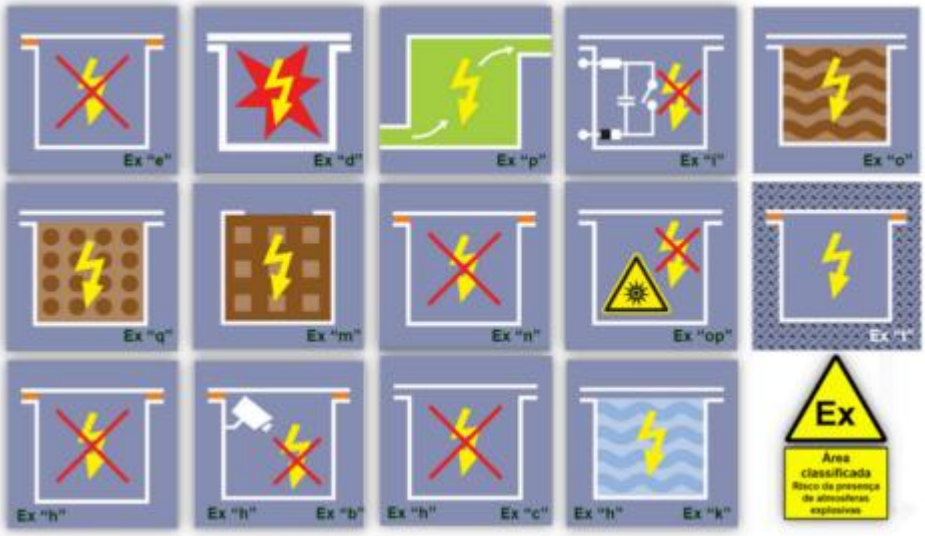
Principais características e aplicações que os equipamentos elétricos "EX" utilizados em áreas classificadas devem atender

Ao se instalar equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações ou elétricos em uma planta de processamento de petróleo ou petroquímico, sucroalcooleira, de alimentos, fertilizantes, portuária, terminais de combustíveis ou farmacêutica, ou em um local onde possam estar presentes gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, as medidas de proteção tomadas, os tipos de proteção dos equipamentos "Ex" e o os níveis de proteção dos equipamentos "Ex" (EPL – Equipment Protection Level) proporcionados, dependem do risco potencial envolvido.

Uma das principais características técnicas que os equipamentos, produtos, dispositivos e sistemas elétricos e mecânicos para instalação em atmosferas explosivas devem atender consiste em não representar uma "fonte de ignição" que possa causar a explosão da atmosfera explosiva que possa estar presente no local da instalação. Estas características podem ser obtidas por meio de um invólucro externo adequado (por exemplo invólucros pressurizados ou invólucros do tipo "à prova de explosão"), ou de equipamentos que não gerem centelhas ou faíscas (equipamentos com segurança aumentada ou equipamentos não acendíveis) ou por meio de redução dos níveis de energia nos circuitos elétrico ou ópticos (segurança intrínseca ou proteção óptica).

As medidas específicas de proteção aplicadas aos equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos para evitar a ignição de atmosferas explosivas caracterizam os "tipos de proteção Ex". Estes tipos de proteção são normalizados nas Normas Técnicas Brasileiras adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079 – Atmosferas explosivas.

Nestes frequentes casos em que os equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos “Ex” são fabricados incorporando, em um mesmo produto, os benefícios da combinação de diferentes tipos de proteção, em um mesmo equipamento “Ex”, podem ser aplicados, dentre outros benefícios, os procedimentos mais simples de montagem, inspeção, manutenção de campo, em áreas classificadas. São apresentadas a seguir figuras representativas dos principais tipos de proteção “Ex” aplicados a equipamentos elétricos ou mecânicos destinados à instalação ou utilização em áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.



Representação de diversos tipos de proteção para equipamentos elétricos e mecânicos “Ex”

Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas com tipos de proteção “EX” combinados

Muito frequentemente os equipamentos de automação, instrumentação, telecomunicações ou elétricos “Ex” incorporam, no mesmo produto, a combinação de diferentes tipos de proteção “Ex”. Esta técnica de fabricação de equipamentos e componentes “Ex” tem, dentre seus objetivos, explorar os benefícios específicos proporcionados pelos diferentes tipos de proteção, facilitando o processo de fabricação, reduzindo os custos de fabricação e facilitando, sob o ponto de vista dos usuários finais dos equipamentos, os serviços de campo de montagem, inspeção e manutenção “Ex”.

A combinação de diferentes tipos de proteção “Ex” em um mesmo componente ou equipamento “Ex” teve início na década de 1970, com os invólucros de segurança aumentada (Ex “e”), instalados como caixas de terminais para entradas INDIRETAS de cabos para o interior de invólucros metálicos Ex “d”. Com esta combinação dos tipos de proteção Ex “de”, utilizando buchas de passagem Ex “d” para a entrada dos cabos nos invólucros Ex “d”, foram proporcionados ganhos em termos facilidades de serviços de instalação e manutenção de campo destes equipamentos “Ex”, que passaram a dispensar a necessidade de instalação de unidades seladoras, niples, adaptadores de rosca, prensa-cabos ou uniões macho/fêmea do tipo “à prova de explosão”.

Os equipamentos deste tipo, com invólucros Ex “eb” contendo componentes com proteção combinada Ex “db eb” apresentam, dentre outros, os benefícios de menor peso e a dispensa da instalação de prensa-cabos, unidades seladoras, uniões macho/fêmea, niples do tipo ou adaptadores de rosca do tipo “à prova de explosão”. Sob o ponto de vista de serviços de campo em áreas classificadas, estes equipamentos apresentam maiores facilidades de montagem, inspeção e manutenção, contribuindo para a redução de indevidos “desvios” que são encontrados durante as inspeções de equipamentos e instalações em áreas classificadas de instalações terrestres e marítimas.

A partir das décadas de 1980 e 1990, com a popularização do método de fabricação com a técnica de injeção em plástico, passaram a ser disponíveis no mercado equipamentos ou componentes “Ex” que incorporam, dente outras, as proteções combinadas Ex “db eb”, Ex “eb mb”, Ex “db eb mb”, Ex “db eb mb q op is”, Ex “ib op is”, Ex “eb ia mb”, Ex “bc” e Ex “ck”. Estes tipos de proteção “Ex” combinados em um mesmo equipamento, são frequentemente encontrados no mercado, como por exemplo em instrumentos, motores, botoeiras locais de comando, painéis locais de controle e automação, painéis locais de distribuição de circuitos de força, luminárias, equipamentos pessoais, equipamentos portáteis, wearables, equipamentos de medição e de testes e equipamentos mecânicos “Ex”.

Exemplo de painel de distribuição Ex “db eb IIC Gb” para circuitos de força e controle, com invólucro metálico do tipo de proteção “à prova de explosão” (contendo internamente componentes centelhantes), com tampa ROSCADA e entrada INDIRETA de cabos através de buchas seladas para passagem de cabos (bushings). Marcações completas: Ex db eb IIC T4 Gb / Ex tb IIIC T135 ºC Db

Exemplo de painel de distribuição Ex “db eb IIC Gb” para circuitos de força, com a presença (à direita) de um único invólucro metálico do tipo de proteção “à prova de explosão” (contendo internamente componentes centelhantes), com tampa ROSCADA e entrada INDIRETA de cabos através de buchas para passagem de cabos seladas (bushings). Do lado esquerdo, podem ser vistos painéis de distribuição de circuitos de força, contendo internamente dispositivos centelhantes (disjuntores e contatores) individualmente certificados (Ex db eb IIC Gb U). Painéis com marcações completas: Ex db eb IIC T5 Gb / Ex tb IIIC T100ºC Db

Exemplos de painéis de distribuição Ex "db eb IIC Gb" para circuitos de força e controle, com a presença de um único invólucro metálico do tipo de proteção "à prova de explosão" (contendo internamente componentes centelhantes), com tampa ROSCADA e entrada INDIRETA de cabos através de buchas seladas para passagem de cabos (bushings). Do lado esquerdo podem ser vistos painéis de distribuição de circuitos de força, contendo internamente dispositivos centelhantes (disjuntores e contatores) individualmente certificados (Ex db eb IIC Gb U). Painéis com marcações completas: Ex db eb IIC T4 Gb / Ex tb IIIC T135 ºC Db

Exemplos de instalação de equipamentos com tipos de proteção "Ex"

São apresentados a seguir alguns exemplos de instalação de campo de equipamentos com tipos de proteção "Ex".

Exemplo de instalação de motor de indução trifásico com tipo de proteção "segurança aumentada" – Marcação Ex eb IIC T4 Gc.

Exemplo de instalação de painel pressurizado (Ex "pzc") contendo unidade terminal remota de SDCD e PLC

Exemplo de instalação de painéis de distribuição de força e controle instalados em área classificada – Marcações Ex dem IIC T5 Gb / Ex tb T 100 °C Db

Exemplo de instalação de motores com tipo de proteção Ex "pzc" – Invólucro Pressurizado – Norma ABNT NBR IEC 60079-2, com tensão nominal de 13.8 kV instalados em área classificada Zona 2 - Grupo IIA - Classe de Temperatura T3

Exemplo de instalação de instrumentos transmissores, caixas de Junção Ex "e" com circuitos Ex "i" na cor azul clara

PASSO A PASSO PARA A ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS "EX" PARA ÁREAS CLASSIFICADAS CONTENDO GASES INFLAMÁVEIS OU POEIRAS COMBUSTÍVEIS

Tendo em vista a grande quantidade de características que devem ser observadas ao especificar equipamentos "Ex" de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos para serem instalados em áreas classificadas, não é raro ocorrerem erros na especificação, no processo de compra ou no recebimento destes equipamentos "Ex". Dessa forma, visando auxiliar na tarefa de especificar corretamente e evitar que a especificação técnica fique indevidamente "limitada" a solicitar apenas que o equipamento "Ex" tenha um "certificado Inmetro", são apresentados os seguintes passos a serem seguidos nas etapas de especificação para compra de equipamentos "Ex":

1º PASSO – Verificar a classificação da área do local da instalação do equipamento "Ex" - Zona 0, 1 ou 2, 20, 21 ou 22

A documentação de classificação de áreas do local de instalação do equipamento "Ex" deve ser utilizada como fonte de informações para a sua especificação técnica. Portanto, esta documentação deve estar disponível, atualizada e completa, contendo informações de Zona, Grupo e Classe de Temperatura.

Deve ser localizada, no desenho de classificação de áreas, tanto em planta quanto em corte, a posição de instalação do equipamento "Ex". Os equipamentos "Ex" devem ser providos com a marcação correspondente, de acordo com as informações indicadas na respectiva certificação "Ex", com tipo de proteção, grupo e a classe de temperatura (para gases inflamáveis) ou a máxima temperatura de superfície (para poeiras combustíveis). A informação da Zona do local da instalação indica o EPL (Equipment Protection Level) requerido para o local onde o equipamento "Ex" será instalado: Ma ou Mb; Ga, Gb ou Gc ; Da, Db ou Dc. A metodologia "tradicional", indicada na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14, consiste em fazer a correlação direta entre a Zona com o EPL, como mostrado na tabela apresentada a seguir, para facilidade de aplicação.

2º PASSO – Definição de nível de proteção EPL de acordo com a Zona 0, 1, 2, 20, 21 ou 22

O nível de proteção de equipamento (Equipment Protection Level - EPL) é o nível de proteção proporcionado por equipamento "Ex", com o objetivo de reduzir a probabilidade deste provocar ignição, por arcos, centelhas ou superfícies quentes, de forma a ser utilizado em uma determinada área classificada. A identificação do EPL, na marcação dos equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex" é obrigatória em todos os equipamentos "Ex", consistindo basicamente em duas letras, sendo a primeira letra em maiúsculo e a letra em minúsculo, de acordo com a Tabela indicada a seguir.

Identificação de EPL e proteção proporcionada contra a possibilidade de um equipamento "Ex" representar uma fonte de ignição

Primeira letra	Atmosfera explosiva provável de estar presente no local da instalação do equipamento	Segunda letra	Nível de proteção proporcionado	Proteção contra probabilidade de este provocar ignição proporcionada pelo equipamento
M Minas subter-râneas de carvão	Presença de grisu, presente em minas subterrâneas de carvão	**a**	Muito alto	Em condições normais de funcionamento, ou como consequência de até duas falhas, simultâneas e independentes
G Gases	Gases ou vapores inflamáveis	**b**	Alto	Em condições normais de funcionamento ou como consequência de uma única falha
D Poeiras / Dust	Poeiras combustíveis	**c**	Elevado	Em condições normais de funcionamento

A determinação do EPL a ser proporcionado por um equipamento "Ex" a ser instalado em área classificada depende da Zona do local da instalação. A metodologia "tradicional", indicada na Norma ABNT NBR IEC 60079-14, consiste em fazer a correção direta entre a Zona da classificação de áreas do local da instalação com o EPL, proporcionado pelo equipamento "Ex", de acordo com a Tabela indicada a seguir.

Metodologia "tradicional" para a seleção de EPL com base em Zona, de acordo com a Norma ABNT NBR IEC 60079-14

Zona	Níveis de proteção de equipamentos (EPL) adequados para a instalação	Grupo
0	Ga	Grupo II Gases inflamáveis
1	Ga ou Gb	
2	Ga, Gb ou Gc	
20	Da	Grupo III Poeiras combustíveis
21	Da ou Db	
22	Da, Db ou Dc	

Os equipamentos "Ex" a serem instalados em áreas classificadas formadas atmosfera explosiva com a presença tanto de gases inflamáveis como de poeiras combustíveis devem possuir marcação tanto de EPL "G" como de EPL "D".

3º PASSO – Determinar a temperatura de ignição do gás, vapor ou poeira que pode estar presente no local

O equipamento "Ex" deve ser especificado de maneira que a temperatura máxima de superfície não atinja a temperatura de ignição de gás, vapor ou poeira que pode estar presente no local da instalação.

Os critérios das classes de temperaturas das substâncias e de seleção das temperaturas máximas de superfície permitidas para gases inflamáveis e poeiras combustíveis estão apresentados ao longo deste trabalho. O equipamento "Ex" deve ser especificado de maneira que a temperatura máxima de superfície não atinja a temperatura de ignição de gás, vapor ou poeira que pode estar presente no local da instalação.

Critério de seleção de equipamentos "Ex" de acordo com a classe de temperatura de gases inflamáveis ou da temperatura de ignição de poeiras combustíveis da classificação de áreas do local da instalação.

Atmosfera explosiva	Classe de temperatura da classificação de áreas do local	Requisito de Classe de Temperatura (Classe T) ou temperatura de superfície (ºC) do equipamento "Ex"
Gases e vapores inflamáveis	T6	T6
	T5	T5 a T6
	T4	T4 a T6
	T3	T3 a T6
	T2	T2 a T6
	T1	T1 a T6
Poeiras combustíveis e fibras	T *max* (ºC)	< T *max* (ºC)

4º PASSO – Determinar o grupo de gases (I, IIA, IIB ou IIC) ou poeiras combustíveis (IIIA, IIIB ou IIIC) da substância inflamável ou combustível presente no local da instalação

O equipamento "Ex" deve ser especificado de maneira que o grupo indicado em sua marcação "Ex" esteja de acordo com o grupo da classificação de áreas do local da instalação. Os critérios de seleção dos grupos dos equipamentos "Ex", com base nos grupos de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis indicados na documentação de classificação de áreas do local da instalação estão apresentadas ao longo deste trabalho. O equipamento "Ex" deve ser especificado de maneira que o grupo indicado em sua marcação "Ex" esteja de acordo com o grupo da classificação de áreas do local da instalação.

Critério de seleção do grupo do equipamento "Ex" com base no grupo da classificação e áreas do local da instalação.

Atmosfera explosiva	GRUPO da classificação de área do local da instalação	Requisito de GRUPO para o equipamento "Ex"
Gases e vapores inflamáveis	IIC	IIC
	IIB	IIC ou IIB
	IIA	IIC, IIB ou IIA
Poeiras combustíveis e fibras	IIIC	IIIC
	IIIB	IIIC ou IIIB
	IIIA	IIIC, IIIB ou IIIA

Equipamentos "Ex" "antigos", certificados antes da década de 2.000, com marcação de Grupo II podem ser entendidos como atendendo aos requisitos do Grupo IIC (atendendo aos requisitos de todos os tipos de gases inflamáveis). Equipamentos "Ex" com marcação de Grupo IIB+H2 atendem ao Grupo IIB e também, especificamente, aos requisitos de áreas classificadas com a presença ao hidrogênio (H2).

5º PASSO – Determinar o tipo de proteção "Ex" mais adequado à aplicação, com base no EPL já determinado

Nesse passo, é importante assegurar que o tipo de proteção "Ex" escolhido atende ao EPL requerido para o equipamento "Ex", tanto para gases inflamáveis como para poeiras combustíveis. A tabelas apresentadas a seguir resumem os principais tipos de proteção "Ex" e os EPL que estes proporcionam ao equipamento "Ex", para áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.

Tipos de proteção "Ex", EPL e Normas Técnicas para áreas classificadas contendo GASES INFLAMÁVEIS

EPL	Zona	Tipo de proteção "Ex"	Código "Ex"	Norma ABNT NBR
Gc	2	À prova de explosão (componentes centelhantes encapsulados)	d_c	IEC 60079-1
		Intrinsecamente seguro "tradicional"	i_c	IEC 60079-11
		Intrinsecamente seguro "de potência"	Power "i"	IEC TS 60079-39
		Encapsulamento em resina	m_c	IEC 60079-18
		Não acendível	nA	IEC 60079-15
		Segurança aumentada	e_c	IEC 60079-7
		Respiração restrita	nR	IEC 60079-15
		Equipamento centelhante encapsulado	nC	IEC 60079-15
		Invólucros pressurizados	pz_c	IEC 60079-2
		Conceito de Fieldbus IS (FISCO)	ic	IEC 60079-11
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura	2 WISE i_c	IEC TS 60079-47
		Proteção de equipamentos e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	op is, pr, sh	IEC 60079-28
		Proteção especial "c"	s_c	IEC 60079-33
		Proteção geral para equipamentos mecânicos "Ex"	h_c	ISO 80079-36
		Segurança construtiva (Equipamentos mecânicos "Ex")	c_c	ISO 80079-37
		Controle das fontes de ignição - Equipamentos mecânicos "Ex"	b_c	ISO 80079-37
		Imersão em líquido (Equipamentos mecânicos "Ex")	k_c	ISO 80079-37
		Qualquer tipo de proteção "Ex" adequado para Zonas 0 (EPL **Ga**) ou Zona 1 (EPL **Gb**)		
Gb	1	Invólucro à prova de explosão	d_b	IEC 60079-1
		Segurança aumentada	e_b	IEC 60079-7
		Intrinsecamente seguro "tradicional"	ib	IEC 60079-11

EPL	Zona	Tipo de proteção "Ex"	Código "Ex"	Norma ABNT NBR
Gb	1	Intrinsecamente seguro "de potência"	Power "i"	IEC TS 60079-39
		Encapsulamento em resina	m_b	IEC 60079-18
		Imersão em líquido	o_b	IEC 60079-6
		Invólucro pressurizado	pxb , pyb	IEC 60079-2
		Imersão em areia	q	IEC 60079-5
		Conceito de Fieldbus intrinsecamente seguro (FISCO)	ib	IEC 60079-11
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura	2 WISE i_b	IEC TS 60079-47
		Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	op is, op pr, op sh	IEC 60079-28
		Proteção especial "b"	s_b	IEC 60079-33
		Proteção geral para equipamentos mecânicos "Ex"	h_b	ISO 80079-36
		Segurança construtiva (Equipamentos mecânicos "Ex")	c_b	ISO 80079-37
		Controle das fontes de ignição (Equipamentos mecânicos "Ex")	b_b	ISO 80079-37
		Imersão em líquido (Equipamentos mecânicos "Ex")	k_b	ISO 80079-37
		Qualquer tipo de proteção "Ex" adequado para Zona 0 (EPL **Ga**)		
Ga	0	À prova de explosão (sensores de gás)	d_a	IEC 60079-1
		Intrinsecamente seguro	i_a	IEC 60079-11
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura	2-WISE i_a	IEC TS 60079-47
		Encapsulamento em resina	m_a	IEC 60079-18
		Equipamento com elementos de separação ou níveis de proteção combinados	Gb + Gb	IEC 60079-26
		Proteção de equipamentos e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	op is	IEC 60079-28
		Proteção especial "a"	s_a	IEC 60079-33
		Proteção geral para equipamentos mecânicos "Ex"	h_a	ISO 80079-36
		Proteção para equipamentos mecânicos "Ex"	c_a, b_a, k_a	ISO 80079-37

Tipos de proteção "Ex", EPL e Normas Técnicas para áreas classificadas contendo POEIRAS COMBUSTÍVEIS

EPL	Zona	Tipo de proteção "Ex"	Código "Ex"	Norma ABNT NBR
Dc	22	Intrinsecamente seguro "tradicional"	i_c	IEC 60079-11
		Intrinsecamente seguro "de potência"	Power "i_c"	IEC TS 60079-39
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura (2 WISE)	2 WISE - i_c	IEC TS 60079-47
		Encapsulamento em resina	m_c	IEC 60079-18
		Proteção por invólucro contra ignição de poeira combustível	t_c	IEC 60079-31
		Invólucros pressurizados	pz_c	IEC 60079-2

EPL	Zona	Tipo de proteção "Ex"	Código "Ex"	Norma ABNT NBR
Dc	22	Proteção para equipamentos mecânicos "Ex"	h_c, b_c, c_c, k_c	ISO 80079-36/37
		Qualquer tipo de proteção "Ex" adequado para Zona 21 (EPL **Db**) ou Zona 20 (EPL **Da**)		
Db	21	Intrinsecamente seguro "tradicional"	I_b	IEC 60079-11
		Intrinsecamente seguro "de potência"	Power "i_b"	IEC TS 60079-39
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura (2 WISE)	2 WISE - i_b	IEC TS 60079-47
		Encapsulamento em resina	m_b	IEC 60079-18
		Proteção por invólucro contra ignição de poeira combustível	t_b	IEC 60079-31
		Invólucros pressurizados	px_b, py_b	IEC 60079-2
		Proteção para equipamentos mecânicos "Ex"	h_b, b_b, c_b, k_b	ISO 80079-36/37
		Qualquer tipo de proteção "Ex" adequado para Zona 20 (EPL **Da**)		
Da	20	Intrinsecamente seguro "tradicional"	i_a	IEC 60079-11
		Ethernet a dois fios intrinsecamente segura (2 WISE)	2 WISE - i_a	IEC TS 60079-47
		Encapsulamento em resina	m_a	IEC 60079-18
		Proteção por invólucro contra ignição de poeira combustível	t_a	IEC 60079-31
		Proteção para equipamentos mecânicos "Ex"	h_a, b_a, c_a, k_a	ISO 80079-36/37

6º PASSO – Determinar o tipo de proteção "Ex" que proporcionem maiores facilidades de serviços de campo

Além do cuidado de especificar um EPL que atenda aos requisitos de classificação de área do local da instalação do equipamento "Ex", é importante escolher um equipamento que possua um tipo de proteção "Ex" que seja adequado à aplicação, considerando as facilidades de montagem, inspeção e manutenção dos equipamentos "Ex" no campo, bem como os padrões adotados da empresa, indicados em detalhes típicos de instalação "Ex", os quais são abordados com detalhes ao longo deste trabalho. Por exemplo, para ligação de cabos entre instrumentos e um multicabo ou a ligação de cabos para circuitos de força, controle ou automação, podem ser utilizadas caixas de junção "Ex" com tipo de proteção de segurança aumenta (Ex "e") com invólucros externos em material termoplástico ou de aço inoxidável, ao invés de caixas de junção com invólucro metálico do tipo "à prova de explosão" (Ex "d") que requerem procedimentos de montagem, manutenção e inspeção mais "complexos". Ou ainda, como exemplo, podem ser utilizadas botoeiras ou painéis de controle "Ex" contendo componentes com proteção combinada Ex "de", nos quais as partes centelhantes de componentes elétricos (marcação tipo "U"), como botões de comando, chaves comutadoras de força e controle, contatores e relés são encapsulados em pequenos invólucros de plástico, os quais são certificados com os tipos de proteção à prova de explosão (Ex "d"), com terminais do tipo segurança aumentada (Ex "e"). Estes dispositivos Ex "de" são instalados no interior de invólucros de segurança aumentada (Ex "e"), com invólucros externos em material termoplástico ou de chapas de aço inoxidável ou de alumínio.

7º PASSO – Solicitar a apresentação do certificado de conformidade "Ex" na proposta técnica

Deve ser incluído na Especificação Técnica para a compra que o equipamento "Ex" tenha certificado válido no Brasil, atendendo aos requisitos indicados na legislação vigente. Isso implica dizer que, mesmo os equipamentos sejam importados, eles precisam passar por um processo de certificação em um Organismo de Certificação "Ex" brasileiro. Para evitar erros nos processos de compra de equipamentos de automação, telecomunicações, instrumentação ou elétricos "Ex", nos casos de equipamentos "de prateleira" (aqueles que não necessitem de um projeto específico), é uma boa prática solicitar o fornecimento dos respectivos certificados de conformidade "Ex" junto da proposta técnica do fornecedor ou do fabricante. Isso eventualmente pode não ser possível, nos casos excepcionais de equipamentos "engenheirados", nos quais o certificado pode ser emitido somente após a colocação do pedido de compra. No entanto, para a grande maioria dos casos, os equipamentos "Ex" já possuem os respectivos certificados de conformidade "Ex" disponíveis para serem encaminhados juntamente com as respectivas propostas técnicas. No recebimento dos certificados de conformidade dos equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex" deve ser verificado se os produtos "Ex" foram fabricados durante o período de vigência (prazo de validade) do certificado.

De acordo com a legislação brasileira, esta Certificação "Ex" pode ser emitida somente por Organismos de Certificação "Ex" que tenham sido acreditados pelo INMETRO, com o escopo de equipamentos "Ex" para instalação em atmosferas explosivas. Para aceitação do certificado de conformidade "Ex" deve ser verificada a validade do Certificado, através do número de identificação do documento e consulta ao site do INMETRO. Após a entrega do projeto os certificados de conformidade "Ex" dos equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex" devem ser incluídos no Prontuário das instalações.

Deve ser ressaltado que esse passo, apesar de necessário, não é suficiente para que o equipamento "Ex" se mantenha seguro durante o seu ciclo total de vida, como é demonstrado ao longo deste trabalho. Por este motivo, não basta que os equipamentos de automação, instrumentação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex" tenham sido certificados. É necessário que estes equipamentos "Ex" sejam devidamente instalados, inspecionados, mantidos ou recuperados, durante todo o tempo em que permanecem instalados em áreas classificadas. Estes serviços devem ser realizados por profissionais "Ex" competentes e por empresas de serviços "Ex" competentes.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS SEGUROS EM ÁREAS CLASSIFICADAS

A simples existência de equipamentos certificados e a aplicação de normas não garantem a segurança. É a forma como o trabalho é executado – a disciplina operacional que previne a ignição acidental. Os **Procedimentos Operacionais Seguros** estabelecem o "como fazer" em ambientes de risco, garantindo que cada tarefa seja realizada sem comprometer as barreiras de proteção contra explosões.

A Base: Análise de Risco e Classificação de Área

Todo procedimento seguro começa com o conhecimento detalhado do risco:

- **Análise Preliminar de Risco (APR) e HAZOP:** Toda atividade, especialmente as não rotineiras, deve ser precedida por uma análise formal que identifique perigos, suas causas e as medidas preventivas e de controle necessárias.
- **Consulta à Classificação de Área:** Antes de iniciar qualquer trabalho, o operador deve saber em qual zona está atuando (Zona 0, 1, 2, 20, 21 ou 22). Essa informação define os limites de segurança e quais equipamentos são permitidos.

O Controle de Atividades Críticas: Permissão de Trabalho (PT)

A Permissão de Trabalho é a ferramenta mais importante para controlar a segurança em atividades de alto risco que ocorrem em áreas classificadas.

- **Necessidade de PT:** A Permissão de Trabalho é **obrigatória** para:
  - **Trabalho a Quente:** Qualquer atividade que envolva chamas, faíscas ou superfícies que atinjam alta temperatura (soldagem, esmerilhamento, corte).
  - **Trabalho em Altura, Espaços Confinados (NR-33):** Sempre que a atividade a ser realizada nestes locais puder introduzir uma fonte de ignição (ex: uso de lanternas ou ferramentas não Ex).
  - **Entrada de Equipamentos Não Certificados:** Em casos excepcionais e sob rigoroso controle, a entrada de qualquer ferramenta ou dispositivo eletrônico sem certificação Ex deve ser autorizada via PT.

- **Procedimento de Emissão:** A PT deve ser emitida por um **profissional autorizado**, descrever detalhadamente o escopo do trabalho, as **medidas de controle de ignição** necessárias (ex: detecção de gases, isolamento da área, aterramento) e ter prazo de validade determinado.

- **Fiscalização:** O supervisor ou responsável pela área deve **verificar no local** se todas as condições de segurança especificadas na PT foram cumpridas antes de autorizar o início da atividade.

Procedimento de Entrada e Acesso de Pessoas
O acesso a Zonas Classificadas deve ser estritamente controlado para garantir que apenas pessoal autorizado e devidamente equipado entre na área de risco.

Requisitos Pessoais Obrigatórios (Checklist de Entrada)
Autorização e Treinamento: Somente pessoas com o treinamento específico e autorização formal do supervisor da área podem entrar. Visitantes devem ser acompanhados e seguir as mesmas regras.

Uso de EPIs Antiestáticos:
- **Vestimenta:** Uso obrigatório de uniforme ou vestimenta antiestática (dissipativa) para evitar a acumulação de carga pelo atrito.
- **Calçado:** Uso de calçado de segurança condutivo ou dissipativo.

Proibição de Itens Pessoais Não Ex: É estritamente proibida a entrada de quaisquer dispositivos eletrônicos pessoais sem certificação de segurança intrínseca (Intrinsically Safe - Ex i):
- Celulares, *smartwatches* e *tablets* comuns.
- Câmeras fotográficas ou filmadoras sem certificação Ex.
- Isqueiros, fósforos ou qualquer outra fonte de chama aberta.

Procedimento de Permanência e Conduta em Área Ex
Uma vez dentro da Área Classificada, a permanência do trabalhador deve ser pautada pela vigilância constante e pela conformidade com a sinalização e os procedimentos.
- **Manutenção da Integridade dos EPCs:** O trabalhador deve zelar pelo correto funcionamento dos EPCs. Em caso de identificação de falhas (ex.: cabo de aterramento rompido, exaustor inoperante, acúmulo de poeira), o trabalho deve ser interrompido e a irregularidade deve ser imediatamente reportada ao supervisor.
- **Controle de Eletricidade Estática Pessoal:** Evitar a geração desnecessária de carga estática. Em ambientes de baixo teor de umidade, a atenção ao toque em superfícies metálicas deve ser redobrada, sempre garantindo o aterramento pessoal.
- **Proibição de Fumar e Comer:** O ato de fumar é terminantemente proibido. O consumo de alimentos e bebidas também deve ser restrito a áreas seguras (áreas não classificadas), evitando a introdução de materiais estranhos ou a dispersão de resíduos.
- **Comportamento Preditivo (Parar e Pensar):** Antes de realizar qualquer movimento que possa gerar faísca, calor ou liberar produto (ex.: abertura de válvulas, desconexão de mangueiras), o operador deve consultar o **Procedimentos específicos** e a **PT**, garantindo que as medições de gás foram feitas e que o aterramento está conectado.

Procedimento de Movimentação e Manuseio de Materiais
A movimentação de materiais ou equipamentos é um ponto crítico para a geração de eletricidade estática e faíscas por impacto.

Manuseio de Líquidos e Sólidos Inflamáveis
Transferência (Enchimento/Esvaziamento):

- **Aterramento e Equipotencialização:** A regra é clara: **Conectar, Transferir, Desconectar**. O aterramento e a equipotencialização entre os recipientes de origem e destino devem ser o primeiro e o último passo da operação, respectivamente.
- **Velocidade Controlada:** O fluxo de líquidos e gases na tubulação deve ser mantido abaixo de um limite seguro para evitar a geração excessiva de carga estática (velocidade limite).

Transporte de Recipientes (Tambores, Cilindros):

- Utilizar carrinhos ou paleteiras com **rodas e componentes condutivos ou dissipativos** para evitar o acúmulo de carga durante o movimento.
- Garantir a integridade das embalagens para evitar vazamentos que criem novas fontes de atmosferas explosivas no trajeto.

Movimentação de Veículos e Equipamentos de Carga

- **Veículos Certificados:** Empilhadeiras e veículos de manutenção que circulam nas Zonas 1 ou 2 devem possuir **motorização adequada (Ex)**, muitas vezes sendo veículos com proteção *anti-spark* (evitando faíscas) ou certificados para o uso do combustível específico.
- **Rotas Delimitadas:** A circulação de veículos deve seguir rotas predefinidas, evitando áreas de maior concentração de risco (Zonas 0 ou 20).
- **Proibição de Reparos:** Qualquer reparo ou manutenção que possa gerar faíscas ou calor em veículos ou equipamentos móveis deve ser realizado **fora da Área Classificada**.

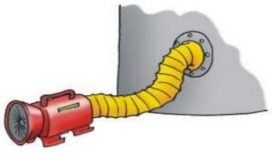
CONTROLE DE VENTILAÇÃO E MONITORAMENTO DE GASES

Ventilação
A ventilação é uma das medidas preventivas fundamentais para assegurar a inocuidade da atmosfera interior, quer prévia à realização dos trabalhos, quer para manter uma atmosfera respirável no decurso dos mesmos.
Geralmente, nos trabalhos em espaços confinados, a ventilação natural é insuficiente sendo preciso recorrer à ventilação forçada. O caudal de ar a introduzir no interior e a escolha do tipo de ventilação adequada deve ter em conta as características do espaço, o tipo de contaminante e o nível de contaminação existente.
Assim, por exemplo, quando tiver de se extrair gases de maior densidade que o ar será recomendável introduzir o tubo de extração até o fundo do recinto, possibilitando que a entrada de ar renovado se faça pela abertura do espaço confinado. Pelo contrário, se tratar de substâncias de densidade similar ou inferior à do ar será recomendável insuflar ar no fundo do recinto, facilitando a saída do ar pela parte superior.

- Ventilação Natural X Mecânica
- Ventilação Pressão Positiva X Pressão Negativa (Exaustão)

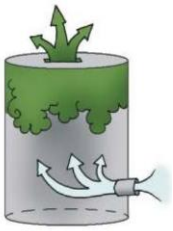
Purga
Método de limpeza que torna a atmosfera interior do espaço confinado isenta de gases, vapores e outras impurezas indesejáveis através de ventilação ou lavagem com água ou vapor.

Inertização
É o processo de remoção física de gases.
- Uso de gás inerte para remoção de contaminantes.
- Produz uma atmosfera deficiente em oxigênio (IPVS). Ex.: Nitrogênio

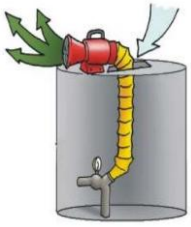


ATENÇÃO: É Proibido Utilizar Oxigênio Puro para Ventilar! (Risco de Explosão)

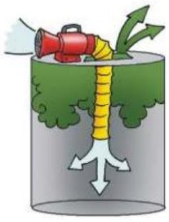
Ventilação Natural



Exaustão Local
Os circuitos de ventilação (entrada de ar e extração) devem ser cuidadosamente estudados para que a renovação do ar se faça de forma adequada.



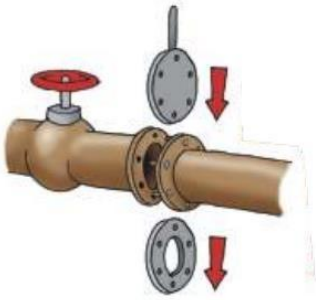
Ventilação Pressão Positiva



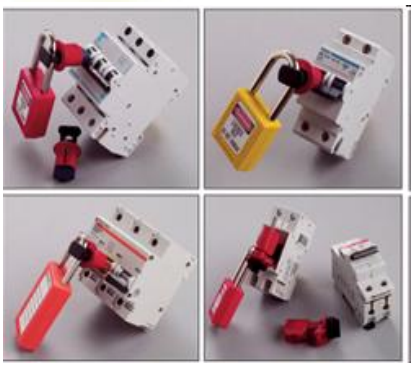
Exaustão Geral

Bloqueio de energia

Dispositivo que impede a liberação de energias potencialmente nocivas, tais como: pressão, vapor, fluidos, combustíveis, água e outros, visando a contenção de energias potencialmente nocivas para trabalho seguro em espaços confinados.



Etiqueta de bloqueio



Travas de bloqueio de energia elétrica

MÓDULO 04 – RESPONSABILIDADES

RISCOS ASSOCIADOS AO MANUSEIO DE GRÃOS E FARELOS EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS DE POEIRAS COMBUSTÍVEIS

Em unidades industriais nas quais, durante o manuseio ou transporte de grãos ou farelos, a dispersão de poeiras ou partículas não possam ser evitadas, existe a ocorrência da suspensão das poeiras combustíveis na forma de nuvem e da deposição em camadas de poeiras combustíveis, promovendo riscos de explosões, com sérias consequências em relação à segurança das pessoas e à integridade das instalações.

Moega e plataforma de descarga de caminhões contendo farelo de soja, com a presença de atmosferas explosivas formadas pela presença de poeiras combustíveis

Tulha de carregamento de vagões com a presença de atmosferas explosivas formadas por poeiras combustíveis

Exemplos de movimentação de carga e descarga de navios graneleiros ou de fertilizantes, com a presença de atmosferas explosivas formadas por poeiras combustíveis

As poeiras combustíveis provenientes dos grãos consistem em pequenas partículas criadas pela quebra e abrasão de partículas maiores em função do manuseio e do processamento. Poeiras combustíveis são partículas sólidas finamente divididas, com diâmetro nominal de 500 µm ou menor, as quais podem formar misturas explosivas com o ar, nas condições normais de temperatura e pressão (–20 °C a +60 °C), 80 kPa (0,8 bar) a 110 kPa (1,1 bar), tendo o ar conteúdo normal de oxigênio, 21 % v/v, de acordo com a Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-2.

Partículas combustíveis em suspensão são partículas sólidas, incluindo fibras, com tamanho nominal maior que 500 µm, que podem formar misturas explosivas com o ar sob condições normais de temperatura e pressão. Exemplos de partículas combustíveis em suspensão incluem seda artificial (rayon), algodão (incluindo refugo de algodão e sobras de algodão), sisal, juta, cânhamo, fibra de coco, estopa e sobras de paina. Partículas combustíveis em suspensão são classificadas como Grupo IIIA.

Deve ser ressaltado que, apesar de que não existe o risco de explosão sem a existência do confinamento de poeiras, poeiras combustíveis não confinadas em suspensão no ar ainda proporcionam um elevado risco de deflagração. Tanto para a ocorrência de uma deflagração como para a ocorrência de uma explosão existe a presença de uma fonte de ignição que inicia o processo de combustão. A diferença entre deflagração e explosão está na velocidade de propagação da chama e na consequente elevada taxa de aumento de pressão.

Suspensão de poeira provocada pela movimentação de farelo ou grãos de poeiras combustíveis: descarga de vagões em moega ferroviária

Exemplos de instalações com o risco de presença de atmosferas explosivas formadas pela presença de poeiras combustíveis nas formas de nuvem ou camada
São indicados a seguir exemplos “típicos” de instalações contendo a presença de áreas classificadas Zona 20, Zona 21 ou Zona 22, com pela presença de atmosferas explosivas formadas por poeiras combustíveis.

Exemplos de locais que podem gerar uma ZONA 20:

- Locais no interior de contenções de poeira combustível
- Interior de coletores de carga, silos, ciclones e filtros
- Interior de sistemas de transporte de poeiras combustíveis, como por exemplo, no interior de esteiras transportadoras enclausuradas
- Interior de agitadores, moinhos, secadores, equipamentos de ensacamento de poeiras combustíveis

Exemplos de locais que podem gerar uma ZONA 21:

- Áreas adjacentes a locais de contenção de poeiras e dentro de locais circunvizinhos às portas de acesso, de ambientes internos, com a presença de atmosferas explosivas de poeira combustível, sujeitas a remoções frequentes ou aberturas para fins operacionais
- Áreas externas a locais de contenção de poeira e próximas a pontos de enchimento ou esvaziamento, pontos de amostragem, estações de transbordo de caminhões rodoviários ou vagões ferroviários e pontos de transbordo por correias transportadoras, onde não existam medidas aplicadas para evitar a formação de nuvens atmosferas explosivas de poeiras combustíveis
- Áreas externas a locais de contenção de poeiras combustíveis, onde a poeira seja acumulada e onde, devido a operações do processo, a camada de poeira combustível possa ser perturbada e formar atmosferas explosivas de nuvens de poeira
- Áreas no interior de locais de contenção de poeiras combustíveis, onde nuvens de poeiras são prováveis de ocorrer (mas não continuamente, ou por longos períodos ou frequentemente), como por exemplo, o enchimento de um silo com material a granel com baixo conteúdo de poeira e o lado de retenção (sujo) dos filtros, se existirem longos intervalos entre as operações de limpeza

De acordo com a Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-10-2 (Atmosferas explosivas – Parte 10-2: Classificação e áreas contendo poeiras combustíveis), nestes casos, a distância de aproximadamente 1,0 m ao redor das fontes de liberação de poeiras combustíveis é frequentemente suficiente (com uma extensão vertical para baixo em relação ao solo ou ao nível de um piso sólido), na determinação da extensão da área classificada Zona 21. Deve ser avaliada a necessidade de consideração de distâncias superiores, em casos particulares de instalações.

Exemplos de locais que podem gerar uma ZONA 22:

- Locais de saídas de respiros de filtros tipo bolsa nos quais, no caso de ocorrência de um mau funcionamento, podem gerar atmosferas explosivas de poeiras combustíveis
- Locais próximos a equipamentos que sejam abertos em intervalos não frequentes ou locais próximos a equipamentos que, pela experiência, possam facilmente gerar liberações onde as poeiras combustíveis possam ser sopradas, por exemplo, em equipamentos de transporte pneumático ou equipamentos contendo conexões flexíveis que possam ser facilmente danificadas
- Locais de estocagem de sacos contendo produtos em forma de poeira combustível. A ocorrência de danos físicos aos sacos podem acontecer durante o manuseio, causando emissão de poeiras
- Áreas que geralmente são classificadas como Zona 21 podem ser consideradas como Zona 22 nos casos em que medidas de proteção complementares, incluindo ventilação por extração, forem adotadas para evitar a formação de atmosfera explosiva de poeiras combustíveis. É recomendado que estas medidas sejam adotadas, por exemplo, no entorno dos pontos de enchimentos ou esvaziamento de saco, correias de alimentação, pontos de amostragem, estações de transbordo de caminhões e pontos de transbordo por correias.

- Áreas onde camadas de poeira combustíveis controláveis são formadas e são susceptíveis à perturbação e criação de uma atmosfera explosiva de poeira. Estas áreas podem ser consideradas como "área não classificada" somente se a camada de poeira combustível for devidamente removida por procedimentos operacionais ou de manutenção de limpeza, evitando que a camada de poeira e a presença de atmosfera explosiva de poeira possa ser formada. Este é o maior objetivo de um bom processo de limpeza

De acordo com a Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-10-2 (Atmosferas explosivas – Parte 10-2: Classificação e áreas contendo poeiras combustíveis), em muitos casos, a distância de aproximadamente 3,0 m ao redor da fonte de liberação é frequentemente suficiente (com uma extensão vertical para baixo em relação ao solo ou ao nível de um piso sólido), na determinação da extensão de uma área classificada Zona 22. Deve ser avaliada a necessidade de consideração de distâncias superiores, em casos particulares de instalações.

ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS - RISCOS, CONTROLE E MITIGAÇÃO

A possibilidade de riscos de ignição relacionados com a geração e o acúmulo da eletricidade estática ocorre frequentemente nas instalações industriais contendo atmosferas explosivas, decorrentes de fatores como a movimentação de fluidos, a existência inadvertida de condutores isolados ou a utilização de materiais não metálicos ou não condutivos em áreas classificadas, associados com deficiências nos sistemas de equipotencialização ou de aterramento.

No caso de instalações elétricas em atmosferas explosivas, o risco de ignição que pode ser decorrente da geração de faíscas é oriundo do acúmulo indevido de eletricidade estática, o qual pode levar a existência de elevadas diferenças de potenciais de tensão, capazes de produzir centelhamentos.

É reconhecido que as movimentações de grandes volumes de líquidos, gases e poeiras no interior das tubulações e dos equipamentos de processo, e do transporte pneumático na indústria do petróleo, petroquímica, química, sucroalcooleira e de alimentos geram uma grande quantidade de eletricidade estática, capazes de gerar diferenças de potenciais eletrostáticos que podem provocar centelhas, as quais, por sua vez, podem representar uma fonte de ignição de atmosferas explosivas que estejam presentes em áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.

Diversos casos de acidentes já foram registrados em atmosferas explosivas decorrentes de falhas de aterramento ou de equipotencialização de equipamentos móveis ou fixos, sejam eles metálicos ou não metálicos. Estas falhas proporcionaram o acúmulo de cargas eletrostáticas, que por sua vez deram origem a centelhas que serviram como fontes de ignição de atmosferas explosivas existentes, ocasionando grandes explosões, muitas delas com consequências fatais para as pessoas presentes aos locais destes acidentes. Podem ser citados como exemplos de equipamentos instalados em atmosferas explosivas sobre os quais existe a preocupação com o risco de ignição devido

à geração ou acúmulo de cargas eletrostáticas: tanques de armazenamento, vagões ou caminhões para transporte de materiais inflamáveis ou combustíveis, correias transportadoras, esteiras ou pontes rolantes, elevadores de canecas, contêineres ou equipamentos de processo ou tubulações fabricadas com materiais não metálicos (isolantes ou não condutivos), mangueiras fabricadas com materiais não condutivos, caminhões com vácuo, equipamentos para transporte pneumático e outros similares.

No caso em que os dois materiais são condutivos, ocorre a recombinação das cargas eletrostáticas e nenhuma quantidade significativa de carga eletrostática permanece em nenhum dos dois materiais após a separação. Nos casos em que um ou ambos os materiais sólidos forem do tipo "não condutivo", a recombinação eletrostática não ocorre completamente e os materiais separados retêm parte de sua carga eletrostática. Em função da distância entre as cargas serem extremamente pequenas no momento do contato ou da separação, o potencial gerado pode alcançar tensões da ordem de muitos kV, independentemente da pequena quantidade de cargas eletrostáticas envolvidas, o que pode dar origem a centelhas e a fontes de ignição.

A eletricidade estática pode ser normalmente causada por dois materiais isolantes diferentes em movimento e que estejam em contato ou atrito. Os elétrons mais afastados do núcleo de um material são transferidos para o outro material, de forma que o material que perde elétrons se torna positivamente carregado. Esta condição pode permanecer por algum tempo, uma vez que os materiais são isolantes e não proporcionam um caminho efetivo de retorno dos elétrons.

Os materiais plásticos de invólucros com tipo de proteção Ex "e" (segurança aumentada - Norma ABNT NBR IEC 60079-7) normalmente recebem adição de carbono, que é um material condutor de cargas eletrostáticas, de forma a atender aos requisitos de resistência máxima superficial indicados na Norma ABNT NBR IEC 60079-0 (109 Ω a 1011 Ω, dependendo da umidade relativa do ar). Além disso, este tipo de equipamento normalmente apresenta, em suas instruções específicas de instalação, o alerta de que a limpeza deve ser feita um pano úmido, de forma a evitar a geração de cargas eletrostáticas. Peças de vestuário fabricadas em nylon que são removidas do corpo são capazes de gerar cargas eletrostáticas em um nível de potencial suficiente para causar a ignição de gases inflamáveis, havendo registros históricos de ocorrência deste tipo de fonte de ignição. As rápidas movimentações de fluidos, como em jatos ou spray podem também gerar cargas eletrostáticas. Um jato de aerossol a partir de um recipiente pode gerar no bocal tensões eletrostáticas da ordem de 5 kV.

De forma similar, tensões da ordem de 10 kV ou mais, podem ser geradas no bocal de um equipamento de limpeza com vapor de alta pressão. O fluxo de líquidos ou gases inflamáveis ou de poeiras combustíveis através de tubulações e de equipamentos de processo provoca a geração de cargas eletrostáticas, as quais se concentram nas superfícies dos materiais, podendo causar potenciais eletrostáticos de magnitude da ordem de muitos milhares de Volt (kV).

Esta tensão eletrostática é inaceitável em áreas classificadas e deve ser eliminada assegurando-se que todas as tubulações e equipamentos de processo, elétricos e de automação estejam devidamente equipotencializados ou aterrados. A utilização de materiais não metálicos, como equipamentos com invólucros plásticos ou sistemas de bandejamento com coberturas plásticas com elevada resistência superficial podem gerar ou acumular uma quantidade inaceitável de carregamento eletrostático em áreas classificadas, caso não sejam tomadas medidas de controle para evitar estas situações de risco potencial de fontes de ignição. Dependendo do nível de carregamento eletrostático e dependendo da energia mínima de ignição de substâncias inflamáveis, os elevados potenciais eletrostáticos são capazes de gerar centelhas que podem causar a explosão de atmosferas explosivas.

O carregamento eletrostático em líquidos é essencialmente o mesmo processo que ocorre em sólidos, mas pode depender da presença de íons ou de partículas microscópicas carregadas eletrostaticamente. Os íons ou partículas de uma polaridade podem ser adsorvidas na interface entre os líquidos e estas então atraem íons de polaridade oposta, as quais formam uma camada difusa de carga eletrostática no líquido, próxima da interface. De acordo com os requisitos apresentados na especificação técnica internacional IEC TS 60079-32-1, o carregamento eletrostático por contato pode ocorrer nas interfaces de materiais sólido/sólido, líquido/ líquido ou sólido/líquido. Os gases inflamáveis não podem ser carregados, mas nos casos em que um gás inflamável contiver partículas sólidas ou gotículas de líquidos em suspensão, estas podem ser carregadas eletrostaticamente por contato, de forma que o gás inflamável pode acumular cargas eletrostáticas, com riscos de geração de centelhas.

No caso de materiais sólidos dissimilares inicialmente não carregados eletrostaticamente e no potencial do sistema de terra, uma pequena quantidade de carga eletrostática é transferida de um material para o outro, quando estes entram em contato, devido ao movimento relativo entre eles. Os dois materiais são, desta forma, carregados eletrostaticamente com cargas opostas e consequentemente passa a existir um campo elétrico entre eles. Se os materiais são então separados, um trabalho é realizado para superar o efeito de atração ocasionado neste momento pelas cargas elétricas opostas e pela diferença de potencial gerada entre eles. Esta diferença de potencial tende a carregar eletrostaticamente os pontos residuais de contato.

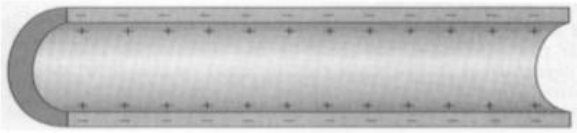
RISCOS DE IGNIÇÃO RELACIONADOS COM A GERAÇÃO E O ACÚMULO DE ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

A geração e o acúmulo de cargas eletrostáticas podem dar origem a riscos e problemas em uma ampla gama de indústrias e ambientes de trabalho, podendo provocar a ignição e explosão em indústrias de processos químicos, farmacêuticos, petroquímicos, silos de armazenamento de grãos e de processamento de alimentos.

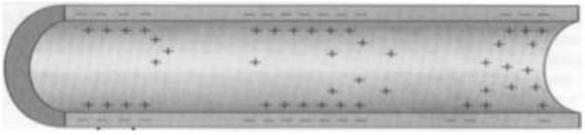
Uma das fontes primárias da geração de cargas eletrostáticas é o carregamento por contato entre diferentes materiais, ocasionando a eletrificação por contato. Nos frequentes casos de dois materiais ou substâncias previamente não carregadas entrarem em contato, como nos casos de transferência de materiais líquidos, sólidos ou na forma de poeira, ocorre geralmente uma transferência de cargas eletrostáticas na área de fronteiras em comum entre estes materiais. Além disto, no momento da separação destes materiais, cada superfície se carrega de uma carga igual, de polaridade oposta, gerando eletricidade estática.

Como exemplos de mecanismos de geração de eletricidade estática em áreas classificadas podem ser citados: o fluxo de líquidos inflamáveis ou poeiras combustíveis em tubulações e equipamentos de processo, o contato e separação de sólidos, por exemplo, na movimento de correias transportadoras ou em filmes plásticos sobre rolos, a movimentação de pessoas e o fenômeno de indução, devido a objetos que atingem um elevado potencial elétrico ou ficam carregados eletrostaticamente por estarem no interior de um campo elétrico.

O acúmulo de cargas eletrostáticas em tubulações e equipamentos de processo devido à movimentação de fluidos em seu interior é representada simplificadamente na figura a seguir.



Distribuição uniforme de cargas elétricas em tubulação sem fluxo de fluido em seu interior



Concentração de cargas elétricas em tubulação com fluxo de fluido gerando potencial eletrostático

Podem ser citados também como exemplos típicos de carregamento eletrostático em líquidos: o fluxo de um líquido através de tubulação, bomba ou filtro, ocasionando a agitação e a atomização do líquido. Se o líquido contém uma segunda fase imiscível na forma de sólidos finos em suspensão ou líquidos finamente dispersos ou bolhas de ar, o carregamento eletrostático é elevado, em função da grande área de interface. Os objetos condutivos podem também se tornar carregados por meio de indução, nos casos em que estes objetos tenham estado no interior de um campo elétrico produzido por outros objetos carregados, ou devido a condutores com um alto potencial elétrico presentes ao seu redor. Todos os objetos podem também se tornar carregados eletrostaticamente se partículas carregadas ou moléculas ionizadas se acumularem sobre estes objetos.

Dentre os problemas associados com a geração e o acúmulo da eletricidade estática em áreas classificadas podem ser citados os seguintes:

- Falhas no sistema de aterramento e equipotencialização de máquinas, equipamentos de processo e de instalações industriais
- Riscos eletrostáticos causados pela movimentação de pessoas
- O armazenamento, manuseio e movimentação de sólidos e poeiras combustíveis, incluindo o transporte pneumático
- O armazenamento, manuseio e movimentação de líquidos inflamáveis
- A manipulação de gases e vapores inflamáveis em altas pressões e vazões

Podem ser citados como exemplos dos riscos de ignição causados pela geração ou pelo acúmulo de cargas eletrostáticas em áreas classificadas:

- Ignição ou explosão de atmosferas explosivas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis
- Choque eletrostático em combinação com outros riscos de geração de fontes de ignição, como quedas, impactos ou separação de objetos
- Choques eletrostáticos com riscos de ferimentos graves ou mesmo de perda de vida
- Danos a componentes eletrônicos

Uma descarga eletrostática ocorre quando o potencial do campo eletrostático ultrapassa a rigidez dielétrica do material dielétrico. Uma descarga eletrostática ocorre quando a força do campo elétrico excede o nível de dielétrico do ar atmosférico (da ordem de 10 a 20 kV/cm) em condições ambientais normais.

Diversos tipos de descargas eletrostáticas podem levar a uma ignição eletrostática, dependendo das características (como a Mínima Energia de Ignição - MIE) dos gases inflamáveis ou poeiras combustíveis que estiverem presentes no local da instalação, em área classificada. Além dos riscos relacionados a geração de fontes de ignição em áreas classificadas, a eletricidade estática pode também apresentar problemas operacionais durante os processos de fabricação e manuseio, como por exemplo, provocando a aderência dos materiais uns aos outros, ou atraindo poeiras ou materiais particulados.

RISCOS DA ELETRICIDADE ESTÁTICA ASSOCIADOS AOS MATERIAIS CONDUTORES ISOLADOS

A eliminação das fontes de ignição com elevado potencial eletrostático em atmosferas explosivas pode ser considerada um ponto de partida óbvio na etapa de projeto das instalações industriais e dos equipamentos de processo. Uma das principais áreas de preocupação são aquelas que podem apresentar os denominados materiais “condutores isolados”. Estes materiais, peças ou equipamentos condutores são objetos condutivos que podem permanecer eletricamente isolados de sistemas aterrados de forma acidental ou inadvertida.

A isolação elétrica de objetos metálicos representa o risco de evitar que cargas eletrostáticas que tenham se acumulado no objeto possam se dissipar com segurança para o sistema de aterramento, resultando desta forma na elevação de seu potencial. No

caso destes condutores isolados eletrostaticamente carregados se aproximarem de um outro objeto que esteja aterrado ou com baixo potencial, pode haver o risco de ignição de uma atmosfera explosiva, devido à liberação de energia na forma de centelhas com energia capaz de causar uma explosão. São tradicionalmente reconhecidos alguns tipos de conjuntos de montagem (Skids) interconectados no sistema de processo de uma planta, como por exemplo, os equipamentos de processamento de poeiras combustíveis, os quais representam uma preocupação de fonte de ignição em áreas classificadas, pois pode haver partes metálicas ou equipamentos que podem estar eletricamente isolados entre si de forma acidental ou inadvertida.

De forma similar, também são tradicionalmente reconhecidos como uma preocupação os trechos isolados de tubulações para transporte de líquidos, gases ou para transporte pneumático, que podem também representar condutores isolados, resultando na geração e subsequente acúmulo de cargas eletrostáticas capazes de causar centelhamentos em atmosferas explosivas. Nestes casos, se houver uma falha na continuidade de terra ou de equipotencialização, as cargas eletrostáticas não serão capazes de serem adequadamente dissipadas, permitindo a existência de uma alta tensão potencial, a qual será descarregada em uma primeira oportunidade.

Desta forma, a geração e o acúmulo de cargas em equipamentos de processo ou de transporte de poeiras combustíveis, gases inflamáveis ou transporte pneumático representa um risco eletrostático em atmosferas explosivas a ser mitigado. Pode haver nas instalações “Ex” diversos casos de condutores isolados, incluindo acoplamentos metálicos, flanges, acessórios de tubulação, válvulas, vasos transportáveis, containers portáteis, funis e até mesmo pessoas.

Durante as operações diárias em instalações industriais em áreas classificadas, como na indústria do petróleo, petroquímica, farmacêutica, de alimentos, os condutores isolados são considerados como sendo uma fonte possível de acidentes envolvendo ignição de atmosferas explosivas.

ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

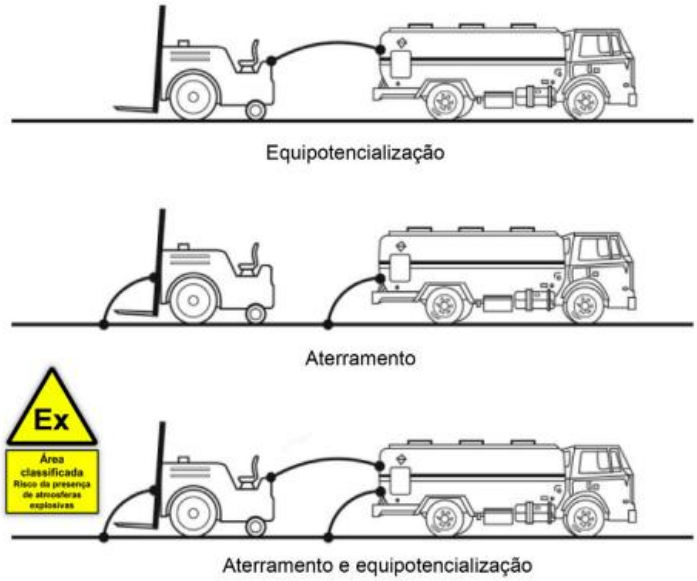
A equipotencialização é a técnica utilizada para minimizar a diferença de potencial entre dois objetos condutivos, de forma que fiquem no mesmo valor. Os objetos nestes casos não são aterrados. O aterramento, por outro lado, é a técnica de equalizar a diferença de potencial entre dois objetos condutivos e o terra. A combinação das técnicas de equipotencialização e de aterramento é utilizada de forma a manter o potencial do sistema sob consideração no potencial zero do sistema de terra.

Podem ser citados como principais objetivos dos circuitos de aterramento e equipotencialização:

- Eliminar a possibilidade de choques elétricos para as pessoas
- Proporcionar a devida operação de dispositivos de proteção de forma que o tempo de duração das correntes de falta seja minimizado

- Equalizar o potencial de tensão de partes metálicas não destinadas à condução de corrente
- Evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas geradas pela movimentação de fluidos nos equipamentos de processo

As atividades de equipotencialização e de aterramento de aeronaves durante o processo de reabastecimento evita o acúmulo de cargas eletrostáticas que são geradas pela movimentação do querosene ou da gasolina de aviação, as quais poderiam, em caso contrário, causar a ignição dos vapores combustíveis. A seguir é apresentado um exemplo de aterramento e de equipotencialização para controle de eletricidade estática em atmosferas explosivas, com base nos requisitos especificados na ABNT IEC TS 60079 32 1 - Atmosferas explosivas - Parte 32-1: Riscos eletrostáticos, orientações.



Aterramento e equipotencialização de equipamentos em áreas classificadas contra o acúmulo de cargas eletrostáticas

Em áreas classificadas, a eliminação das fontes de ignição deve ser considerada como um requisito fundamental, sendo que a implantação de um sistema efetivo de aterramento e de equipotencialização representa um critério básico de projeto. Além de evitar o acúmulo de eletricidade estática, o sistema de aterramento contribui também para a devida atuação de dispositivos de proteção contra faltas a terra, no caso da ocorrência de falhas do isolamento para a terra em equipamentos e circuitos elétricos, os quais rapidamente desligam o circuito. Caso contrário, poderia ocorrer a existência de pontos quentes com temperatura excessiva (acima da classe de temperatura do local da instalação) ou a geração de arcos elétricos devido à falha do isolamento.

Condutores para equipotencialização de potencial de equipamentos e instalações em áreas classificadas

A Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14 apresenta requisitos específicos sobre a equalização de potencial de equipamentos e instalações em áreas classificadas, especificando, dentre outros requisitos, a seção nominal de condutores de equipotencialização, ou seja, condutores que fazem com que as partes metálicas não

destinadas à condução de corrente estejam devidamente equipotencializadas entre si e com o sistema de aterramento. A seção nominal mínima dos condutores de equipotencialização para a conexão principal para uma barra de aterramento deve ser de 6 mm2 e as conexões suplementares devem possuir uma seção nominal mínima de 4 mm2. A especificação da seção nominal dos condutores de equipotencialização deve levar em consideração a utilização de condutores com seções nominais maiores, devido à necessidade de resistência mecânica contra impactos, queda de objetos sobre os cabos e possibilidade de tráfego de pessoas ou de equipamentos pesados. Por conexão "principal" pode ser entendido, por exemplo, o cabo que interliga diretamente (equipotencializa) uma malha de terra com uma barra de terra "principal". Por conexões "suplementares" pode ser entendido, por exemplo, um cabo de equipotencialização que interliga uma barra terra "principal" com uma barra de terra "secundária", instalada no interior de um painel de controle ou de uma caixa de junção.

Muitas vezes este conceito é aplicado de forma "conservativa", sob o ponto de vista da frequente existência de uma conexão metálica dos equipamentos "Ex" com tubulações que já estão solidamente equipotencializadas com o sistema de terra. A possibilidade de não conexão por meio de cabos de equipotencialização a equipamentos "Ex" que já estejam equipotencializados por meio de conexão sólida com estruturas já equipotencializadas e aterradas é indicado na Seção "equalização de potencial" da Norma ABNT NBR IEC 60079-14. Nestes casos, a instalação eventualmente "desnecessária" de longos cabos de equipotencialização implicam em maior custo de aquisição de material e de montagem, sem a respectiva elevação dos níveis de segurança "Ex", à luz dos requisitos de "equalização de potencial" apresentados na Norma ABNT NBR IEC 60079-14. Sobre a equalização de potencial, a Norma ABNT NBR IEC 60079-14 indica que "prensa-cabos que incorporam dispositivos de fixação que fixem a malha ou a armadura do cabo podem ser utilizados para fornecer a ligação equipotencial". Sobre este tema, a Norma ABNT NBR IEC 60079-14 indica também que "Invólucros metálicos de equipamentos intrinsecamente seguros ou de energia limitada não necessitam estar conectados a um sistema de ligação equipotencial".

Como pode ser verificado não são todos os equipamentos ou instrumentos "Ex" que necessitam possuir condutores de equipotencialização. Por exemplo, se um instrumento "Ex" estiver solidamente fixado a uma estrutura metálica, como um suporte de fixação ou tubulação, que proporciona uma equalização muito melhor que um condutor com seção de 4 mm2, a qual que proporcione uma efetiva ligação equipotencial com o sistema de terra, não existe neste caso, de acordo com a Norma ABNT NBR IEC 60079-14, a necessidade da instalação de um condutor de equipotencialização específico. Este tipo de montagem pode ser verificado em muitas instalações de campo para instrumentos "Ex".

Neste mesmo exemplo, caso a estrutura metálica de suportação do equipamento "Ex" esteja fixada em material não condutor, como no concreto (material não condutivo), existe a necessidade desta estrutura metálica ser equipotencializada com o sistema de terra, por meio de um cabo com seção de 4 mm2. Com esta "equipotencialização" da estrutura metálica, os equipamentos "Ex" a serem nela fixados não necessitam possuir um condutor "específico" de equipotencialização.

Este tipo de ligação equipotencial está claramente indicado na Norma ABNT NBR IEC 60079-14: “Partes condutoras expostas não necessitam estar individualmente conectadas ao sistema de ligação equipotencial, se eles estiverem firmemente fixados e em contato metálico com partes estruturais condutoras ou tubulações que são conectadas ao sistema de ligação equipotencial.” Por este motivo, de acordo com os requisitos da Norma ABNT NBR IEC 6009-14, os instrumentos, caixas de junção elétrica, botoeiras, instrumentos ou equipamentos de telecomunicações somente necessitam possuir um condutor “específico” para equipotencialização caso estejam fixados em uma estrutura não condutora, a qual não proporcione uma efetiva ligação equipotencial. Nestes casos “particulares”, deve haver um cabo com seção nominal de 4 mm2 que interliga uma barra de terra principal com uma barra de terra secundária que esteja instalada no interior destes equipamentos que estejam eventualmente “isolados” (não equipotencializados). Nos casos em que não seja feita a equipotencialização da estrutura metálica engastada no concreto, então os equipamentos e instrumentos “Ex” fixados nesta estrutura “isolada” devem ser individualmente equipotencializados com cabos de 4 mm2.

SOLUÇÕES DE PROBLEMAS E CONTROLE DE RISCOS RELACIONADOS À ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

A eletricidade estática é facilmente capaz de causar a ignição de gases ou vapores inflamáveis em áreas classificadas, e a sua presença em processos químicos, petroquímicos e da indústria do petróleo e gás representa um risco elevado, que deve ser devidamente levado em consideração e devidamente controlado, por meio de medidas adequadas de segurança e de prevenção nas etapas de projeto dos equipamentos e das instalações, na especificação dos equipamentos e nos procedimentos de operação. A solução para os riscos eletrostáticos em áreas classificadas geralmente não pode ser tratada de uma forma “isolada”. Em particular, devem ser tomadas as ações necessárias no sentido de prover as instalações “Ex” de sistemas de aterramento, inclusive onde estes possam interferir com outros sistemas de proteção, como por exemplo, a proteção catódica ou equipamentos, circuitos e sistemas intrinsecamente seguros.

No caso de sistemas de proteção catódica, os flanges terminais das tubulações, que são isolados dos flanges dos trechos da tubulação, não protegidos catodicamente, devem ser adequadamente protegidos contra a ocorrência de elevados potenciais eletrostáticos, por meio da instalação adicional de supressores de surto (varistores) cuja função é descarregar para o sistema de aterramento as eventuais tensões elevadas que possam surgir entre as faces dos flanges do trecho isolado e do trecho não isolado. O objetivo fundamental de uma abordagem de segurança em instalações elétricas e mecânicas em atmosferas explosivas é manter no menor nível possível a carga eletrostática acumulada, gerada pelos fenômenos eletrostáticos. Este objetivo pode ser atingido minimizando a utilização de materiais isolantes ou evitando a existência de materiais condutivos isolados do sistema de terra.

A utilização de materiais condutivos ou dissipativos pode ser considerada como uma prática recomendada, de forma que uma adequada e segura conexão com o sistema de terra possa drenar as cargas eletrostáticas acumuladas. A resistência dos materiais dissipativos se situa na faixa entre 105 Ω a 1011 Ω. As técnicas de aterramento e de equipotencialização são métodos considerados eficazes para evitar o acúmulo e permitir a dissipação de cargas eletrostáticas em atmosferas explosivas, prevenindo a ocorrência de riscos de ignição.

Deve ser ressaltado que os materiais condutores que se tornem eventual, acidental ou inadvertidamente isolados do sistema de aterramento, podem apresentar potenciais eletrostáticos muito elevados, devido ao carregamento decorrente da movimentação de líquidos, como em tanques metálicos de armazenamento, estruturas metálicas existentes em tanques ou quaisquer outras partes metálicas isoladas que podem se tornar associadas à movimentação dos líquidos. Isso pode ocasionar descargas centelhantes capazes de atuar como fontes de ignição em áreas classificadas. Portanto, todas as partes condutivas de um sistema envolvendo tubulações, válvulas e equipamentos de processo destinados ao armazenamento e movimentação de líquidos devem ser adequadamente equipotencializadas e interligadas ao sistema de terra. Os tanques de armazenamento de produtos inflamáveis devem ser periodicamente inspecionados para assegurar que não existam partes metálicas soltas ou partes condutivas não aterradas de forma não intencional, por exemplo, partes flutuantes metálicas sobre o líquido inflamável contido no interior do tanque de armazenamento.

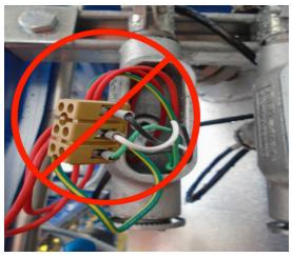
Dentre as soluções para os riscos de ignição decorrentes de descargas eletrostáticas em atmosferas explosivas estão o projeto de sistemas efetivos de equipotencialização e aterramento, a especificação de equipamentos de processo fabricados em materiais metálicos ou condutivos, a não existência intencional de materiais condutores isolados, a implantação de procedimentos de operação que reduzam a geração de cargas eletrostáticas, procedimentos de aterramento temporário de equipamentos de processo móveis ou transportáveis ou de veículos, e adequados procedimentos de inspeção e manutenção dos sistemas de aterramento em áreas classificadas. As cargas eletrostáticas podem também ser reduzidas por meio de implantação de procedimentos de operação de processo, como por exemplo, a redução das vazões através das tubulações, pela adição de compostos antiestáticos nos líquidos de baixa condutividade, pela utilização de tubulações ou equipamentos condutivos ou fabricados de materiais com alto teor de carbono e de aterramento temporário de veículos ou de equipamentos móveis ou transportáveis.

A devida conscientização das pessoas envolvidas com atividades de projeto, montagem, inspeção, manutenção e operação de equipamentos e instalações, sobre os riscos relacionados com cargas eletrostáticas em áreas classificadas, tendo como base os requisitos especificados nas ABNT IEC TS 60079-32-1 e ABNT NBR IEC 60079-32-1 certamente contribuem para a redução de fontes de ignição que podem resultar em grandes explosões, contribuindo para a elevação dos níveis de conformidade normativa e de segurança das instalações e pessoas que trabalham em atmosferas explosivas.

SERVIÇOS DE CAMPO QUE NÃO PODEM SER FEITOS EM EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES "EX" EM ÁREAS CLASSIFICADAS

As Normas Técnicas Brasileiras adotadas da Série ABNT NBR IEC 60079 especificam os procedimentos que devem ser feitos em termos de seleção de equipamentos e montagem de instalações de instrumentação, automação, telecomunicações e elétrica em áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis. As normas técnicas não apresentam, por outro lado, as ações "incorretas" ou os procedimentos que não podem ser feitos em áreas classificadas, as quais podem ser indevidamente realizadas por profissionais que não possuem os devidos conhecimentos dos requisitos normativos aplicáveis. São apresentados a seguir alguns exemplos de montagem de equipamentos "Ex", que não atendem aos requisitos de seleção, projeto e montagem de equipamentos e instalações em áreas classificadas, os quais são apresentados na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14.

Não podem ser utilizadas fitas isolantes para a execução de "emendas" de cabos em áreas classificadas

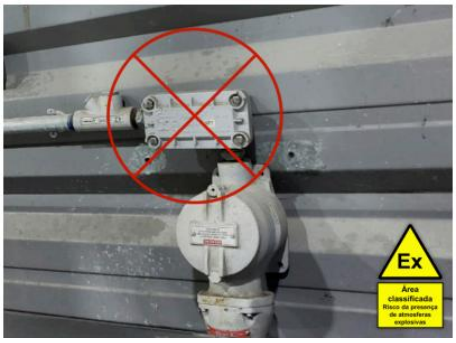


Não podem ser indevidamente instalados conectores ou bornes terminais sem certificação "Ex" no interior de caixas de "passagem" de cabos (conduletes para eletrodutos)

Não podem ser indevidamente instalados conectores ou bornes terminais sem certificação "Ex" no interior de caixas de "passagem" de cabos (conduletes para eletrodutos)

Utilização indevida de silicone para a selagem e vedação de juntas de passagem de chama em invólucros metálicos do tipo "à prova de explosão"

Utilização indevida de fitas do tipo "veda rosca" em juntas roscadas de invólucros metálicos do tipo "à prova de explosão



Exemplo de caixa de passagem (condulete) Ex "d" conectado, de forma indevida, diretamente a invólucro Ex "d" (tomada de força), não atendendo ao "critério do invólucro" da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14. Neste caso, a caixa de passagem (condulete) foi indevidamente utilizada como uma "caixa de junção", com a indevida instalação, em seu interior, de forma "não autorizada pelo fabricante", de terminais sem certificação "Ex" para a conexão de cabos. Em áreas classificadas, as conexões dos cabos devem ser feitas no interior de caixas de terminais (junction box) com certificação "Ex", como por exemplo, Ex "e". A unidade seladora Ex "d" para eletroduto deve estar conectada "o mais próximo possível" do ponto de entrada de cabos ao invólucro metálico Ex "d", o que não ocorreu neste exemplo de instalação incorreta

Utilização indevida de eletrodutos flexíveis com certificação Ex "d" conectados diretamente a invólucros metálicos do tipo "à prova de explosão"

GESTÃO DA CONFORMIDADE: DOCUMENTOS ESSENCIAIS EM ÁREAS EX

A segurança contra explosões é um processo contínuo de verificação e registro. A documentação formal garante que as barreiras de proteção sejam mantidas, que as inspeções sejam realizadas no prazo e que as atividades de alto risco sejam executadas sob controle.

Checklist de Verificação e Inspeção de Equipamentos Ex

O *checklist* de inspeção não é burocracia; é a **ferramenta primária para manter a integridade** dos Equipamentos Ex (à prova de explosão).

Importância do Checklist

- **Manutenção da Certificação:** Um equipamento certificado só é seguro se for mantido conforme o projeto original. O *checklist* garante que as características essenciais de proteção (como integridade da carcaça, vedação, aperto de parafusos e estado do preenchimento de areia ou óleo) não foram violadas ou deterioradas.
- **Detecção Precoce de Falhas:** Ajuda a identificar problemas antes que se tornem fontes de ignição. Exemplos: corrosão em invólucros, acúmulo de poeira que leva ao superaquecimento ou a falta de aperto em bornes que pode gerar faíscas.
- **Rastreabilidade e Conformidade:** Fornece o registro formal de que a inspeção foi realizada, por quem, e quais ações corretivas foram tomadas. Isso é essencial para atender às exigências da **NR-10** e de normas como a ABNT NBR IEC 60079-17 (Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas em Áreas Classificadas).

Quando Realizar a Inspeção

As inspeções de equipamentos Ex são classificadas por frequência, dependendo da criticidade e da Zona:

- **Inspeção Visual (Diária/Semanal):** Realizada pelo operador. Verifica sinais óbvios de dano externo (componentes quebrados, corrosão, acúmulo excessivo de sujeira/poeira).
- **Inspeção Detalhada (Anual/Semestral):** Requer a abertura do equipamento (com permissão) e medições (ex: resistência de isolamento, folgas). Deve ser realizada por **pessoal qualificado**.

- **Inspeção Inicial:** Realizada antes da energização do equipamento novo ou após um reparo significativo, para garantir que a instalação está de acordo com a documentação.

Documentos de Gestão de Riscos e Produtos
Estes documentos fornecem o conhecimento técnico necessário para operar e gerenciar os riscos de forma segura, conforme exigido pela **NR-20**.

Ficha com Dados de Segurança (FDS, Antiga FISPQ)
- **O que é:** Documento obrigatório que fornece informações detalhadas sobre os perigos de um produto químico.
- **Importância:** É a fonte primária de dados para o gerenciamento de Atmosferas Explosivas:
  - Informa o **Limite Inferior de Explosividade (LIE)** e o **Limite Superior de Explosividade (LSE)**.
  - Informa a **Temperatura de Ignição** da substância (classe de temperatura - T-Class).
  - Detalha a **Energia Mínima de Ignição (EMI)**.
  - Define as medidas de controle e os agentes extintores adequados em caso de incêndio/explosão.
- **Quando Usar:** Deve ser consultada durante a **Análise de Risco**, na definição dos procedimentos de manuseio, e obrigatoriamente, em situações de emergência.

Prontuário da Instalação (NR-10)
- **O que é:** Conjunto de documentos que detalha as instalações elétricas e as medidas de proteção.
- **Importância para Ex:** Deve conter o **Desenho de Classificação de Áreas** e a documentação técnica dos equipamentos Ex instalados. Isso garante que as decisões de manutenção e as modificações futuras respeitem os limites da área classificada.
- **Quando Usar:** Deve estar permanentemente acessível e ser revisado sempre que houver modificações significativas na instalação ou nos processos.

Permissão de Trabalho (PT) e Outros Controles
A PT e o Gerenciamento de Mudanças são os instrumentos de controle administrativo que evitam a introdução acidental de um risco.

Permissão de Trabalho (PT)
- **O que é:** Documento formal que autoriza a execução de um trabalho não rotineiro, por tempo limitado e sob condições específicas de segurança.
- **Importância:** É o instrumento legal que **controla a introdução de fontes de ignição** em áreas de risco. Para atividades a quente em Áreas Classificadas, a PT exige a verificação de **ausência de gás/vapor (medição)** e o controle de todo o entorno (aterramento, proteção de bueiros, barreiras).
- **Quando Usar:** Sempre que houver **trabalho a quente**, entrada de veículos não certificados, uso de equipamentos elétricos não fixos, ou qualquer serviço que possa desviar dos procedimentos operacionais padrão.

Gerenciamento de Mudanças (MOC - *Management of Change*)

- **O que é:** Procedimento que exige a análise e a aprovação formal de segurança antes que qualquer alteração (em equipamentos, processos, matérias-primas ou procedimentos) seja implementada.
- **Importância:** Previne que uma pequena mudança desfaça todo o sistema de proteção Ex. Exemplo: se uma nova matéria-prima for utilizada, o MOC exige que se verifique a nova **FDS** para garantir que a **EMI** não é mais baixa, o que exigiria a reclassificação de área ou a troca de equipamentos Ex.
- **Quando Usar:** Antes de qualquer alteração que afete a documentação (FDS, classificação de área, diagramas elétricos).

Em resumo, a segurança contra explosões é construída sobre **conhecimento (FDS)**, **planejamento (PT)** e **manutenção da conformidade (Checklists)**. A falha em qualquer um desses documentos representa uma falha no sistema de gestão de segurança.

Exemplo de Lista de Verificação para inspeção de equipamentos e instalações com tipos de proteção Ex "d", Ex "e", Ex "nA", Ex "nC, Ex "nR", Ex "t" ou Ex "tD"

	Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n" / Ex "t"/ Ex "tD"		
	📋: Requerido para todos os tipos de proteção "Ex", n: requerido somente para o tipo de proteção Ex "n", t: requerido somente para os tipos Ex **"t"** e Ex **"tD"**	GRAU DE INSPEÇÃO "Ex"								
		D	A	V	D	A	V	D	A	V
A	**GERAL (Todos os equipamentos "Ex")**									
1	O equipamento "Ex" está apropriado para os requisitos de EPL ou ZONA do local da instalação	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
2	O GRUPO do equipamento "Ex" está correto	📋	📋		📋	📋		📋	📋	
3	A CLASSE DE TEMPERATURA do equipamento "Ex" está correta (somente áreas classificadas contendo para gases inflamáveis)	📋	📋		📋	📋		n	n	
4	A TEMPERATURA MÁXIMA DE SUPERFÍCIE do equipamento "Ex" está correta							t	t	
5	O GRAU DE PROTEÇÃO (Código IP) do equipamento "Ex" é apropriado para o nível de proteção / grupo / condutividade	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋

	Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n" / Ex "t"/ Ex "tD"		
	📋: Requerido para todos os tipos de proteção "Ex", n: requerido somente para o tipo de proteção Ex "n", t: requerido somente para os tipos Ex **"t"** e Ex **"tD"**	GRAU DE INSPEÇÃO "Ex"								
		D	A	V	D	A	V	D	A	V
A	**GERAL (Todos os equipamentos "Ex")**									
6	A identificação do circuito está correta	📋			📋			📋		
7	A identificação do circuito do equipamento "Ex" está disponível	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
8	O invólucro, as partes de vidro e vedações ou compostos de selagem vidro/metal estão satisfatórios	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
9	Não existem danos ou modificações não autorizadas	📋			📋			📋		
10	Não existem evidências de modificações não autorizadas		📋	📋		📋	📋		📋	📋
11	Os parafusos, dispositivos de entrada de cabos (*direta e indireta*) e bujões de selagem são do tipo correto e estão completamente apertados									
	◗ Verificação FÍSICA	📋	📋		📋	📋		📋	📋	
	◗ Verificação VISUAL			📋			📋			📋
12	As tampas roscadas dos invólucros são do tipo correto, estão apertadas e fixada									
	◗ Verificação FÍSICA	📋	📋							
	◗ Verificação VISUAL			📋						
13	As faces dos flanges estão limpas e não danificadas e as vedações, se existentes, estão satisfatórias	📋								
14	A condição das juntas de vedação do invólucro está satisfatória	📋			📋			📋		
15	Não existe evidência de ingresso de água ou poeira no involucro, de acordo com o grau de proteção (Código IP)	📋			📋			📋		
16	As dimensões dos interstícios das juntas flangeadas estão: ◗ Dentro dos limites, de acordo com a documentação do fabricante ou ◗ Dentro dos valores máximos permitidos pela norma aplicável de fabricação, na época da instalação ou ◗ Dentro dos valores máximos permitidos pelo prontuário das instalações	📋								
17	As conexões elétricas estão apertadas				📋			📋		
18	Terminais não utilização estão apertados				📋			n		
19	Dispositivos de manobra encapsulados e dispositivos selados hermeticamente não estão danificados							n		

	Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n" / Ex "t"/ Ex "tD"		
	📋: Requerido para todos os tipos de proteção "Ex", n: requerido somente para o tipo de proteção Ex "n", t: requerido somente para os tipos Ex **"t"** e Ex **"tD"**	GRAU DE INSPEÇÃO "Ex"								
		D	A	V	D	A	V	D	A	V
A	**GERAL (Todos os equipamentos "Ex")**									
20	Componentes encapsulados não estão danificados				📋			n		
21	Componentes à prova de explosão não estão danificados				📋			n		
22	Invólucros de respiração restrita estão satisfatórios (somente tipo de proteção Ex "nR")							n		
23	Conexão de ensaio, se instalada, está funcional (somente tipo de proteção Ex "nR")							n		
24	Operação de respiro está satisfatória (somente tipo de proteção Ex "nR")	📋			📋			n		
25	Dispositivos de respiro e de drenagem estão satisfatórios	📋	📋		📋	📋		n	n	
	Equipamentos específicos (Luminárias "Ex")									
26	Lâmpadas fluorescentes não estão apresentando os efeitos de EOL (*End Of Life*)				📋	📋	📋	📋	📋	📋
27	Lâmpadas de descarga não estão apresentando os efeitos de EOL *(End Of Life)*	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
28	Tipo, características, pinos, configuração e posição da lâmpada estão corretos	📋			📋			📋		
	Equipamentos específicos (Motores "Ex")									
29	Ventiladores do motor possuem distâncias de afastamento adequadas para o invólucro ou tampas, sistemas de resfriamento não estão danificados, fundações do motor não possuem indícios de trincas	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
30	A circulação de ar de ventilação não está impedida	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
31	A resistência de isolação dos enrolamentos do motor está satisfatória	📋			📋			📋		
B	**INSTALAÇÃO – Requisitos gerais**									
1	O tipo do cabo está apropriado	📋			📋			📋		
2	Não existem danos evidentes nos cabos	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
3	A selagem de feixes, dutos, tubos ou eletrodutos está satisfatória	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
4	As unidades seladoras e caixas de cabos estão corretamente preenchidas	📋								
5	A integridade do sistema de eletrodutos e as interfaces com os sistemas mistos estão mantidas	📋			📋			📋		

	Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n" / Ex "t"/ Ex "tD"		
	📋: Requerido para todos os tipos de proteção "Ex", n: requerido somente para o tipo de proteção Ex "n", t: requerido somente para os tipos Ex **"t"** e Ex **"tD"**	GRAU DE INSPEÇÃO "Ex"								
		D	A	V	D	A	V	D	A	V
B	**INSTALAÇÃO – Requisitos gerais**									
6	As conexões de aterramento, incluindo quaisquer conexões de aterramento suplementares estão satisfatórias (por exemplo, as conexões estão apertadas e os condutores são de seção nominal transversal suficiente)									
	◗ Verificação FÍSICA	📋			📋			📋		
	◗ Verificação VISUAL		📋	📋		📋	📋		📋	📋
7	A impedância da malha de falta (em Sistemas TN) ou resistência de aterramento (em Sistemas IT) está satisfatória	📋			📋			📋		
8	Os dispositivos automáticos de proteção elétrica operam dentro dos limites permitidos	📋			📋			📋		
9	Os dispositivos de proteção elétrica automáticos estão calibrados corretamente (sem possibilidade de rearme automático)	📋			📋			📋		
10	As condições específicas de utilização, se aplicável, estão atendidas (Certificados de conformidade com Sufixo "X")	📋			📋			📋		
11	Os cabos que não estão sendo utilizados estão corretamente terminados	📋			📋			📋		
12	As obstruções adjacentes às juntas flangeadas à prova de explosão estão de acordo com a Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-14	📋	📋	📋						
13	A instalação de conversores com tensão ou frequência variável está de acordo com a documentação	📋	📋		📋	📋		📋	📋	
	INSTALAÇÃO – Sistemas de aquecimento "Ex"									
14	Os sensores de temperatura estão funcionando de acordo com a documentação do fabricante	📋			📋			t		
15	Os dispositivos de desligamento de segurança funcionam de acordo com os documentos do fabricante	📋			📋			t		
16	O ajuste do dispositivo de desligamento de segurança está travado	📋	📋		📋	📋				
17	O rearme do dispositivo de desligamento de segurança de um sistema de aquecimento é possível somente por meio de uma ferramenta	📋	📋		📋	📋				
18	O rearme automático não é possível	📋	📋		📋	📋				
19	O rearme de um dispositivo de desligamento de segurança sob condições de falta é evitado	📋			📋					

	Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n" / Ex "t"/ Ex "tD"		
	📋: Requerido para todos os tipos de proteção "Ex", n: requerido somente para o tipo de proteção Ex "n", t: requerido somente para os tipos Ex **"t"** e Ex **"tD"**	GRAU DE INSPEÇÃO "Ex"								
		D	A	V	D	A	V	D	A	V
B	**INSTALAÇÃO – Requisitos gerais**									
20	O dispositivo de desligamento de segurança é independente do sistema de controle	📋			📋					
21	A chave de nível está instalada e corretamente ajustada, se requerido	📋			📋					
22	A chave de fluxo está instalada e corretamente ajustada, se requerido	📋			📋					
	INSTALAÇÃO – Motores "Ex"									
23	Os dispositivos de proteção operam dentro dos limites permitidos de tE ou tA				📋					
C	**MEIO AMBIENTE ou condições ambientais do local da instalação "Ex"**									
1	O equipamento "Ex" está adequadamente protegido contra corrosão, intempéries, vibração e outros fatores e influências externas adversos	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
2	Não existe acúmulo indevido de poeira ou sujeira	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋	📋
3	O isolamento elétrico está limpo e seco				📋			📋		

A Tabela a seguir deve ser utilizada para a execução das atividades de inspeções detalhadas, apuradas ou visuais em equipamentos Ex "i" ou instalações intrinsecamente seguras ou para equipamentos associados [Ex "i"].

Lista de Verificação para inspeção de equipamentos e instalações intrinsecamente seguras com tipo de proteção Ex "i"

	Verificar que:	Grau de inspeção DETALHADO	Grau de inspeção APURADO	Grau de inspeção VISUAL
A	**Equipamento Ex "i" ou equipamento associado [Ex "i"]**			
1	A documentação do circuito ou equipamento "Ex" está apropriada com os requisitos de EPL ou ZONA do local da instalação	📋	📋	📋
2	O equipamento Ex "i" instalado é aquele especificado na documentação	📋	📋	
3	O NÍVEL DE PROTEÇÃO e o GRUPO do circuito ou equipamento "Ex" estão corretos	📋	📋	

	Verificar que:	Grau de inspeção DETALHADO	Grau de inspeção APURADO	Grau de inspeção VISUAL
A	**Equipamento Ex "i" ou equipamento associado [Ex "i"]**			
4	O grau de proteção (Código IP) é apropriado para materiais presentes do Grupo III	✓	✓	
5	A CLASSE DE TEMPERATURA do equipamento "Ex" está correta	✓	✓	
6	A faixa de temperatura ambiente do equipamento "Ex" é correta para a instalação	✓	✓	
7	A faixa de temperatura de serviço do equipamento "Ex" é correta para a instalação	✓	✓	
8	A instalação está claramente identificada	✓	✓	
9	O invólucro, as partes de vidro e vedações ou compostos de selagem vidro ou metal estão satisfatórios	✓		
10	Os prensa-cabos e bujões de vedação "Ex" são dos tipos corretos, completos e apertados. Verificação física ou verificação visual	✓	✓	✓
11	Não existem modificações não autorizadas	✓		
12	Não existem modificações não autorizadas visíveis		✓	✓
13	As barreiras de segurança a diodo, isoladores galvânicos, relé e outros dispositivos de limitação de energia são dos tipos aprovados, instalados de acordo com os requisitos da certificação e quando requerido, solidamente aterrados	✓	✓	✓
14	As condições do invólucro e das juntas de vedação estão satisfatórias	✓		
15	As conexões elétricas estão apertadas	✓		
16	As placas de circuito impresso estão limpas e não danificadas	✓		
17	A tensão máxima Um dos equipamentos associados não está excedida	✓	✓	
B	**Instalação de equipamentos Ex "i"**			
1	Os cabos estão instalados de acordo com a documentação	✓		
2	As blindagens dos cabos estão aterradas de acordo com a documentação (diagramas de malha ou de interligação)	✓		
3	Não existem danos evidentes nos cabos	✓	✓	✓

	Verificar que:	Grau de inspeção DETALHADO	Grau de inspeção APURADO	Grau de inspeção VISUAL
B	**Instalação de equipamentos Ex "i"**			
4	A selagem de eletrodutos, dutos e elementos de passagem está satisfatória			
5	Todas as conexões ponto-a-ponto estão corretas (diagramas de malha ou de interligação)			
6	A continuidade de aterramento está satisfatória (por exemplo, as conexões estão apertadas e os condutores possuem seção transversal adequada) para circuitos não isolados galvanicamente			
7	As conexões de aterramento mantêm a integridade do tipo de proteção "Ex"			
8	O aterramento de circuitos intrinsecamente seguros está satisfatório			
9	A resistência de isolamento está satisfatória			
10	Está mantida a separação entre os circuitos intrinsecamente seguros e os circuitos não intrinsecamente seguros nas caixas de junção ou nos painéis de relés ou de barreiras			
11	A proteção contra curto-circuito da fonte de alimentação das barreiras de proteção está de acordo com a documentação			
12	As condições específicas de utilização, se aplicável, estão atendidas (Certificados de conformidade com Sufixo "X")			
13	Os cabos não utilizados estão com os terminais adequadamente isolados			
C	**MEIO AMBIENTE ou condições ambientais do local da instalação "Ex"**			
1	O equipamento "Ex" está adequadamente protegido contra corrosão, intempéries, vibração e outros fatores e influências externas adversos			
2	Não há acúmulo indevido de poeira e sujeira			

A Tabela a seguir deve ser utilizada para a execução das atividades de inspeções detalhadas, apuradas ou visuais em equipamentos Ex "p" (invólucros pressurizados).

Lista de Verificação para inspeção de equipamentos e instalações com tipos de proteção Ex "p"

	Verificar que:	Grau de inspeção DETALHADO	Grau de inspeção APURADO	Grau de inspeção VISUAL
A	**EQUIPAMENTO "Ex"**			
1	O equipamento "Ex" é apropriado para os requisitos de EPL ou ZONA do local da instalação			
2	O GRUPO do equipamento "Ex" está correto			
3	A CLASSE DE TEMPERATURA do equipamento ou a temperatura de superfície está correta			
4	A identificação do circuito do equipamento "Ex" está correta			
5	A identificação do circuito do equipamento "Ex" está disponível			
6	O invólucro, as partes de vidro e as vedações ou compostos de selagem vidro/metal estão satisfatórios			
7	Não há modificações não autorizadas			
8	Não há modificações não autorizadas visíveis			
9	A potência, o tipo e a posição da lâmpada estão corretos			
B	**INSTALAÇÃO de equipamentos "Ex"**			
1	O tipo de cabo está adequado			
2	Não há danos evidentes nos cabos			
3	As conexões de aterramento, incluindo quaisquer ligações de aterramento suplementares, estão satisfatórias, por exemplo, as conexões estão apertadas e os condutores possuem seção transversal suficiente ◗ Verificação FÍSICA ◗ Verificação VISUAL			
4	A impedância da malha de falta (em Sistemas TN) ou a resistência de aterramento (em Sistemas IT) está satisfatória			
5	Os dispositivos de proteção elétricos automáticos operam dentro dos limites permitidos			

	Verificar que:	Grau de inspeção DETALHADO	Grau de inspeção APURADO	Grau de inspeção VISUAL
B	**INSTALAÇÃO de equipamentos "Ex"**			
6	Os dispositivos de proteção elétricos automáticos estão ajustados corretamente			
7	A temperatura de entrada do gás de proteção está abaixo da máxima especificada			
8	Os dutos, tubos e invólucros estão em boas condições			
9	O gás de proteção está substancialmente livre de contaminantes			
10	A pressão ou vazão do gás de proteção está adequada			
11	Os indicadores de pressão ou vazão, alarmes e intertravamentos funcionam corretamente			
12	As condições das barreiras de partículas e centelhas dos dutos de exaustão do gás situadas em área classificada estão satisfatórias			
13	As condições específicas de utilização, se aplicável, estão atendidas (Certificados de conformidade com Sufixo "X")			
C	**MEIO AMBIENTE ou condições ambientais do local da instalação "Ex"**			
1	O equipamento "Ex" está adequadamente protegido contra corrosão, intempérie, vibração e outros fatores e influências externas adversos			
2	Não há acúmulo indevido de poeira e sujeira			

As inspeções devem ser realizadas preferencialmente utilizando sistemas informatizados, em função das grandes quantidades de inspeções que necessitam ser realizadas em uma determinada instalação, bem como inspeções iniciais, a cada instalação ou reinstalação de cada equipamento de instrumentação, automação, telecomunicação, elétrico ou mecânico "Ex". A elevada quantidade de inspeções "Ex" deve-se também ao fato da necessidade de execução de inspeções periódicas, a intervalos máximos de três anos, em cada equipamento "Ex" existente, instalado de forma fixa. Para equipamentos "Ex" utilizados de forma portátil, pessoal o móvel, o período entre inspeções "Ex" apuradas é de doze meses, de acordo com a Norma ABNT NBR IEC 60079-17. Considerando, por exemplo, uma empresa que possua, em suas diferentes unidades, localizadas geograficamente em diferentes localidades, nas quais existam a instalação total de 400.000 equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos "Ex", existe a previsão de necessidade de execução de mais de 3,2 milhões de inspeções "Ex" ao longo de um período de 24 anos, com base em inspeções individuais de cada equipamento "Ex" a cada três anos. Para cada "desvio" ou "não conformidade" encontrado em cada um dos equipamentos "Ex" existentes, devem ser feitos os devidos registros nos respectivos relatórios de inspeção, individualizados para cada equipamento "Ex" e devem ser automaticamente programadas as datas das devidas correções.

Exemplo de permissão de trabalho em instalações com atmosferas potencialmente explosivas

PT - Para Atividades em Instalações com Atmosferas Potencialmente Explosivas											**Nº de ordem:**
Endereço:								**Bairro:**			
Data	**Hora início:**			**Hora fim:**			**Nº de pessoas:**	**Telefones em caso de emergência:**000			
Emissor da PT:								**Função:**			
RISCOS NO LOCAL DE TRABALHO											
Observação	**SIM**	**NÃO**	**N/A**	**Observação**	**SIM**	**NÃO**	**N/A**	**Observação**	**SIM**	**NÃO**	**N/A**
1. EPI de acordo com DI-039				**8. Ferramentas insuficientes**				**15. Escadas inadequadas**			
2. Rede elétrica subterrânea				**9 .Queda de pessoas/objetos**				**16. Gases de escapamento**			
3. Iluminação insuficiente				**10.Equipefadigadaou insuficiente**				**17. Roubo/furto local**			
4. Presença de chuva/garoa/lama				**11. Pedestres próximos ao local**				**18. Piso local em desnível**			
5. Vala com tamanho insuficiente				**12. Solapamento de vala**				**19. Piso escorregadio**			
6. Trânsito intenso no local				**13. Ruído excessivo/incômodo**				**20. Presença de poeiras/fumaça**			
7. Terreno em aclive/declive				**14. Presença de esgoto**				**21. Outros**			
Observações relacionadas aos riscos presentes no local de trabalho:											

CHECKLIST - Para liberação da PT (NÃO pode haver itens não conforme para liberar essa atividade)			
VERIFICAÇÕES NA ATIVIDADE	**C**	**NC**	**N/A**
1. Foi verificado as condições da área com risco de explosividade conforme metodologia aplicável (Rinologia, Teste de espuma, Detector de gás ou Detector multigás)?			
2. Foi mapeado saídas de emergência (rota de fuga) no local?			
3. Há extintores de incêndio disponíveis em local visível, de preferência próximos á saída de emergência (rota de fuga)?			
4. Foi monitorado a possibilidade de presença de gases com detector multigases devidamente calibrado?			
5. Os aparelhos elétricos ou eletrônicos manuais, portáteis e transportáveis que possuam pilhas ou baterias, são compátiveis para serem utilizados na atividade?			
6. O detector operacional multigases foi testado antes da utilização e fora do local da atividade?			
7. O Manômetro utilizado está com o prazo de aferição/calibração dentro da validade?			
8. Antes da abertura total da tampa da caixa subterrânea, foi averiguado a profundidade da mesma e a medição dos limites de explosividade no seu interior?			
9. As pessoas envolvidas na atividade estão utilizando uniforme com resistência a chamas adequadamente? (Não sendo permitido o uso de acessórios e tecidos de nylon, polyester e outros materiais sintéticos.)			
10. O local dispõe de equipamentos e sistemas de iluminação certificados pelo SBAC para atividades em atmosferas explosivas (lanterna, holofote, cabos, extensões e tomadas)?			
11. As pessoas envolvidas possuem treinamento adequado com a carga horária própria para atividade que realizam?			
12. Está sendo utilizados os EPIs obrigatórios para essa atividade?			
13. O ambiente e as ferramentas de trabalho estão organizados?			
14. As condições meteorológicas permitem a execução da atividade? OBS: A operação deve ser abortada se houver ocorrência ou ameaça de chuva com granizo e/ou raios.			
15. Todas as fontes de ignição foram eliminadas nos pontos utilizados na operação, incluindo: fumo, iluminação não intrinsecamente segura, celulares e outros equipamentos elétricos? Também foi verificado que não há sinal de fogo ou indício de queimada nas proximidades?			

PROVIDÊNCIAS PREPARATÓRIAS	**PLANO DE EMERGÊNCIA - HOSPITAL MAIS PRÓXIMO**

OBS: CASO HOUVER DÚVIDA SOBRE OS RISCOS CONSULTAR APR (ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS)

FUNCIONÁRIOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE		
Nome Legível	**Função**	**Assinatura**

Atividade liberada:			**( ) SIM ( ) NÃO**	**Assinatura emissor da PT:**

RESPONSABILIDADES DO EMPREGADO E EMPREGADOR

A segurança em Atmosferas Explosivas (Ex) é uma responsabilidade compartilhada, mas com papéis e deveres bem definidos pela legislação (principalmente NR-10 e NR-20). A clareza sobre quem faz o quê é essencial para evitar falhas e garantir que os procedimentos sejam cumpridos.

Responsabilidades do Empregador

O empregador detém a responsabilidade legal primária por garantir um ambiente de trabalho seguro. Seu papel é estabelecer, financiar e manter todo o sistema de proteção contra explosões.

Engenharia, Documentação e Certificação

- **Implementar a Classificação de Áreas:** Realizar e manter atualizada a classificação das áreas de risco (Zonas 0, 1, 2, 20, 21, 22), conforme as normas técnicas vigentes (ABNT NBR IEC 60079). Esta é a base de todo o sistema de segurança.
- **Garantir a Conformidade dos Equipamentos:** Adquirir e instalar **somente equipamentos elétricos e não elétricos com certificação "Ex"** adequada à Zona classificada. O empregador deve manter a documentação de certificação e as inspeções atualizadas.
- **Manter a Integridade da Instalação:** Estabelecer e executar um rigoroso **plano de manutenção preventiva** para todos os equipamentos Ex, sistemas de aterramento, ventilação e detecção de gases, garantindo que suas características de segurança não se deteriorem.
- **Gerenciamento de Riscos e Documentação:** Elaborar e manter a documentação exigida, como a Análise de Risco (APR), o Prontuário da Instalação (NR-10) e o Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndios e Explosões (NR-20).

Controle Operacional e Treinamento

- **Fornecer Equipamentos de Proteção:** Fornecer gratuitamente os **EPIs e EPCs** adequados e certificados ao risco, incluindo vestimentas e calçados antiestáticos, ferramentas antifaiscantes e dispositivos eletrônicos intrinsecamente seguros.
- **Garantir a Capacitação:** Promover o treinamento específico e contínuo para todos os trabalhadores envolvidos, garantindo que eles compreendam os riscos das atmosferas explosivas, a classificação de área e os procedimentos de segurança (NR-10 e NR-20).
- **Estabelecer Procedimentos Operacionais Seguros (POS):** Criar e implementar procedimentos claros para todas as atividades críticas (Permissão de Trabalho para atividade a quente, aterramento, LOTO, etc.), garantindo que a segurança seja o passo zero de qualquer tarefa.
- **Monitorar e Fiscalizar:** Supervisionar continuamente o ambiente de trabalho e o cumprimento das normas, garantindo que o plano de segurança esteja sempre em vigor e que o trabalhador cumpra os POS.

Responsabilidades dos Trabalhadores

Os trabalhadores são a última e mais importante barreira de segurança. Eles são responsáveis pela execução diária e pela vigilância constante do ambiente de trabalho.

Conhecimento e Cumprimento das Regras

- **Participar Ativamente do Treinamento:** Engajar-se e absorver o conteúdo dos treinamentos fornecidos pelo empregador, buscando o esclarecimento de dúvidas sobre a natureza dos riscos Ex e os procedimentos aplicáveis.
- **Cumprir Rigorosamente os Procedimentos:** Seguir todas as instruções contidas nos **Procedimentos Operacionais Seguros (POS)** e nas **Permissões de Trabalho (PT)**, jamais realizando atividades críticas sem a autorização formal.
- **Utilizar Corretamente os EPIs:** Usar e conservar os **EPIs antiestáticos** e outros equipamentos de proteção de forma adequada, informando o supervisor sobre qualquer dano ou defeito que comprometa sua eficácia.
- **Conhecer a Classificação da Área:** Saber em qual Zona (de 0 a 22) está trabalhando e quais são as restrições de equipamentos e fontes de ignição específicas para aquela área.

Atitude Preventiva e Comunicação

- **Manter a Ordem e Limpeza:** Contribuir ativamente para a **limpeza (housekeeping)** da Área Classificada, especialmente o controle de acúmulo de poeiras combustíveis e a organização de materiais que possam dificultar a evacuação ou o acesso à emergência.
- **Fiscalizar e Inspecionar:** Antes de iniciar qualquer tarefa, verificar se os EPCs (como aterramentos, ventilação e barreiras) estão instalados e funcionando corretamente. **Nunca assumir** que um sistema está seguro.
- **Comunicar Imediatamente Irregularidades:** Reportar ao superior imediato ou à segurança do trabalho qualquer condição que possa representar risco de explosão, como:
  - **Vazamentos** ou odores de produtos inflamáveis.
  - **Equipamentos danificados** ou sem a marcação "Ex" adequada.
  - **Falha no aterramento** ou acúmulo de poeira.
  - **Ocorrência de faíscas** ou superaquecimento.

- **Não Gerar Fontes de Ignição:** Nunca portar ou utilizar dispositivos eletrônicos pessoais (celulares comuns, isqueiros) ou ferramentas não certificadas dentro das Áreas Classificadas, sob nenhuma hipótese.

A segurança em ambientes Ex é uma parceria: o **Empregador** cria o sistema e fornece as ferramentas; o **Trabalhador** executa o trabalho com a disciplina e vigilância necessárias para manter esse sistema operacional e eficaz.

TERMOS TÉCNICOS E DEFINIÇÕES SOBRE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES “EX”

São indicados a seguir alguns dos termos técnicos “Ex” mais usualmente aplicados na área de segurança de equipamentos e instalações de instrumentação, de telecomunicações, de automação, elétricas e mecânicas em áreas classificadas, os quais colaboram no sentido de um melhor entendimento dos principais conceitos e serviços relacionados com atmosferas explosivas.

Deve ser ressaltada a necessidade de consulta à Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60050-426 (Vocabulário eletrotécnico internacional - Parte 426: Atmosferas explosivas), que apresenta a definição de diversos termos relacionados com equipamentos e instalações em atmosferas explosivas.

Área classificada: área na qual uma atmosfera explosiva está presente, ou pode estar presente, em quantidades que requeiram precauções especiais para o projeto, fabricação de equipamentos "Ex", instalação, utilização, inspeção, manutenção e reparo ou recuperação de equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos, ao longo do ciclo total de vida das instalações "Ex".
Área não classificada: Área na qual uma atmosfera explosiva não é prevista estar presente em quantidades que necessitem de precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos.
Atmosferas explosivas: misturas com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis ou combustíveis na forma de gases, vapores, poeiras, fibras ou partículas em suspensão, as quais, após a ignição, permitem a propagação autossustentada de uma explosão.
Avaliação de competências pessoais: processo que faz parte da avaliação em um processo de certificação e que mede as competências dos candidatos por um ou mais meios, como exames escritos, orais, práticos ou por observação [Norma ABNT NBR ISO/IEC 17024].
Certificado: Documento que assegura a conformidade de um produto, processo, sistema, pessoa ou organização, de acordo com requisitos específicos.
Certificado de competências pessoais "Ex": documento emitido por um organismo de certificação reconhecido por um Sistema de Certificação de Competências Pessoais "Ex", que evidencia que a pessoa certificada foi avaliada e atende aos critérios estabelecidos nas Unidades de Competência "Ex" aplicáveis para as atividades desempenhadas.
Classe de temperatura: sistema de classificação de equipamentos "Ex", baseado na sua máxima temperatura de superfície, relacionada com a atmosfera explosiva específica para a qual o equipamento é destinado.
Competência: capacidade demonstrada de aplicar conhecimentos ou habilidades e, onde pertinente, atributos pessoais, demonstrados conforme estabelecido no respectivo esquema de certificação [Norma ABNT NBR ISO/IEC 17024].
EPL (Equipment Protection Level): Nível de proteção proporcionado pelos equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex", com base na probabilidade do equipamento se tornar uma fonte de ignição, aplicados para atmosferas explosivas de gases inflamáveis (G), de poeiras combustíveis (D - Dust) e atmosfera explosiva em minas subterrâneas de carvão (M). Os níveis de proteção proporcionados pelos equipamentos elétricos ou mecânicos "Ex" são Ga, Gb, Gc, Da, Db, Dc, Ma ou Mb [Norma ABNT NBR IEC 60050-426].
Equipamentos "Ex": equipamentos de instrumentação, de automação, de telecomunicações, elétricos ou mecânicos nos quais medidas de projeto e construtivas foram aplicadas de forma a assegurar que as fontes de ignição efetivas foram mitigadas, de acordo com os requisitos do EPL proporcionado pelo equipamento.
Gases ou vapores inflamáveis: gases ou vapores que quando misturados com o ar, em determinadas concentrações, formam uma atmosfera explosiva de gás ou vapor.

Inspeção: Ação que compreende um exame criterioso de um item, realizado com ou sem sua desmontagem, ou adicionalmente com desmontagem parcial, como requerido, complementado por meios como medição, de forma a se chegar a uma conclusão confiável das condições de um item [Norma ABNT NBR IEC 60050-426].

Pessoa competente "Ex": pessoa que pode demonstrar uma combinação de conhecimentos e habilidades, de forma a realizar, de forma efetiva, eficiente e segura, atividades em áreas classificadas, de acordo com os requisitos legais e normativos aplicáveis. As competências pessoais "Ex" são especificadas por atividades a serem executadas ou supervisionadas, por exemplo, classificação de áreas, projeto, seleção de equipamentos, instalação, manutenção, testes de campo, inspeção, reparos, recuperação ou auditorias de equipamentos ou instalações de automação, de telecomunicações, de instrumentação, elétricas ou mecânicas em áreas atmosferas explosivas.

Poeiras combustíveis: pequenas partículas sólidas, de tamanho nominal de 500 µm ou menor, podendo estar suspensas no ar, que se depositam sob o efeito de seu próprio peso e que podem entrar em combustão, em condições normais de temperatura e pressão.

Processo de certificação de competências pessoais: atividades pelas quais um organismo de certificação estabelece que uma pessoa atende aos requisitos de competência especificados, incluindo solicitação, avaliação, decisão sobre certificação, supervisão, recertificação e utilização de certificados e logotipos ou marcas [Norma ABNT NBR ISO IEC 17024].

Serviços de inspeção de equipamentos e instalações "Ex": ações que incluem um cuidadoso exame, avaliação e testes de um equipamento ou instalação "Ex", realizadas com ou sem a sua desmontagem, ou com o auxílio de desmontagem parcial, se requerido, complementadas por meios como medições, de forma a se chegar a uma conclusão confiável das condições de segurança contra o risco de um equipamento, dispositivo ou sistema "Ex" se tornar uma fonte de ignição.

Serviços de manutenção de equipamentos e instalações "Ex": ações efetuadas para manter um equipamento "Ex" nas condições compatíveis com os requisitos das especificações aplicáveis, de modo a executar suas funções originais requeridas, de acordo com os requisitos da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-17. As atividades de manutenção "Ex" são consideradas as combinações de quaisquer ações realizadas para manter um equipamento, dispositivo ou sistema "Ex" ou restituí-lo às condições nominais de operação.

Serviços de reparo de equipamentos "Ex": ações de restaurar um equipamento "Ex" defeituoso às suas condições de serviço e de acordo com as normas pertinentes, com base nos requisitos da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079 19.

Serviços de recuperação de equipamentos "Ex": meios de reparo de um equipamento "Ex" envolvendo, por exemplo, a remoção ou adição de material para recuperar componentes que tenham sofrido danos permanentes, de forma a recuperar estes equipamentos ou componentes à condição de serviço, com base nas normas pertinentes, de acordo com os requisitos da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-19.

Temperatura de ignição (camada de poeira combustível): menor temperatura de uma superfície quente na qual ocorre a ignição de uma camada de poeira de espessura especificada sobre esta superfície quente.

Temperatura de ignição (gases inflamáveis): menor temperatura de uma superfície aquecida, a qual, sob condições especificadas na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1, provoca a ignição de uma substância inflamável na forma de uma mistura de gás ou vapor com o ar.

Temperatura de ignição (nuvem de poeira combustível): menor temperatura da parede interna quente de um forno na qual ocorre a ignição de uma nuvem de poeira no ar contida dentro do forno. A temperatura de ignição de uma nuvem de poeira pode ser determinada pelo método de ensaio indicado na Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-2.

Tipos de proteção "Ex": medidas específicas e normalizadas aplicadas aos equipamentos de instrumentação, de automação, de telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex", de forma a evitar a indevida ignição de uma atmosfera explosiva de gás inflamável ou poeira combustível que possa estar presente ao seu redor, especificados nas Normas Técnicas Brasileiras adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079.

Usuário de equipamentos ou instalações "Ex": uma organização ou uma pessoa que é o proprietário dos equipamentos ou das instalações "Ex", primariamente responsável pelas atividades de classificação de áreas, seleção, projeto, instalação, inspeção, manutenção, reparo, recuperação, auditorias e gestão de ativos "Ex", não sendo um fabricante dos equipamentos de automação, de instrumentação, de telecomunicações, elétricos ou mecânicos "Ex" ou uma empresa de prestação de serviços "Ex".

Zonas: Áreas classificadas com base na frequência e duração da ocorrência de uma atmosfera explosiva formada por gases inflamáveis (Zonas 0, 1, 2) ou por poeiras combustíveis (Zonas 20, 21 ou 22).