

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ATMOSFERA EXPLOSIVA

Gonçalo de Jesus Soares¹; Vagner Mendes Gomes²

Fabricio Silveira Chaves³ (Orientador)

Esdras de Oliveira Eler⁴ (Coorientador)

Curso de Engenharia Elétrica 1º Semestre de 2015

Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG

¹gjsaores@gmail.com; ²vmgomes2009@yahoo.com.br ³fabricio.chaves@prof.unibh.br;

⁴esdras.eler@unibh.br.

RESUMO: O TRABALHO EM QUESTÃO TRATA O TEMA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ATMOSFERA EXPLOSIVA, TENDO O OBJETIVO DE MOSTRAR UMA ORIENTAÇÃO QUE SIRVA PARA AQUELES QUE TRABALHAM EM ÁREAS ONDE EXISTAM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM AMBIENTES COM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS. MOSTRANDO O QUE É DEFINIÇÃO DE ÁREA CLASSIFICADA E ZONEAMENTO, TIPOS DE FONTES DE IGNIÇÃO, AS EXIGÊNCIAS DAS NORMAS REGULAMENTADORAS DO MINISTÉRIO DO TRABALHO DE NUMERO 10 E 16 (NR-10 E NR-16) PARA INDÚSTRIAS SUJEITAS A RISCOS DE EXPLOÇÃO, EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PARA ÁREAS CLASSIFICADAS, OS TIPOS DE PROTEÇÃO, MÉTODOS DE INSTALAÇÃO E INSPEÇÕES DE SISTEMAS ELÉTRICOS, SENDO REALIZADO UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO DAS NORMAS TÉCNICAS, LIVROS E REVISTAS ESPECIALIZADAS QUE ABORDAM ESSE TEMA, TENDO COMO DESTAQUE A SERIE DE NORMAS ABNT NBR IEC 60079-0 A 60079-35-2, QUE REGE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ATMOSFERA EXPLOSIVA NO BRASIL.

PALAVRAS-CHAVE: ATMOSFERA EXPLOSIVA, ÁREAS CLASSIFICADAS.

SUMMARY: THE PRESENT PROJECT IS ABOUT ELECTRICAL INSTALLATIONS IN EXPLOSIVE ATMOSPHERE, WITH THE AIM OF PRESENTING AN ORIENTATION TO SERVE FOR THOSE WHO WORK IN AREAS WHERE THERE ARE ELECTRICAL INSTALLATIONS IN ENVIRONMENTS WITH EXPLOSIVE ATMOSPHERES. A DEFINITION OF CLASSIFIED AREA AND ZONING IS PROPOSED, AS WELL AS TYPES OF SOURCES OF IGNITION AND THE REQUIREMENTS NUMBERS 10 AND 16 (NR- 10 AND NR -16) OF THE REGULATORY STANDARDS OF THE WORK MINISTRY TO INDUSTRIES THAT ARE SUBJECT TO EXPLOSION HAZARDS. ELECTRICAL EQUIPMENT FOR HAZARDOUS AREAS, TYPES OF PROTECTION, INSTALLATION METHODS AND INSPECTIONS OF ELECTRICAL SYSTEMS ARE ALSO ANALYZED BASED ON A LITERATURE STUDY OF TECHNICAL STANDARDS, BOOKS AND MAGAZINES THAT ADDRESS THIS ISSUE, ESPECIALLY THE SERIES OF ABNT NBR IEC 60079-0 STANDARDS 60079-35-2, GOVERNING ELECTRICAL INSTALLATIONS IN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IN BRAZIL.

KEY-WORDS: EXPLOSIVE ATMOSPHERE, HAZARDOUS LOCATIONS

1 INTRODUÇÃO

Instalações Elétricas em sistemas Industriais que processam substâncias inflamáveis apresentam um elevado grau de risco tanto no que se refere a dano pessoal, quanto material. Estas instalações para o segmento industrial obrigatoriamente devem atender requisitos técnicos e legais e também garantir a segurança dos profissionais que atuam nestes locais/ambientes.

Para definir se a instalação necessita ou não ser projetada e construída seguindo tais requisitos, há um método para mensurar o grau de proteção de sua execução, tal método é denominado classificação de áreas.

A classificação de áreas é um método de análise dos locais de instalação dos equipamentos elétricos, que leva em consideração o tipo de substância inflamável presente no ambiente, as suas características, a probabilidade dessa substância ser liberada para o meio externo e as condições ambientais, sendo divididas em Zona 0 (Alta Liberação), Zona 1 (Liberação Mediana) e Zona 2 (Baixa Liberação).

Definida a classificação, é necessário adequar o projeto de tal forma que, quando as instalações elétricas estiverem em funcionamento, não se tornem fontes de ignição para uma possível explosão. Os equipamentos elétricos podem se tornar fontes de ignição na presença de vapores ou gases inflamáveis,

devido à formação de arcos elétricos, aquecimento ocasionado por sobrecorrentes ou em temperatura normal de funcionamento.

2 PROBLEMAS DE PESQUISA

Instalações Elétricas em áreas que apresentam atmosferas potencialmente perigosas apresentam peculiaridades na concepção do projeto, na manutenção, ou mesmo ao acesso, e tal assunto não é abordado de maneira incisiva na formação técnica dos profissionais do setor elétrico.

Devido a essa necessidade, este trabalho tem objetivo de orientar aqueles que trabalham em áreas onde existam instalações elétricas em ambientes com atmosferas explosivas.

3 OBJETIVOS

- Definir área classificada e zoneamento;
- Identificar os tipos fontes de ignição;
- Esclarecer as exigências da NR-10 e NR-16 para indústrias sujeitas a riscos de explosão;
- Identificar equipamentos elétricos para áreas classificadas;
- Determinar os tipos de proteção;
- Definir métodos de instalação, manutenção e inspeção de sistemas elétricos em áreas classificadas.

4 JUSTIFICATIVA

Atualmente no cenário brasileiro, o mercado carece de profissionais habilitados a trabalhar em empreendimentos que apresentam áreas classificadas. Este trabalho visa aprofundar no tema abordado, bem como garantir a expansão do conhecimento profissional.

5 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo bibliográfico das normas técnicas, livros e revistas especializadas que abordam o tema em questão, tendo como destaque a série de normas **ABNT NBR IEC 60079** (Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas), que rege as Instalações Elétricas em Atmosfera Explosiva no Brasil.

6 ÁREAS CLASSIFICADAS

São vários os tipos de explosão, mas o que é importante se destacar é que tal fato não acontece somente pela presença de um elemento específico em determinado local, mas sim pela quantidade, como esse elemento se dispersa no ar e sua concentração no ambiente. Com essa ideia é feita a classificação de áreas nestes locais.

6.1 DEFINIÇÕES DE ATMOSFERA EXPLOSIVA E ÁREA CLASSIFICADA

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-10 (7)*, as definições para atmosfera explosiva e área classificada são:

Atmosfera Explosiva: mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa ou poeira, na qual, após ignição, inicia-se uma combustão autossustentada através da mistura remanescente.

Área Classificada: área na qual está presente uma atmosfera explosiva de gás, ou ainda é esperada estar presente, em quantidades tais que requeiram precauções especiais para a construção, instalação e uso de equipamentos.

6.2 DEFINIÇÕES DE RISCO

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-10 (7)*, o elemento básico para se definirem as áreas classificadas consiste na identificação das fontes de risco e na determinação do seu grau de periculosidade.

Considerando que uma atmosfera explosiva somente pode existir se houver algum material inflamável (gás, poeira ou vapor) juntamente com o ar, **é necessário identificar onde a liberação destes materiais inflamáveis pode criar uma atmosfera explosiva em um processo.**

Cada equipamento do processo (tanques, bombas, tubulações) deve ser considerado uma fonte potencial de risco de liberação de gás inflamável. Equipamentos que não liberam materiais inflamáveis e equipamentos que contenham material inflamável, porém não existe liberação para o meio externo (união soldada de tubulação) não é considerada fonte de risco.

Se for estabelecido que o equipamento possa liberar material inflamável para a atmosfera, é necessário, em primeiro lugar, determinar o grau de risco de liberação de acordo com as definições, estabelecendo a frequência e a duração da liberação.

Deve ser reconhecido que a abertura de partes de sistemas de processo fechados (por exemplo, durante troca de filtros) deve também ser considerada fonte de risco quando da elaboração da classificação de áreas. Por meio deste procedimento, cada fonte de risco deve ser denominada como de grau contínuo, grau primário ou grau secundário.

As fontes de grau contínuo geram risco de forma contínua ou durante longos períodos. As fontes de grau primário geram risco de forma periódica ou ocasional durante condições normais de operação e as fontes de grau secundário geram risco somente em condições anormais de operação e quando isto acontece é por curtos períodos.

Se a quantidade de material inflamável possível de ser liberado for pequena, mas o risco potencial existe, pode não ser apropriado utilizar esse procedimento

de classificação de áreas, nesses casos, as considerações devem ser analisadas caso a caso.

A classificação de áreas de equipamentos de processo onde o material inflamável é queimado deve levar em consideração suas etapas do ciclo de purga, partida e parada.

6.3 DEFINIÇÕES DE ZONEAMENTOS PARA GASES E VAPORES

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-10 (7)*, as definições de zoneamento para gases e vapores são apresentadas a seguir.

Zona 0 – É um local onde a ocorrência de mistura inflamável é contínua ou existe por longos períodos.

Zona 1 – É um local onde a ocorrência de mistura inflamável acontece em condições normais de operação do equipamento.

Zona 2 – É um local onde a ocorrência de mistura inflamável é pouco provável de acontecer e se acontecer é por curtos períodos, estando associada à operação anormal do equipamento de processo.

6.4 DEFINIÇÕES DE ZONEAMENTOS PARA POEIRAS E FIBRAS

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-10 (7)*, as definições de zoneamento para poeiras e fibras são apresentadas a seguir.

Zona 20 – É um local onde as poeiras ou fibras combustíveis estão presentes continuamente ou por longos períodos de tempo, em quantidade suficiente para oferecerem risco de formação de atmosfera explosiva.

Zona 21 – É um local onde as poeiras ou fibras combustíveis são prováveis de ocorrer ocasionalmente, em condições normais de operação,

em quantidade suficiente para oferecerem risco de formação de atmosfera explosiva.

Zona 22 – É um local onde as poeiras ou fibras combustíveis não são prováveis de ocorrer em condições normais de operação e em quantidades suficientes para oferecerem risco de formação de atmosfera explosiva.

6.5 APLICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EX EM FUNÇÃO DO ZONEAMENTO

A especificação dos diferentes tipos de proteção necessários aos diversos equipamentos elétricos a serem instalados na unidade sob análise, somente pode ser feita quando definida a classificação de áreas da unidade. Assim, tendo sido demarcadas as diferentes áreas, conhecidas como Zonas 0, 1 e 2, será possível escolher estes equipamentos utilizando a tabela a seguir:

ZONA	TIPO DE PROTEÇÃO	CÓDIGO
0	Intrinsecamente Seguro Encapsulado	ia ma
1	A prova de Explosão Pressurizado Imersão em Areia Imersão em Óleo Segurança Aumentada Intrinsecamente Seguro Encapsulado	d px ou py q o e ib mb
2	Pressurizado Intrinsecamente Seguro Não Acendível Encapsulado	pz ic nA, nR, nL e nC mc
20	Intrinsecamente seguro Encapsulado Proteção por invólucro	ia ma tD
21	Intrinsecamente seguro Encapsulado Proteção por invólucro Pressurizado	ib mb tD pD
22	Intrinsecamente seguro Encapsulado Proteção por invólucro Pressurizado	ic mc tD pD

Tabela 1 – Tabela de referencia de zoneamento
Fonte: ABNT NBR 60079-10 (7)

6.6 DESENHOS DE CLASSIFICAÇÃO E DEMARCAÇÃO DE ÁREAS

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-10 (7)*, os desenhos de classificação de área devem incluir plantas e elevações, que mostrem o tipo e a extensão das zonas, temperatura de ignição, classe de temperatura e grupo do gás. Onde todas estas informações devem ser documentadas.

Os desenhos também devem incluir outras informações relevantes tais como:

- A localização e identificação das fontes de risco. Para plantas grandes e complexas ou áreas de processo, pode ser útil numerar as fontes de risco, para facilitar a correlação de dados entre as informações técnicas de classificação de área e os desenhos.
- A posição das aberturas em edificações (por exemplo, as portas, janelas, entradas e saídas de ar para ventilação).

Uma legenda dos símbolos deve ser indicada em cada desenho. Símbolos diferentes podem ser necessários onde os múltiplos grupos de equipamentos e/ou as classes da temperatura são requeridas dentro do mesmo tipo de zona.

7 FONTES DE COMBUSTÍVEIS

7.1 GASES E VAPORES INFLAMÁVEIS

Os Gases e Vapores Inflamáveis são substâncias que misturadas ao ar e recebendo calor adequado entram em combustão, causando explosões.

7.1.1 INDÚSTRIAS SUJEITAS AO RISCO DE EXPLOSÕES POR GASES E VAPORES INFLAMÁVEIS

Indústrias: Químicas, Petroquímicas (Plataformas, Refinarias, Terminais e Bases de Distribuição), Fabricantes de Gases Industriais, Usinas de Açúcar e Álcool, Fábricas de Tintas, Farmacêuticas, Fertilizantes, Fabricantes de Defensivos Agrícolas, Fabricantes de Borrachas, Fabricantes de Essências e Fragrâncias, Fabricantes de Adesivos e Colas, etc.

Área urbana: Postos de Gasolina, Distribuidoras de GLP, Comércio de Alimentos (utilizando GLP), Hospitais, Estações de Tratamento de Esgotos, Usinas de Reciclagem de Lixo Orgânico, Galerias de Concessionárias para Distribuição de Gás Natural, Telefonia e Energia Elétrica, Condomínios Residenciais Verticais utilizando Grupos Geradores movidos a Óleo Diesel, etc.

7.2 POEIRAS COMBUSTÍVEIS (EXPLOSIVAS)

Embora os riscos de explosão se associem apenas a presença de produtos inflamáveis em forma de gases e vapores, estes riscos também existem em ambientes industriais onde haja a presença de pó pela manipulação de sólidos a granel, como por exemplo, o caso de armazéns e silos.

Quando se escuta falar de explosões de pós fica-se surpresos ao saber que produtos como farinha, pó de alumínio, magnésio, amidos, etc. representem riscos com consequências tão desastrosas. Mas é fato que, em geral, materiais combustíveis e convertidos em pó, sofrem uma combustão tão rápida que geram uma onda de pressão e uma fonte de chama (combustão) tão grande que é capaz de destruir todo um parque industrial.

7.2.1 INDÚSTRIAS SUJEITAS AO RISCO DE EXPLOSÕES POR POEIRAS COMBUSTÍVEIS

INDÚSTRIA	MATERIAL COMBUSTÍVEL
Indústria Alimentícia	Pó de grãos, cereais e legumes, leite em pó e derivados, rações e etc.
Indústria Química	Plásticos: polietileno, Produtos farmacêuticos, tintas, corantes e etc.
Indústria de Processamento de Madeira	Pós de madeira e derivados: serragem, papel, compostos de celulose e etc.
Metalúrgicas	Pós de alumínio, magnésio, ferro, titânio.
Mineração	Enxofre e Pó de carvão.

Tabela 2 – Alguns Materiais Combustíveis Apresentados em cada segmento Industrial
Fonte: Próprio Autor

8 FONTES DE IGNIÇÃO

Nas áreas classificadas, é possível encontrar diferentes fontes de ignição capazes de iniciar uma deflagração, destacando as de origem elétrica, eletrostática, eletrônica e mecânica.

De origem elétrica (fiação abertas, painéis, contadores, fusíveis, botoeiras, tomadas, motores, luminárias, etc.).

De origem eletrônica (Sensores, transmissores).

De origem mecânica (esteiras, elevadores de canecas, moinhos, separadores).

De origem eletrostática (por fricção, rolamento, por transporte e transferência de líquidos inflamáveis).

9 AS EXIGÊNCIAS DA NR-10 E NR-16 PARA INDÚSTRIAS QUE APRESENTAM ÁREA CLASSIFICADAS

O tema de área classificada é abordado na *Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho de*

número 10 - *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (15)*, em seus itens 10.9.2, 10.9.4 e 10.9.5, conforme indicado a seguir.

O item 10.9.2 da respectiva norma determina que:

Os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação.

De acordo com esta portaria, os equipamentos e dispositivos elétricos destinados ao uso em áreas classificadas adquiridos antes da sua publicação estão isentos de certificação, mas deverão comprovar que são seguros, mediante a apresentação de documentos ou declarações de profissionais legalmente habilitados, que comprovem sua qualidade para utilização.

O item 10.9.4 da respectiva norma determina que:

Nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devem ser adotados dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobreensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação.

O item 10.9.5 da respectiva norma determina que:

Os serviços em instalações elétricas nas áreas classificadas somente poderão ser realizados mediante permissão para o trabalho com liberação formalizada, conforme estabelece o item 10.5 ou supressão do agente de risco que determina a classificação da área.

É importante destacar que as atividades em áreas classificadas exigem treinamento específico e a delimitação da área, conforme tratado no item 16.8 da *Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho de número 16 - Atividades e Operações Perigosas (16)*.

10 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PARA ÁREAS CLASSIFICADAS E OS TIPOS DE PROTEÇÃO

Os equipamentos elétricos instalados em áreas classificadas são construídos baseados em três soluções diferentes:

1. Confinam as fontes de ignição;
2. Segregam as fontes de ignição;
3. Suprimem ou reduzem os níveis de energia a valores abaixo da energia necessária para inflamar a mistura presente no ambiente.

Assim, a construção destes equipamentos está baseada no princípio do confinamento, da segregação ou da supressão, ou eventual caso especial que não se enquadre, conforme tabela abaixo.

MÉTODO DE PROTEÇÃO	CÓDIGO	PRINCÍPIOS
A prova de explosão	Ex d	Confinamento
Segurança aumentada	Ex e	Supressão
Intrinsecamente seguro	Ex i	Segregação
Encapsulado	Ex m	Segregação
Não acendível	Ex n	Supressão
Imersão em óleo	Ex o	Segregação
Pressurizado	Ex p	Segregação
Imersão em areia	Ex q	Segregação
Proteção por invólucro	Ex t	Segregação

Tabela 3 – Tabela de Tipos de Proteção
Fonte: Próprio Autor

10.1 A PROVA DE EXPLOSÃO EX-D

Segundo a norma ABNT NBR60079-1 (2), são equipamentos que apresentam o invólucro capaz de suportar a pressão de explosão interna, não permitindo que ela se propague para o ambiente externo, o que é conseguido pelo resfriamento dos gases da combustão na sua passagem através do interstício existente entre o corpo e a tampa. Aplicável em Zonas 1 e 2, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.2 SEGURANÇA AUMENTADA EX-E

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-7 (6)*, são equipamentos fabricados com medidas construtivas adicionais para que em condições normais de operação, não sejam produzidos arcos, centelhas ou alta temperatura. Estes equipamentos possuem um grau de proteção (IP) elevado. Aplicável em Zonas 1 e 2, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.3 SEGURANÇA INTRÍNSECA EX-I (IA OU IB)

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-11 (8)*, são equipamentos projetados com dispositivos ou circuitos que em condições normais ou anormais de operação não possuem energia suficiente para inflamar uma atmosfera explosiva. Aplicável em Zona 0 ou 20 (ia, ib ou ic), Zonas 1 ou 21 (ib ou ic) e Zona 2 ou 22 (ic), conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.4 EQUIPAMENTO ENCAPSULADO EM RESINA EX-M

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-18 (11)*, são equipamentos que são fabricados de maneira que as partes que podem causar centelhas ou alta temperatura se situam em um meio isolante encapsulado com resina. Aplicável em Zona 0 ou 20 (ma, mb ou mc), Zonas 1 ou 21 (mb ou mc) e Zona 2 ou 22 (mc), conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.5 NÃO ACENDÍVEL EX-N (NA; NR; NC; NL)

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-15 (9)*, são equipamentos que são fabricados com dispositivos ou circuitos que em condições normais de operação não produzem arcos, centelhas ou alta temperatura. Aplicáveis em Zona 2, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.6 EQUIPAMENTO IMERSO EM ÓLEO EX-O

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-6 (5)*, são equipamentos que são fabricados de maneira que partes que podem causar centelhas ou alta temperatura são instaladas em um meio isolante com óleo. Aplicável em Zonas 1 e 2, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.7 PRESSURIZAÇÃO EX-P

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-2 (3)*, são equipamentos que são fabricados para operar com pressão positiva interna de forma a evitar a penetração da mistura explosiva no interior do invólucro. Aplicável em Zonas 1 (px ou pz), Zona 2 (pz), Zona 21 e Zona 22, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.8 EQUIPAMENTO IMERSO EM AREIA EX-Q

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-5 (4)*, são equipamentos que são fabricados para operar de maneira que as partes que podem causar centelha ou alta temperatura são instaladas em um meio isolante com areia. Aplicável em Zonas 1 e 2, conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.9 PROTEÇÃO POR INVÓLUCRO EX-T

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-31 (12)*, são equipamentos que são fabricados de maneira onde todas as fontes de ignição são protegidas por um invólucro para evitar a ignição de uma camada ou nuvem de poeira, baseado no grau de proteção, resistência mecânica e máxima temperatura de superfície. Aplicável em Zona 20 (ta), Zonas 21 (ta ou tb) e Zonas 22 (ta, tb ou tc), conforme itens 6.3, 6.4 e 6.5 deste trabalho.

10.10 DIVISÃO DOS EQUIPAMENTOS EM GRUPOS

Considerando que todos os produtos inflamáveis têm características e graus de periculosidade diferentes, os equipamentos elétricos para áreas classificadas por gases ou vapores na sua fabricação foram divididos em três grandes Grupos:

O **Grupo I** são aqueles equipamentos fabricados para operar em minas subterrâneas;

O **Grupo II** são os equipamentos fabricados para operar em atmosferas explosivas por gases e vapores nas indústrias de superfície. Considerando as substâncias inflamáveis presentes neste tipo de indústrias, este grupo foi subdividido em subgrupos: **IIA, IIB e IIC**, conforme sua periculosidade;

O **Grupo III** são os equipamentos fabricados para operar em atmosferas explosivas por poeiras e fibras em indústrias de superfície.

Considerando as partículas combustíveis presentes neste tipo de indústrias, este grupo foi subdividido em subgrupos: **IIIA, IIIB e IIIC**, conforme sua periculosidade.

10.11 ESCOLHA EM FUNÇÃO DA CLASSE DE TEMPERATURA

Segundo a norma *ABNT NBR 60079-0 (1)*, os equipamentos elétricos presentes em uma área classificada podem se converter em fontes de ignição também por superaquecimento provocado por uma condição de falha. Portanto, a classe de temperatura do equipamento é uma informação fornecida pelo fabricante, informando que tal equipamento, mesmo em condição de falha, não atinge em sua superfície um valor acima da marcação, de acordo com a seguinte tabela, aplicável a equipamentos a serem

instalados em atmosferas explosivas por gases e vapores:

CLASSE DE TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

Tabela 4 – Classe de Temperatura
Fonte: ABNT NBR 60079-0 (1)

Para equipamentos a serem instalados em atmosferas explosivas por poeiras e fibras, será especificada a temperatura máxima de superfície do equipamento (°C), ou seja: T máx °C.

10.12 ÍNDICE DE PROTEÇÃO APLICADO A EQUIPAMENTOS

Índice de Proteção (IP) de um equipamento é uma informação fornecida pelo fabricante, que informa se o equipamento em questão foi projetado para impedir a entrada de sólidos e líquidos no seu interior, este índice segue duas normas brasileiras a *NBR 60529 (13)* e *NBR 60034-5 (14)*.

Esta informação é constituída sempre pela sigla IP (Índice de Proteção, ou *Index of Protection*), seguido de dois dígitos (de 0 a 8), sendo que o primeiro dígito se refere às barreiras de entrada de sólidos e o segundo dígito as barreiras de entrada de líquidos no seu interior, como é mostrado na figura 1 e nas tabelas 5 e tabela 6:



Figura 1 – Índice de Proteção
Fonte: ABNT NBR 60529 (13)

PRIMEIRO DÍGITO		
DÍGITO	DESCRIÇÃO	PROTEÇÃO
0	Não protegido	Sem proteção especial
1	Protegido contra objetos sólidos maiores que 50mm	Grande superfície do corpo humano como a mão. Nenhuma penetração contra penetração liberal
2	Protegido contra objetos sólidos maiores que 12mm	Dedos ou objetos de comprimento maior do que 80mm, cuja menor dimensão é maior que 12mm
3	Protegido contra objetos sólidos maiores que 2,5mm	Ferramentas, fios, etc. de diâmetro e/ou espessura maiores do que 2,5mm, objetos cuja menor dimensão seja maior do que 2,5mm
4	Protegido contra objetos sólidos maiores que 1,0mm	Fios, fitas de largura maior do que 1,0mm, objetos cuja menor dimensão seja maior do que 1,0mm
5	Proteção relativa contra poeira e contato a partes internas	Não totalmente vedado contra poeira, mas se penetrar não prejudica o funcionamento do equipamento
6	Totalmente protegido contra penetração de poeira e contato a partes internas	Não é esperada nenhuma penetração de poeira no interior do invólucro

Tabela 5 – Índice de Proteção (1º Dígito)
Fonte: ABNT NBR 60529 (13)

SEGUNDO DÍGITO		
DÍGITO	DESCRIÇÃO	PROTEÇÃO
0	Não protegido	Nenhuma proteção especial. Invólucro aberto
1	Protegido contra queda vertical de gotas de água	Gotas de água caindo na vertical não prejudicam o equipamento
2	Protegido contra quedas de água com inclinações de até 15º com a vertical	Gotas de água não têm efeito prejudicial para inclinações de até 15º com a vertical
3	Protegido contra água aspergida	Água aspergida de 60º com a vertical não tem efeitos prejudiciais
4	Protegido contra projeções de água	Água projetada de qual quer direção não tem efeito prejudicial
5	Protegido contra jatos de água	Água projetada por bico em qualquer direção não tem efeitos prejudiciais
6	Protegido contra ondas do mar	Água em forma de onda, ou jatos potentes não tem efeitos prejudiciais
7	Protegido contra efeitos de imersão	Sob certas condições de tempo e pressão, não há penetração de água
8	Protegido contra submersão	Adequado à submersão contínua sob condições específicas

Tabela 6 – Índice de Proteção (2º Dígito)
Fonte: ABNT NBR 60529 (13)

10.13 NÍVEIS DE PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS – EPL

Segundo a norma ABNT NBR 60079-0 (1), é definido o nível de proteção **EPL** (*Equipment Protection Level*), como:

Nível de proteção atribuído ao equipamento baseado em sua probabilidade de se tornar uma fonte de ignição e distinguindo as diferenças entre atmosfera explosiva de gás, atmosfera explosiva de poeira e atmosfera explosiva em minas suscetível ao grisú (gás combustível, formado de metano, anidridos carbônicos e nitrogênio, que se desprende espontaneamente das minas de carvão).

A identificação de EPL consiste basicamente em duas letras, a primeira em maiúsculo e a segunda em minúsculo, conforme segue:

Primeira letra (EPL **Xx**) se refere ao local da Instalação do equipamento Ex, sendo identificada como:

- **M (Mining):** para instalação em minas subterrâneas;
- **G (Gases):** para instalação onde a atmosfera explosiva esta presente em local composto de gases ou vapores inflamáveis;
- **D (Dusts):** para instalação onde a atmosfera explosiva esta presente em local composto de poeiras combustíveis.

Segunda letra (EPL **Xx**) se refere ao nível de proteção proporcionado pelo equipamento Ex, sendo identificada como:

- **a** – para nível de proteção muito alto, ou seja, dois meios independentes de proteção ou segurança.
- **b** – para nível de proteção alto, ou seja, adequado para operação normal e com distúrbios de ocorrência frequente;
- **c** – para nível de proteção elevado, ou seja, adequado para operação normal.

10.14 A IDENTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EX

A Portaria nº 179 do INMETRO (17), obriga a certificação de todo e qualquer equipamento elétrico para uso em atmosfera explosiva. É obrigatória, também, uma marcação que não possa ser apagada, onde deve formar parte do corpo do equipamento. Essa marcação obedece ao modelo a seguir:

Ex d IIC T6 EPL Gb

Ex – Significa que o equipamento possui algum tipo de proteção para área classificada (atmosfera potencialmente explosiva).

d – Especifica o tipo de proteção que esse equipamento possui, podendo ser alguns dos seguintes:

- d** – à prova de explosão;
- m** – encapsulado;
- e** – segurança aumentada (ma, mb ou mc);
- p** – pressurizado;
- o** – imerso em óleo (px, py ou pz);
- q** – imerso em areia;
- i** – segurança intrínseca;
- n** – não acendível (ia, ib ou ic) (nA, nR, nL ou nC);
- t** – proteção por invólucro;
- s** – especial.

IIC – Especifica o Grupo para o qual o equipamento foi construído, podendo variar de acordo com os grupos apresentados no **Item 10.10 – Divisão dos Equipamentos em Grupos**.

T6 – Especifica a Classe de Temperatura de superfície do equipamento, podendo variar de acordo com os valores e classe de temperatura apresentados na Tabela 4.

EPL Gb – Especifica o Nível de Proteção de equipamento para o qual o equipamento foi

construído, podendo variar de acordo com os grupos apresentados no **Item 10.13 Níveis de Proteção de Equipamentos – EPL**.

Para poeiras combustíveis sera indicado na marcação, os itens referentes ao grau de proteção IP 6X e IP 5X.

IP 6X – para zona 20, zona 21 e zona 22 pela presença de poeiras condutivas.

IP 5X – para zona 22 pela presença de poeiras não condutivas.

10.15 EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS EX

São vários os equipamentos construídos para instalação em atmosfera explosiva.

Na figura 2 é apresentado exemplos de luminárias tipo projetor, arandela e de embutir, que mostra elevado grau de proteção para uso em áreas classificadas, na figura 3 é apresentado exemplos de caixa de passagem para cabos instalados juntamente com eletrodutos apresentado na figura 4 onde os mesmos são fabricados de maneira a atender aos requisitos de instalação em áreas classificadas e na figura 5 é apresentado um exemplo de botoeira de comando para acionamento de motores.



Figura 2 – Luminárias de Sobrepor, Arandela e Projetor para Atmosfera Explosiva
Fonte: Catalogo Nutsteel CGN21 (18)

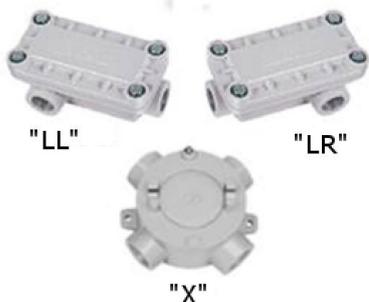


Figura 3 – Caixas de passagem tipo “LR”, “LL” e “X” para Atmosfera Explosiva
Fonte: Catálogo Nutsteel CGN21 (18)



Figura 4 – Eletroduto Pesado Norma NBR5597 para Atmosfera Explosiva
Fonte: Catálogo Nutsteel CGN21 (18)



Figura 5 – Botãoeira para Atmosfera Explosiva
Fonte: Catálogo Nutsteel CGN21 (18)



Figura 6 – Unidade Seladora
Fonte: Catálogo Nutsteel CGN21 (18)

11 MÉTODOS DE INSTALAÇÃO

11.1 EM ELETRODUTOS COM UNIDADES SELADORAS

Este sistema, conhecido no meio Ex como as soluções NEC, está baseado na utilização de eletrodutos metálicas do tipo pesado, protegendo os condutores e provido de unidades seladoras que

devem ser preenchidas por meio de massa de selagem certificada.

Uma das vantagens desse sistema é assegurar a proteção dos condutores contra dano mecânico e possível corrosão química. Em contrapartida, tem como desvantagem tornar o sistema totalmente rígido, onde a fiação não pode ser facilmente mudada e o material está sujeito à corrosão, que normalmente é interna.

A unidade seladora que é mostrada na figura 6 é aplicada com o fim de manter uma estanqueidade em relação à pressão de explosão que eventualmente ocorra no involucro evitando que essa pressão de explosão se propague pelos eletrodutos. A massa seladora e a fibra, mostrada na figura 7, devem ser certificadas, bem como o corpo da unidade seladora. Ao ser aplicado, a massa deve ocupar os espaços entre os condutores como mostrado na figura 8, retirando a capa externa do cabo.

Quando se tratar de cabos múltiplos, a unidade seladora não deve se situar a mais do que 45cm do involucro.



Figura 7 – Massa Seladora e Fibra
Fonte: Catálogo Nutsteel CGN21 (18)

1 Sistema com eletroduto rígido, sistema tradicional, muito utilizado no Brasil.

Vantagem: proteção absoluta dos condutores.
Utilização de cabo comum.

Desvantagem: sistema rígido e selado, no caso de modificação há perda de material.

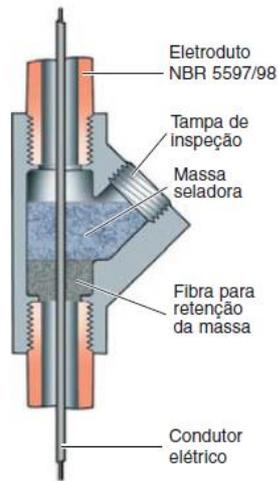


Figura 8 – Sistema com Eletroduto Rígido
Fonte: Catalogo Nutsteel CGN21 (18)

11.2 EM CABOS MULTIFILARES COM PRENSA CABOS

Este sistema permite a execução da instalação utilizando cabos multifilares apoiados diretamente em leitos, eletrocalhas ou perfilados, utilizando prensa cabos na entrada dos invólucros.

Este método de instalação é utilizado preferencialmente em locais onde o risco de dano mecânico é pequeno. A vedação deste sistema está baseada na utilização de um acessório conhecido como prensa cabo mostrado na figura 9.

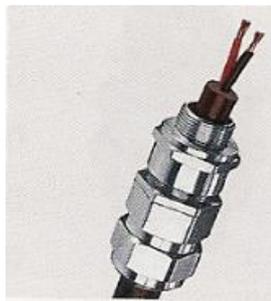


Figura 9 – Prensa Cabos
Fonte: Catalogo Nutsteel CGN21 (18)

Uma das vantagens desse sistema está na flexibilidade de instalação e agilidade de execução, já que consiste basicamente em instalar os cabos de distribuição nos elementos de fixação escolhidos

como mostrado na figura 10. Trata-se, portanto de uma solução realmente econômica, mas tem como desvantagem que torna o sistema totalmente aberto, a fiação fica sujeita a eventuais danos, portanto não deve ser usada em locais sujeitos a danos mecânicos ou agentes químicos, nesse caso, recomenda-se a utilização de cabos protegidos parcialmente.

3 Sistema com prensa-cabos (cabo não-armado)

Vantagem: rapidez na instalação e baixo custo.

Desvantagem: cabo sem proteção mecânica, risco de centelhamento em caso de acidente.

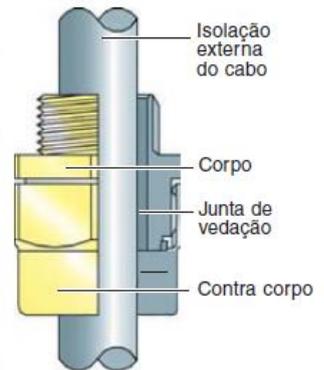


Figura 10 – Sistema com Prensa Cabos
Fonte: Catalogo Nutsteel CGN21 (18)

12 MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

Segundo a norma ABNT NBR 60079-17 (10), para assegurar que as instalações estejam sendo mantidas em condições satisfatórias para utilização contínua em área classificada, as instalações devem ser submetidas a inspeções periódicas regulares, existindo três tipos de inspeção.

12.1 TIPOS DE INSPEÇÃO

As inspeções de uma instalação elétrica em atmosfera explosiva são divididas em Inspeção visual, Inspeção Apurada e Inspeção Detalhada, sendo detalhadas a seguir:

Inspeção Visual: tem como objetivo identificar, sem o uso de equipamentos de acesso ou ferramentas, defeitos evidentes como, por exemplo, falta de parafusos, vidros quebrados, etc. Esta inspeção será

feita de forma periódica, com intervalos definidos caso a caso de acordo com fatores que afetam a deterioração da instalação.

Inspeção Apurada: que engloba os aspectos cobertos pela inspeção visual identificando também defeitos como, por exemplo, parafusos frouxos, que são detectáveis somente com o auxílio de equipamentos de acesso como escadas e ferramentas (essas inspeções não exigem que os invólucros sejam abertos). Esta inspeção será feita de forma periódica, com intervalo máximo entre as mesmas de três anos.

Inspeção Detalhada: engloba os aspectos cobertos pela inspeção apurada e, além disto, identifica defeitos (como terminais frouxos) que somente são detectáveis com a abertura do invólucro e uso, se necessário, de ferramentas e equipamentos de ensaio. Esta inspeção será feita de forma inicial, após a implantação da instalação ou revisões em paradas gerais da unidade.

Inspeções visual e apurada podem ser realizadas com equipamentos energizados. Inspeções detalhadas requerem geralmente que o equipamento seja isolado.

Existe na Norma *NBR 60079-17 (10)*, que trata de como proceder na inspeção do sistema, uma série de *check-list* que detalham os aspectos que devem ser inspecionados, que incluem detalhes do equipamento, da sua instalação e do ambiente onde está instalado.

13 CONCLUSÃO

As instalações elétricas e eletrônicas em atmosfera potencialmente explosivas merecem uma maior atenção e pesquisa, para que obtenham um maior desenvolvimento em nível nacional. O Brasil precisa evoluir para obter assim uma infraestrutura comparável a dos países mais evoluídos nesta área. Temos os três elementos básicos para isso, que são normas técnicas harmonizadas com as normas

internacionais da *IEC – International Electrotechnical Commission*; legislação sobre a obrigatoriedade de certificação de equipamentos para atmosfera potencialmente explosiva, sobre a segurança do trabalhador na atividade de eletricidade (NR-10), e também órgãos de certificação de produto e laboratórios de ensaio (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO).

Este trabalho é uma contribuição ao processo de qualificação, informação e capacitação de estudantes e profissionais desta área, buscando ser um elemento de consulta para todos que atuam nesse segmento.

14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-0:2013 Versão Corrigida:2014** – Atmosferas Explosivas Parte 0: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2014. 104 p.

(2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-1:2009 Versão Corrigida:2011** – Atmosferas Explosivas Parte 1: Proteção de equipamentos por invólucros à prova de explosão "d". Rio de Janeiro, 2011. 69 p.

(3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-2:2009** Atmosferas Explosivas Parte 2: Proteção de equipamento por invólucro pressurizado "p". Rio de Janeiro, 2009. 48 p.

(4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-5:2011** Atmosferas Explosivas Parte 5: Proteção de equipamentos por imersão em areia "q". Rio de Janeiro, 2011. 19 p.

(5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-6:2009** Atmosferas Explosivas Parte 6: Proteção de equipamento por imersão em óleo "o". Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

(6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-7:2008 Versão Corrigida:2010** – Atmosferas Explosivas Parte 7: Proteção de equipamentos por segurança aumentada "e". Rio de Janeiro, 2010. 73 p.

- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-10-2:2013** – Atmosferas Explosivas Parte 10: Classificação de Áreas – Atmosferas de Poeiras Combustíveis. Rio de Janeiro, 2013. 28 p.
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-11:2013** Atmosferas Explosivas Parte 11: Proteção de equipamento por segurança intrínseca “i”. Rio de Janeiro, 2013. 157 p.
- (9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-15:2012** Atmosferas Explosivas Parte 15: Proteção de equipamento por tipo de proteção “n”. Rio de Janeiro, 2012. 74 p.
- (10) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-17:2014** Atmosferas Explosivas Parte 17: Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas em Áreas classificadas (exceto minas). Rio de Janeiro, 2014. 40 p.
- (11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-18:2010** Atmosferas Explosivas Parte 18: Proteção de equipamento por encapsulamento “m”. Rio de Janeiro, 2010. 29 p.
- (12) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60079-31:2014** Atmosferas Explosivas Parte 31: Proteção de equipamentos contra ignição de poeira por invólucros “t”. Rio de Janeiro, 2014. 10 p.
- (13) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60529:2005 Versão Corrigida 2:2011** – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP). Rio de Janeiro, 2011. 40 p.
- (14) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60034-5:2009** - Máquinas elétricas girantes Parte 5: Graus de proteção proporcionados pelo projeto completo de máquinas elétricas girantes (Código IP) – Classificação. Rio de Janeiro, 2009. 18 p.
- (15) MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora Nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Edição 2004. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A38CF493C013906EC437E23BF/NR-10%20(atualizada).pdf)>. Acesso em 25 fev. 2015. 13 p.
- (16) MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora Nº 16 - Atividades e Operações Perigosas**. Edição 2015. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4B277C09014B4A45540355EF/NR-16%20\(atualizada%202015\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4B277C09014B4A45540355EF/NR-16%20(atualizada%202015).pdf)>. Acesso em 25 fev. 2015. 16 p.
- (17) BRASIL, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO **Portaria 179, de 18 maio de 2010**. Sobre a certificação de todo e qualquer equipamento elétrico para uso em atmosfera explosiva. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC001559.pdf>>. Acesso em 25 fev. 2015. 43 p.
- (18) SILVA, JOSÉ. Navegar Editora, **NUTSTEEL – EQUIPAMENTOS PARA ÁREAS COM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS E INDUSTRIAIS – CGN21 – 2º Edição**, São Paulo, 2008. 460 p.