

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
IEC
60079-14

Segunda edição
20.02.2009

Válida a partir de
20.03.2009

Atmosferas explosivas
Parte 14: Projeto, seleção e montagem de
instalações elétricas

Explosive atmospheres
Part 14: Electrical installations design, selection and erection

Palavras-chave: Atmosfera explosiva. Instalação. Projeto. Seleção. Montagem.
Descriptors: *Explosive atmosphere. Installation. Design. Selection. Erection.*

ICS 29.260.20

ISBN 978-85-07-01373-0



Número de referência
ABNT NBR IEC 60079:2009
82 páginas

© IEC 2007 - © ABNT 2009



© IEC 2007

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida

ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT,

ou do representante da IEC no Brasil.

© ABNT 2009

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av.Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2346

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio Nacional.....	viii
Introdução	x
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições.....	4
3.1 Gerais.....	4
3.2 Áreas classificadas	4
3.3 Invólucro à prova de explosão.....	5
3.4 Segurança aumentada	5
3.5 Segurança intrínseca – Generalidades	6
3.6 Parâmetros de segurança intrínseca.....	7
3.7 Pressurização	7
3.8 Tipo de proteção 'n'	7
3.13 Sistemas elétricos de alimentação.....	8
3.14 Equipamentos.....	9
4 Generalidades.....	9
4.1 Requisitos gerais.....	9
4.2 Documentação.....	10
4.3 Avaliação de conformidade do equipamento.....	11
4.3.1 Equipamento com certificados de acordo com Normas IEC	11
4.3.2 Equipamento sem certificados de acordo com Normas IEC	11
4.3.3 Seleção de equipamentos reparados, usados ou existentes	11
4.4 Qualificação de pessoal.....	12
5 Seleção de equipamentos (excluindo cabos e eletrodutos).....	12
5.1 Requisitos de informação.....	12
5.2 Zonas	12
5.3 Relação entre níveis de proteção de equipamento (EPL) e zonas.....	12
5.4 Seleção de equipamentos de acordo com os EPL	13
5.4.1 Relação entre EPL e os tipos de proteção.....	13
5.4.2 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Ga' ou 'Da'.....	14
5.4.3 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Gb' ou 'Db'	14
5.4.4 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Gc' ou 'Dc'	14
5.5 Seleção de acordo com o grupo do equipamento.....	14
5.6 Seleção de acordo com a temperatura de ignição do gás, vapor ou poeira e temperatura ambiente	15
5.6.2 Gás.....	15
5.6.3 Poeira.....	15
5.7 Seleção de equipamentos luminosos para poeira.....	18
5.7.1 Processo de ignição.....	18
5.7.2 Medidas de segurança em zona 20 ou 21	18
5.7.3 Medidas de segurança em zona 22.....	19
5.8 Seleção de equipamento ultra-sônico para poeira	19
5.8.1 Processo de ignição.....	19
5.8.2 Medidas de segurança	19
5.9 Influências externas	19
5.10 Metais leves como materiais de construção	20
5.10.1 Gás ou vapor	20
5.10.2 Poeiras.....	20
5.11 Equipamentos transportáveis, portáteis e pessoais	21

5.11.1	Generalidades.....	.21
5.11.2	Equipamentos transportáveis e portáteis – Gás.....	.21
5.11.3	Equipamentos pessoais – Gás.....	.21
5.11.4	Poeira.....	.21
5.12	Seleção de máquinas elétricas girantes22
5.12.1	Generalidades.....	.22
5.12.2	Motores alimentados por um conversor.....	.22
5.13	Luminárias.....	.22
5.14	Plugues e tomadas para poeira22
5.14.1	Generalidades.....	.22
5.14.2	Montagem.....	.22
5.14.3	Localização23
6	Proteção contra centelhamento (acendível) perigoso.....	.23
6.1	Perigo de partes vivas.....	.23
6.2	Perigo de partes expostas e partes condutivas externas23
6.2.1	Sistema de aterramento do tipo TN23
6.2.2	Sistema de aterramento do tipo TT23
6.2.3	Sistema de aterramento do tipo IT.....	.23
6.2.4	Sistemas SELV e PELV23
6.2.5	Separação elétrica24
6.2.6	Equipamentos acima de áreas classificadas24
6.3	Potencial de equalização24
6.3.1	Generalidades.....	.24
6.3.2	Aterramento temporário.....	.25
6.4	Eletricidade estática25
6.4.1	Gás25
6.4.2	Poeira.....	.26
6.5	Proteção contra raios.....	.26
6.6	Radiação eletromagnética.....	.26
6.8	Partes metálicas protegidas catodicamente.....	.26
6.8	Ignição por radiação óptica.....	.27
7	Proteção elétrica.....	.27
7.1	Generalidades.....	.27
7.2	Máquinas elétricas girantes27
7.3	Transformadores27
7.4	Dispositivos de aquecimento resistivos28
8	Desligamento de emergência e isolamento elétrico.....	.28
8.1	Desligamento de emergência28
8.2	Isolação elétrica.....	.28
9	Sistemas de fiação29
9.1	Generalidades.....	.29
9.2	Condutores de alumínio.....	.29
9.3	Cabos.....	.29
9.3.1	Cabos para fiação fixa.....	.29
9.3.2	Cabos de alimentação de equipamentos transportáveis e portáteis.....	.29
9.3.3	Conexões flexíveis para poeiras.....	.30
9.3.4	Cabos flexíveis.....	.30
9.3.5	Cabos unipolares sem cobertura.....	.30
9.3.6	Linhos aéreos30
9.3.7	Prevenção de danos31
9.3.8	Temperatura de superfície do cabo31
9.3.9	Propagação de chama31
9.3.10	Conexão de cabos aos equipamentos31
9.4	Sistemas de eletrodutos32
9.5	Sistemas de cabos e eletrodutos33
9.5.1	EPL 'Ga'33
9.5.2	EPL 'Da'33
9.5.3	Sistemas de cabos e eletrodutos para EPL 'Gb', 'Gc', 'Db' e 'Dc'33
9.6	Requisitos de instalação.....	.33

9.6.1	Circuitos atravessando uma área classificada	33
9.6.2	Proteção de terminações de condutores encordoados	33
9.6.3	Condutores não utilizados	33
9.6.4	Aberturas não utilizadas	33
9.6.5	Contatos fortuitos	33
9.6.6	Emendas	34
9.6.7	Aberturas em paredes	34
9.6.8	Passagem e captação de materiais inflamáveis	34
9.6.9	Geração estática para poeira	34
9.6.10	Acumulação de poeira combustível	34
10	Requisitos adicionais para o tipo de proteção 'd' – Invólucros à prova de explosão	35
10.1	Generalidades	35
10.2	Barreiras sólidas	35
10.3	Proteção de juntas à prova de explosão	35
10.4	Sistemas de entradas de cabos	36
10.4.1	Generalidades	36
10.4.2	Seleção de prensa-cabos	37
10.5	Sistemas de eletrodutos	38
10.6	Motores	38
10.6.1	Motores alimentados por um conversor	38
10.6.2	Partidas com tensão reduzida ("soft-starter")	39
11	Requisitos adicionais para o tipo de proteção 'e' – Segurança aumentada	39
11.1	Grau de proteção de invólucros (ABNT NBR IEC 60034-5 e ABNT NBR IEC 60529)	39
11.2	Sistemas de fiação	39
11.2.1	Generalidades	39
11.2.2	Prensa-cabos	39
11.2.3	Terminações dos condutores	40
11.2.4	Combinações de terminais e condutores para caixas de conexão e de junção de uso geral	40
11.3	Motores de indução do tipo gaiola	40
11.3.1	Alimentados pela rede	40
11.3.2	Sensores de temperatura dos enrolamentos	41
11.3.3	Máquinas com tensão nominal maior que 1 kV	41
11.3.4	Motores alimentados por conversor	42
11.3.5	Partida com tensão reduzida ("soft-starter")	42
11.4	Luminárias	42
12	Requisitos adicionais para tipos de proteção 'i' – Segurança intrínseca	42
12.1	Introdução	42
12.2	Requisitos de instalação para EPL 'Gb' ou 'Gc'	43
12.2.1	Equipamentos	43
12.2.2	Cabos	44
12.2.3	Terminação de circuitos intrinsecamente seguros	47
12.2.4	Aterramento de circuitos intrinsecamente seguros	48
12.2.5	Verificação de circuitos intrinsecamente seguros	49
12.3	<u>Instalações expostas aos requisitos de EPL 'Ga'</u>	52
13	Requisitos adicionais para invólucros pressurizados	53
13.1	Tipo de proteção 'p'	53
13.1.1	Generalidades	53
13.1.2	Dutos	53
13.1.3	Ações a serem adotadas no caso de falha de pressurização	54
13.1.4	Múltiplos invólucros pressurizados com um dispositivo de segurança comum	56
13.1.5	Purga	56
13.1.6	Gás de proteção	56
13.1.7	Sistemas de fiação	56
13.2	Motores	57
13.2.1	Motores alimentados com conversor	57
13.2.2	Partida com tensão reduzida ("soft-starter")	57
13.3	Tipo de proteção 'pD'	57

13.3.1	Fontes de gás de proteção57
13.3.2	Desligamento automático58
13.3.3	Alarme.....	.58
13.3.4	Fonte comum de gás de proteção58
13.3.5	Energização da alimentação elétrica.....	.58
13.3.6	Motor alimentado por conversor59
13.4	Ambientes pressurizados para atmosferas explosivas de gás.....	.59
13.4.1	Ambientes pressurizados e casas de analisadores59
14	Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘n’59
14.1	Generalidades.....	.59
14.2	Grau de proteção do invólucro (ABNT NBR IEC 60034-5 e ABNT NBR IEC 60529).....	.60
14.3	Sistemas de fiação60
14.3.1	Generalidades.....	.60
14.3.2	Prensa-cabos60
14.3.3	Terminações dos condutores61
14.4	Motores.....	.61
14.4.1	Máquinas com tensão nominal superior a 1 kV61
14.4.2	Motores alimentados com conversor.....	.61
14.4.3	Partida com tensão reduzida (partida suave – “soft-starter”)62
14.5	Luminárias.....	.62
15	Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘o’ – Imersão em óleo.....	.62
16	Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘q’ – Imersão em areia.....	.62
17	Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘m’ - Encapsulamento62
18	Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘tD’ – Proteção por invólucro62
18.1	Método A e B.....	.62
18.2	Método A62
18.3	Método B63
18.4	Motores alimentados com frequências e tensões variáveis.....	.63
Anexo A (normativo) Verificação de circuitos intrinsecamente seguros com mais do que um equipamento associado com características linear de corrente/tensão64
A.1	Generalidades.....	.64
A.2	Segurança intrínseca com nível de proteção ‘ib’64
A.3	Segurança intrínseca com nível de proteção ‘ic’64
Anexo B (informativo) Métodos de determinação das máximas tensões e correntes do sistema em circuitos intrinsecamente seguros com mais que um equipamento associado, com características de corrente/tensão lineares (como requerido no Anexo A)65
B.1	Circuitos intrinsecamente seguros65
Anexo C (informativo) Determinação dos parâmetros dos cabos68
C.1	Medições68
C.2	Multicabos68
C.2.1	Multicabos do tipo A68
C.2.2	Multicabos do tipo B69
C.2.3	Outros multicabos69
C.3	FISCO.....	.69
Anexo D (informativo) Orientação para procedimento de trabalho seguro para atmosferas explosivas de gás.....		.70
Anexo E (normativo) Avaliação de risco de descarga potencial nos enrolamentos do estator – Fatores de risco de ignição71
Anexo F (normativo) Conhecimentos, habilidades e competências de pessoas responsáveis, executantes e projetistas.....		.72
F.1	Escopo.....	.72
F.2	Conhecimentos e habilidades72
F.2.1	Pessoas responsáveis72
F.2.2	Executantes (seleção e montagem).....	.72
F.2.3	Projetistas (projeto e seleção)73

F.3	Competências73
F.3.1	Generalidades.....	.73
F.3.2	Pessoas responsáveis73
F.3.3	Executantes.....	.73
F.3.4	Projetistas73
F.4	Avaliação74
Anexo G (informativo) Exemplos de poeira em forma de camadas de espessura excessiva75
Anexo H (normativo) Riscos de fuscamento por atrito com metais leves e suas ligas76
H.1	Generalidades.....	.76
H.3	Equipamentos permanentemente montados.....	.76
H.4	Ventiladores76
Anexo I (informativo) Introdução de um método alternativo de avaliação de risco incluindo níveis de proteção de equipamentos para equipamentos Ex77
I.1	Introdução77
I.2	Base histórica77
I.3	Generalidades.....	.78
I.3.1	Minas de carvão sujeitas grisu (Grupo I)78
I.3.2	Gases (Grupo II).....	.78
I.3.3	Poeiras (Grupo III).....	.79
I.4	Proteção proporcionada contra o risco de ignição79
I.5	Implantação.....	.80
Bibliografia82

Prefácio Nacional

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidade, laboratório e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR IEC 60079-14 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Procedimento para Classificação de Áreas, Instalação em Atmosferas Explosivas, Inspeção e Manutenção em Atmosferas Explosivas e reparo e Verificação de Equipamentos Elétricos utilizados em Atmosferas Explosivas (CE-03:031.01). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 11.11.2008 a 10.12.2008, com o número de Projeto ABNT NBR IEC 60079-14.

Esta Norma é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à IEC 60079-14:2007 (Edição 4.0), que foi elaborada pelo *Technical Committee Equipment for Explosive Atmospheres* (IEC/TC 31), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR IEC 60079-14:2006), a qual foi tecnicamente revisada.

As principais alterações técnicas introduzidas nesta edição da ABNT NBR IEC 60079-14 com relação à edição anterior são as seguintes:

- Conhecimentos, habilidades e competências de “pessoas responsáveis”, executantes e projetistas, conforme explanado no Anexo F (Normativo);
- Os níveis de proteção de equipamentos (EPL) foram introduzidos e são explanados no novo Anexo I (Informativo);
- Os requisitos sobre poeiras combustíveis foram incluídos, oriundos da IEC 61241-14 Ed.1.0.

NOTA Os requisitos sobre poeiras combustíveis foram incluídos como uma apresentação preliminar para a finalidade desta edição e serão concluídos na próxima edição de forma definitiva, juntamente com outras alterações técnicas.

A aplicação desta Norma não dispensa o respeito aos regulamentos de órgãos públicos que a instalação deve satisfazer. Podem ser citados como exemplos de regulamentos de órgãos públicos as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego e as Portarias Ministeriais elaboradas pelo Inmetro contendo o RAC – Regulamento de Avaliação da Conformidade para equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, nas condições de gases e vapores inflamáveis e poeiras combustíveis.

São referenciadas em “NOTA DA TRADUÇÃO” desta Norma:

- NR-10, *Norma Regulamentadora 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade, Ministério do Trabalho e Emprego*
- ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão*
- ABNT NBR 14039, *Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This part of ABNT NBR IEC 60079 contains the specific requirements for the design, selection and erection of electrical installations in hazardous areas associated with explosive atmospheres.

Where the equipment is required to meet other environmental conditions, for example, protection against ingress of water and resistance to corrosion, additional methods of protection may be necessary. The method used should not adversely affect the integrity of the enclosure.

The requirements of this standard apply only to the use of equipment under normal or near normal atmospheric conditions. For other conditions, additional precautions may be necessary. For example, most flammable materials and many materials which are normally regarded as non-flammable might burn vigorously under conditions of oxygen enrichment. Other precautions might also be necessary in the use of equipment under conditions of extreme temperature and pressure. Such precautions are beyond the scope of this standard.

These requirements are in addition to the requirements for installations in non-hazardous areas.

This standard applies to all electrical equipment including fixed, portable, transportable and personal, and installations, permanent or temporary.

It applies to installations at all voltages.

This standard does not apply to

- *electrical installations in mines susceptible to firedamp;*

NOTE This standard may apply to electrical installations in mines where explosive gas atmospheres other than firedamp may be formed and to electrical installations in the surface installation of mines.

- *inherently explosive situations and dust from explosives or pyrophoric substances (for example explosives manufacturing and processing);*
- *rooms used for medical purposes;*
- *electrical installations in areas where the hazard is due to hybrid mixtures of combustible dust and explosive gas, vapour or mist.*

This standard does not take into account of any risk due to an emission of flammable or toxic gas from the dust.

Introdução

Medidas preventivas para reduzir o risco de explosão de materiais inflamáveis são baseadas em três princípios, que são aplicados na seguinte ordem:

- 1) Substituição
- 2) Controle
- 3) Mitigação

O princípio por substituição envolve, por exemplo, a troca de um material inflamável por outro que seja não inflamável ou menos inflamável.

Controle envolve, por exemplo:

- a) reduzir a quantidade de inflamáveis;
- b) evitar ou minimizar as liberações;
- c) controlar as liberações;
- d) evitar a formação de uma atmosfera explosiva;
- e) coletar e conter as emissões; e
- f) evitar fontes de ignição.

NOTA 1 Com exceção da alínea f), todas as outras são partes do processo dos estudos de classificação de áreas.

Mitigação envolve, por exemplo:

- 1) reduzir o número de pessoas expostas;
- 2) fornecer medidas para evitar a propagação de uma explosão;
- 3) fornecer um alívio para a pressão da explosão;
- 4) fornecer supressão da pressão da explosão; e
- 5) fornecer equipamento de proteção individual adequado.

NOTA 2 Os itens acima são partes de um gerenciamento de consequências, quando da consideração dos riscos.

Uma vez que os princípios de substituição e controle (alíneas a) a e)) tenham sido aplicados, recomenda-se que as áreas classificadas remanescentes sejam classificadas em zonas, de acordo com a possibilidade de uma atmosfera explosiva estar presente (ver ABNT NBR IEC 60079-10 ou ABNT NBR IEC 61241-10). Tais classificações, que podem ser utilizadas em conjunto com avaliação das consequências de uma ignição, permitem que os níveis de proteção de equipamentos sejam determinados e, portanto, que os tipos proteção apropriados sejam especificados para cada local.

Para uma explosão ocorrer, uma atmosfera explosiva e uma fonte de ignição necessitam co-existir. Medidas de proteção objetivam reduzir a um nível aceitável a possibilidade de que uma instalação elétrica possa se tornar uma fonte de ignição.

Por meio de um projeto cuidadoso das instalações elétricas, é freqüentemente possível alocar muitos dos equipamentos elétricos em uma área não classificada ou de menor classificação.

Quando equipamentos elétricos são destinados a serem instalados em áreas onde concentrações perigosas e quantidades de gases inflamáveis, vapores, névoas ou poeiras possam estar presente na atmosfera, medidas de proteção são aplicadas para reduzir a possibilidade de explosão devido à ignição por arcos, centelhas ou superfícies quentes, produzidas tanto em operação normal ou sob condições de falha especificadas.

Muitos tipos de poeiras que são geradas, processadas, manipuladas e estocadas são combustíveis. Quando estas poeiras entram em processo de ignição, podem queimar rapidamente e com força explosiva considerável, se misturadas com o ar em proporções apropriadas. É freqüentemente necessário utilizar equipamentos elétricos em locais onde tais materiais combustíveis estão presentes, e precauções adequadas necessitam desta forma ser levadas em consideração para assegurar que todos os equipamentos estejam adequadamente protegidos, de forma a reduzir a possibilidade de ignição de uma atmosfera explosiva externa. Em equipamentos elétricos, fontes de ignição potenciais incluem arcos elétricos e centelhas, superfícies quentes e faiscas devido ao atrito.

Áreas onde poeiras, partículas em suspensão e fibras no ar estejam presentes em quantidades perigosas são consideradas como classificadas e são divididas em três zonas, de acordo com o nível do risco.

Poeiras combustíveis podem ser causar ignição por equipamentos de diversas formas:

- por superfícies dos equipamentos que estejam acima da temperatura mínima de ignição da poeira relacionada. A temperatura na qual o tipo de poeira pode causar ignição é uma função das propriedades da poeira, se a poeira for uma nuvem ou uma camada, da espessura da camada e da geometria da fonte de aquecimento;
- por arcos ou centelhas de partes elétricas, tais como chaves, contatos, comutadores, escovas ou similares;
- por descarga de uma carga eletrostática acumulada;
- por energia irradiada (por exemplo, radiação eletromagnética);
- por faiscamento mecânico ou faiscamento por atrito associado com o equipamento.

De forma a evitar o risco de ignição em poeiras é necessário que:

- a temperatura de superfície na qual a poeira possa estar depositada, ou a qual possa estar em contato com a poeira em forma de nuvem, seja mantida abaixo da limitação de temperatura especificada nesta Norma.
- qualquer parte elétrica centelhante, ou partes possuindo uma temperatura acima da temperatura limite especificada nesta Norma:
 - esteja confinada em um invólucro que evite adequadamente o ingresso de poeira, ou
 - a energia dos circuitos elétricos seja limitada, de forma a evitar arcos, centelhas ou temperaturas capazes de causar a ignição da poeira combustível;
 - qualquer outra fonte de ignição seja evitada.

Muitos tipos de proteção são disponíveis para equipamentos elétricos em atmosferas explosivas (ver ABNT NBR IEC 60079-0), e esta Norma apresenta requisitos específicos para o projeto, seleção e montagem de instalações elétricas em atmosferas explosivas.

Esta parte da ABNT NBR IEC 60079 é suplementada por outras Normas IEC ou ABNT NBR, como, por exemplo, a série IEC 60364¹ com relação aos requisitos das instalações elétricas. Esta parte também referencia a ABNT NBR IEC 60079-0 e suas Normas associadas para requisitos de construção, ensaio e marcação de equipamentos elétricos adequados.

Esta Norma é baseada na premissa de que os equipamentos elétricos são corretamente instalados, ensaiados, manutenidos e utilizados de acordo com suas características especificadas.

Aspectos de inspeção, manutenção e reparos cumprem um importante papel no controle das instalações em atmosferas explosivas e a atenção do usuário é chamada para consultar as ABNT NBR IEC 60079-17 e ABNT NBR IEC 60079-19, para informações adicionais referentes a estes aspectos.

Em qualquer instalação industrial, independentemente do tamanho, podem existir muitas fontes de ignição, além daquelas associadas com equipamentos elétricos. Avaliações e medidas adicionais podem ser necessárias para eliminar o risco devido a outras fontes de ignição possíveis, embora orientações sobre estes aspectos estejam além do escopo desta Norma.

Na ABNT NBR IEC 61241-1, para a proteção por invólucro 'tD', dois métodos, A e B, são especificados e destinados a fornecer um nível de proteção equivalente.

Ambos os métodos são de utilização comum e os requisitos de cada um podem ser seguidos sem misturar os requisitos de equipamentos nem os requisitos de seleção/instalação dos dois métodos. Estes métodos adotam diferentes metodologias com as seguintes diferenças básicas:

Método A	Método B
Escrito principalmente com requisitos baseados em desempenho	Escrito com requisitos baseados em desempenho e especificações
A temperatura máxima de superfície é determinada com uma camada de poeira de espessura de 5 mm e as regras de instalação requerem uma margem de 75 °K entre a temperatura de superfície e a temperatura de ignição da poeira em particular	A temperatura máxima de superfície é determinada com uma camada de poeira de espessura de 12,5 mm e as regras de instalação requerem uma margem de 25 °K entre a temperatura de superfície e a temperatura de ignição da poeira em particular
Um método de atingir o grau de proteção contra ingresso de poeira requerido pela utilização de selos resilientes sobre juntas e selos mecânicos de contato em eixos ou carretéis rotativos ou em movimento e determinando o grau de proteção contra ingresso de poeira de acordo com a ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos – Código IP	Um método de atingir o grau de proteção contra ingresso de poeira por larguras especificadas e distâncias entre as faces das juntas e, no caso de eixos e carretéis, comprimentos especificados e folgas diametrais entre partes móveis e estacionárias, e determinando o grau de proteção contra ingresso de poeira de acordo com o ensaio de ciclo térmico

¹ NOTA DA TRADUÇÃO: Em instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, são aplicáveis os requisitos da ABNT NBR 5410, a qual é também baseada em requisitos indicados em normas da série IEC 60364.

Atmosferas explosivas

Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas

1 Escopo

Esta parte da série ABNT NBR IEC 60079 contém os requisitos específicos para o projeto, seleção e montagem de instalações elétricas em áreas classificadas associadas com atmosferas explosivas.

Se o equipamento for requerido para atender a outras condições ambientais, como, por exemplo, proteção contra o ingresso de água e resistência à corrosão, métodos adicionais de proteção podem ser necessários. O método utilizado não deve afetar adversamente a integridade do invólucro.

Os requisitos desta Norma são aplicáveis somente para a utilização de equipamentos sob condições normais ou próximas das condições atmosféricas. Para outras condições, precauções adicionais podem se necessárias. Por exemplo, muitos materiais inflamáveis e muitos materiais que são normalmente relacionados como não inflamáveis podem queimar vigorosamente sob condições de ambientes enriquecidos com oxigênio. Outras precauções podem também ser necessárias na utilização de equipamentos sob condições de temperatura e pressão extremas. Tais precauções estão além do escopo desta Norma.

Os requisitos desta Norma são adicionais aos requisitos de instalações para áreas não classificadas.

Esta Norma se aplica a todos os equipamentos elétricos, incluindo fixos, portáteis, transportáveis e pessoais, e instalações permanentes ou temporárias.

Esta Norma se aplica a instalações em todos os níveis de tensão.

Esta Norma não se aplica a:

— instalações elétricas em minas sujeitas à presença de grisu (gás metano);

NOTA Esta Norma pode ser aplicada às instalações elétricas em minas onde outras atmosferas explosivas, que não devido à presença de grisu, podem ser formadas e às instalações elétricas na superfície de instalações de minas.

— situações inherentemente explosivas e poeiras de explosivos ou substâncias pirofóricas (por exemplo, fabricação e processamento de explosivos);

— ambientes utilizados para finalidades médicas;

— instalações elétricas em áreas onde o risco é devido às misturas híbridas de poeira combustível e gás explosivo, vapor ou névoa.

Esta Norma não leva em consideração qualquer risco devido à emissão de gás tóxico ou inflamável a partir de poeiras.

2 Referências normativas

Os seguintes documentos são indispensáveis para a aplicação deste documento. Para referências datadas, somente a edição citada é aplicável. Para referências sem data, a edição mais recente do documento referenciado (incluindo quaisquer emendas) é aplicável.

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

ABNT NBR IEC 60034-5, *Máquinas elétricas girantes – Parte 5: Graus de proteção proporcionados pelo projeto integral de máquinas elétricas girantes (Códigos IP) – Classificação*

ABNT NBR IEC 60079-14:2009

ABNT NBR IEC 60050-826, *Vocabulário eletrotécnico internacional – Capítulo 826: Instalações elétricas em edificações*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60079 (*all parts*), *Explosive atmospheres*

ABNT NBR IEC 60079-0, *Atmosferas explosivas – Parte 0: Equipamento - Requisitos gerais*

ABNT NBR IEC 60079-1, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 1: Invólucro à prova de explosão "d"*

ABNT NBR IEC 60079-2, *Atmosferas explosivas – Parte 2: Proteção de equipamento por Invólucro pressurizado "p"*

ABNT NBR IEC 60079-5, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 5: Proteção de equipamento por Imersão em areia "q"*

IEC 60079-6, *Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by oil immersion "o"*

ABNT NBR IEC 60079-7, *Atmosferas explosivas – Parte 7: Proteção de equipamentos por segurança aumentada "e"*

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

ABNT NBR IEC/TR 60079-13, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 13: Construção e utilização de ambientes ou edificações protegidas por pressurização*

ABNT NBR IEC 60079-15, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 15: Construção, ensaio e marcação de equipamentos elétricos com tipo de proteção "m"*

ABNT NBR IEC/TR 60079-16, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 16: Ventilação artificial para a proteção de casa de analisadores*

ABNT NBR IEC 60079-18, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas - Parte 18: Construção, ensaios e marcação do tipo de proteção para equipamentos elétricos encapsulados "m"*

ABNT NBR IEC 60079-19, *Atmosferas explosivas – Parte 19: Reparo, revisão e recuperação de equipamentos*

IEC 60079-25, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems*

ABNT NBR IEC 60079-26, *Atmosferas explosivas – Parte 26: Equipamento com nível de proteção de equipamento (EPL) Ga*

ABNT NBR IEC 60079-27, *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 27: Conceito de "Fieldbus" Intrinsecamente Seguro (FISCO) e conceito de "Fieldbus" Não Acendível (FNICO)*

IEC 60079-28, *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*

ABNT NBR IEC 60079-29-1, *Atmosferas explosivas – Parte 29-1: Detectores de gás – Requisitos de desempenho de detectores de gases inflamáveis*

IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure "tD"²*

² A ser publicada

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable-Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

IEC 60364 (*all parts*), *Low-voltage electrical installations*³

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

ABNT NBR IEC 60529, *Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (Código IP)*

IEC 60950 (*all parts*), *Information technology equipment – Safety*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61241 (*all parts*), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*

ABNT NBR IEC 61241-0, *Equipamentos elétricos para utilização em presença de poeira combustível – Parte 0: Requisitos Gerais*

ABNT NBR IEC 61241-1, *Equipamentos elétricos para utilização em presença de poeira combustível – Parte 1: Proteção por invólucro "tD"*

IEC 61241-2-1, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 1: Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust*

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 4: Type of protection "pD"*

ABNT NBR IEC 61241-10, *Equipamentos elétricos para uso na presença de poeiras combustíveis – Parte 10: Classificação de áreas onde poeiras combustíveis estão ou podem estar presentes*

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety 'ID'*

IEC 61285, *Industrial process control – Safety of analyzer houses*

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

IEC 62305-3, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

ISO 10807, *Pipework – Corrugated flexible metallic hose assemblies for the protection of electric cables in explosive atmospheres*

³ Nota da tradução: Em instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, são aplicáveis os requisitos da ABNT NBR 5410, a qual é também baseada em requisitos indicados em Normas da Série IEC 60364

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR IEC 60079-0 e os seguintes.

NOTA Definições adicionais aplicáveis a atmosferas explosivas podem ser encontradas na ABNT NBR NM IEC 60050-426.

3.1 Gerais

3.1.1 organismo competente

pessoa ou organização que pode demonstrar conhecimento técnico adequado e habilidades relevantes para realizar as avaliações necessárias dos aspectos de segurança sob consideração

3.1.2

prontuário das instalações

conjunto de documentos que mostram a conformidade dos equipamentos e instalações elétricas

3.2 Áreas classificadas

3.2.1

área classificada

área na qual uma atmosfera explosiva está presente ou pode ser prevista para estar presente, em quantidades tais que requeiram precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos

NOTA Para as finalidades desta Norma, uma área é uma região tridimensional ou espaço.

3.2.2

área não classificada

área na qual uma atmosfera explosiva não é prevista para estar presente em quantidades tais que requeiram precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos

3.2.3

grupo (de um equipamento elétrico para área classificada)

classificação de equipamentos elétricos referentes à atmosfera explosiva para a qual o equipamento é para ser utilizado

NOTA Equipamentos elétricos para utilização em atmosferas explosivas são divididos em três grupos:

- grupo I: equipamentos elétricos para minas sujeitas à presença de grísu;
- grupo II (que pode ser subdividido em subgrupos): equipamentos elétricos para locais com uma atmosfera explosiva de gás, outra que minas sujeitas a presença de grísu (ver 5.5);
- grupo III (que pode ser subdividido em subgrupos): equipamentos elétricos para locais com uma atmosfera explosiva de poeira (ver 5.5).

3.2.4

máxima temperatura de superfície permitível

maior temperatura que a superfície do equipamento elétrico pode alcançar em serviço para evitar ignição

NOTA A máxima temperatura de superfície permitível depende do tipo de poeira, se for uma nuvem ou camada. Se for uma camada, depende de sua espessura e da aplicação de um fator de segurança. Para detalhes, ver 5.6.3.

3.2.5

zonas

áreas classificadas baseadas na freqüência e duração da ocorrência de uma atmosfera explosiva

3.2.6**zona 0**

local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa está presente continuamente, ou por longos períodos, ou freqüentemente.

3.2.7**zona 1**

local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa é provável de ocorrer, ocasionalmente, em operação normal

3.2.8**zona 2**

local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa não é provável de ocorrer em operação normal e, se ocorrer, existirá somente por um curto período de tempo

3.2.9**zona 20**

local no qual uma atmosfera explosiva na forma de poeira combustível em nuvem no ar está presente continuamente, ou por longos períodos, ou freqüentemente

3.2.10**zona 21**

local no qual uma atmosfera explosiva na forma de poeira combustível em nuvem no ar é provável de ocorrer, ocasionalmente, em operação normal

3.2.11**zona 22**

local no qual uma atmosfera explosiva na forma de poeira combustível em nuvem no ar não é provável de ocorrer em operação normal e, se ocorrer, existirá somente por um curto período de tempo

3.3 Invólucro à prova de explosão**3.3.1****invólucro à prova de explosão 'd'**

tipo de proteção na qual as partes que podem causar a ignição de uma atmosfera explosiva são instaladas dentro de um invólucro que pode suportar a pressão desenvolvida durante uma explosão interna de uma mistura explosiva e que evita a transmissão da explosão para a atmosfera explosiva ao redor do invólucro

3.3.2**pré-compressão**

pressão aumentada resultante de uma ignição, em um compartimento ou subdivisão de um invólucro, devido à mistura do gás estar pré-comprimida, por exemplo, devido a uma ignição primária em outro compartimento ou subdivisão

NOTA Isto pode levar a uma pressão máxima maior que aquela que seria prevista de outra forma.

3.4 Segurança aumentada**3.4.1****segurança aumentada 'e'**

tipo de proteção aplicada aos equipamentos elétricos nos quais medidas adicionais são aplicadas, de forma a oferecer um aumento de segurança contra a possibilidade de temperaturas excessivas e da ocorrência de arcos ou centelhas em regime normal ou sob condições anormais especificadas

3.4.2**corrente de partida inicial** I_A

máximo valor eficaz (r.m.s.) da corrente absorvida por um motor de corrente alternada quando em repouso ou por um eletroímã de corrente alternada com sua armadura travada na posição de maior entreferro, quando alimentado pela tensão e freqüência nominais

3.4.3**razão de corrente de partida** I_A / I_N

razão entre a corrente de partida inicial I_A e a corrente nominal I_N

3.4.4**tempo** t_E

tempo necessário para o enrolamento do rotor ou de um estator alimentado em corrente alternada, com sua corrente de partida inicial I_A , ser aquecido até atingir a temperatura-limite a partir da temperatura alcançada em serviço nominal, na temperatura ambiente máxima

3.5 Segurança intrínseca – Generalidades**3.5.1****segurança intrínseca 'i'**

tipo de proteção baseada na restrição de energia elétrica envolvendo equipamentos e fiação de interconexão expostos a uma atmosfera explosiva, a um nível abaixo daquele capaz de causar ignição, tanto por centelhas como por efeitos de aquecimento

NOTA Em função do método através do qual a segurança intrínseca é atingida, é necessário assegurar que não somente os equipamentos elétricos expostos à atmosfera explosiva, mas também outros equipamentos elétricos com os quais eles são interconectados, sejam adequadamente construídos.

3.5.2**equipamentos intrinsecamente seguros**

equipamentos elétricos nos quais todos os circuitos são intrinsecamente seguros

NOTA Os equipamentos intrinsecamente seguros necessitam estar de acordo com a IEC 60079-11, categoria 'ia', 'ib' ou 'ic'.

3.5.3**isolação galvânica**

arranjo no interior de um item de equipamento intrinsecamente seguro ou equipamento associado que permite a transferência de sinais ou potência entre dois circuitos sem qualquer conexão elétrica direta entre os dois

NOTA A isolamento galvânica freqüentemente utiliza tanto elementos magnéticos (transformadores ou relés) como elementos ópticos acoplados.

3.5.4

equipamento simples ou combinação de componentes de construção simples, com parâmetros elétricos bem definidos, que são compatíveis com a segurança intrínseca do circuito no qual eles são utilizados

NOTA Os seguintes equipamentos são considerados equipamentos simples:

- componentes passivos, tais como chaves, caixas de junção, resistores e dispositivos semicondutores simples;
- fontes de energia armazenada com parâmetros bem definidos, tais como capacitores ou indutores, cujos valores são considerados quando da determinação da segurança geral do sistema;
- fontes de geração de energia, tais como termopares e fotocélulas, que não geram mais do que 1,5 V, 100 mA e 25 mW. Quaisquer indutâncias ou capacitâncias presentes nestas fontes de energia são consideradas de acordo com b) acima.

3.5.5**círculo intrinsecamente seguro**

círculo no qual todos os equipamentos são tanto equipamentos intrinsecamente seguros como equipamentos simples

NOTA O circuito intrinsecamente seguro pode também conter equipamentos associados.

3.5.6

sistema elétrico intrinsecamente seguro

conjunto de equipamentos elétricos interconectados, detalhados na documentação descritiva do sistema, na qual os circuitos ou partes destes, destinados a serem utilizados em uma atmosfera explosiva, são intrinsecamente seguros

3.5.7

subcircuito intrinsecamente seguro

parte de um sistema intrinsecamente seguro que é galvanicamente isolada de outra ou outras partes do mesmo

3.6 Parâmetros de segurança intrínseca

3.6.1

razão máxima entre indutância e resistência externa

(L_o/R_o)

razão entre a indutância (L_o) e a resistência (R_o) de qualquer circuito externo conectado aos dispositivos de conexão do equipamento elétrico sem invalidar a segurança intrínseca

3.7 Pressurização

3.7.1

pressurização 'p'

técnica de prevenção contra o ingresso de atmosfera externa no interior de um invólucro, através da manutenção de um gás de proteção interno, a uma pressão acima da atmosfera externa

NOTA A pressurização necessita estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-2 'px', 'py' ou 'pz'.

3.7.2

diluição contínua (vazão)

suprimento contínuo de um gás de proteção, após a purga, a uma taxa tal que a concentração da substância inflamável interna ao invólucro pressurizado seja mantida em um valor fora dos limites de explosividade para qualquer fonte de ignição potencial (ou seja, fora da área para diluição)

NOTA Área para diluição é uma área nas proximidades de uma fonte interna de liberação, onde a concentração de uma substância inflamável não é diluída a uma concentração segura.

3.7.3

compensação de vazamentos

vazão de gás de proteção suficiente para compensar qualquer vazamento do invólucro pressurizado e de seus dutos

3.7.4

pressurização estática

manutenção de uma sobrepressão dentro de um invólucro pressurizado, na área classificada, sem a adição de um gás de proteção

3.8 Tipo de proteção 'n'

3.8.1

tipo de proteção 'n'

tipo de proteção aplicada a equipamentos elétricos que, em operação normal e em certas condições anormais especificadas, não sejam capazes de causar a ignição de uma atmosfera explosiva ambiente

NOTA 1 Os equipamentos não acendíveis necessitam estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-15, tipos de proteção 'nA', 'nC' ou 'nR'.

NOTA 2 Adicionalmente, os requisitos da Norma do equipamento são destinados a assegurar que uma falha capaz de causar uma ignição não seja provável de ocorrer.

NOTA 3 Um exemplo de uma condição anormal especificada é uma luminária com uma lâmpada queimada.

3.8.2

equipamentos com energia limitada

equipamento elétrico no qual os circuitos e componentes são construídos de acordo com o conceito de limitação de energia

3.8.3

equipamentos associados com energia limitada

equipamento elétrico que contém circuitos de energia limitada e energia não limitada, e que é construído de forma que os circuitos de energia não limitada não possam afetar adversamente os circuitos de energia limitada

3.9

imersão em óleo 'o'

tipo de proteção na qual o equipamento ou partes elétricas são imersas em um líquido de proteção de tal forma que uma atmosfera explosiva que possa estar acima do líquido ou do lado externo do invólucro não possa causar ignição

3.10

imersão em areia 'q'

tipo de proteção no qual partes capazes de causar a ignição de uma atmosfera explosiva são fixadas em posições e completamente circundadas por um material de enchimento, para evitar a ignição de uma atmosfera explosiva externa

NOTA O tipo de proteção pode não evitar a atmosfera explosiva de gás de penetrar no equipamento e seus componentes e causar ignição por seus circuitos. Entretanto, devido aos pequenos volumes livres no material de imersão e devido ao resfriamento da chama que possa se propagar através dos caminhos no interior do material de imersão, uma explosão externa é evitada.

3.11

encapsulamento 'm'

tipo de proteção onde partes que sejam capazes de causar a ignição de uma atmosfera explosiva, seja por centelhamento ou por aquecimento, são encapsuladas em um composto de tal forma que a atmosfera explosiva não possa causar ignição sob condições de operação ou de instalação

NOTA Os equipamentos com encapsulamento necessitam estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-18, categoria 'ma', 'mb' ou 'mc'

3.12

proteção contra a ignição de poeira 'tD'

tipo de proteção onde todos os equipamentos elétricos são protegidos por um invólucro para evitar a ignição de uma poeira em forma de camada ou de nuvem

3.13 Sistemas elétricos de alimentação

3.13.1

tensão extra-baixa de proteção (PELV – Protective Extra Low Voltage)

sistema elétrico no qual a tensão não pode exceder os valores de tensão extra-baixa:

- sob condições normais e
- sob condições de falta única, excluindo faltas à terra em outros circuitos elétricos

[IEV 60050-826-12-32]

3.13.2

tensão extra-baixa de segurança (SELV – Safety Extra Low Voltage)

sistema elétrico no qual a tensão não pode exceder os valores de tensão extra-baixa:

- sob condições normais e
- sob condições de falta única, incluindo faltas à terra em outros circuitos elétricos

[IEV 60050-826-12-31]

3.14 Equipamentos

3.14.1

fixo

equipamento conectado a um suporte, ou de outra forma fixado em um local específico

[IEV 60050-826-07-07]

3.14.2

transportável

equipamento não destinado a ser carregado por uma pessoa nem para instalação fixa

3.14.3

portátil

equipamento destinado a ser carregado por uma pessoa

3.14.4

pessoal

equipamento destinado a ser carregado pelo corpo de uma pessoa durante utilização normal

4 Generalidades

4.1 Requisitos gerais

Áreas classificadas são divididas em zonas 0, 1 e 2 para gases, vapores e névoas, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-10, e em zonas 20, 21 e 22 para poeiras combustíveis, de acordo com a ABNT NBR IEC 61241-10, de forma a facilitar a seleção de equipamentos elétricos apropriados e o projeto de instalações elétricas adequadas.

Recomenda-se que equipamentos elétricos, sempre que possível, sejam instalados em áreas não classificadas. Onde isso não for possível, recomenda-se que os equipamentos elétricos sejam instalados em uma área com os menores requisitos.

As instalações elétricas em áreas classificadas também devem estar de acordo com os requisitos apropriados para instalações em áreas não classificadas. Entretanto, os requisitos para áreas não classificadas podem ser insuficientes para instalações em áreas classificadas.

Equipamentos e materiais elétricos devem ser instalados e utilizados dentro de suas faixas nominais de potência, tensão, corrente, freqüência, tipo de serviço e outras características onde a não-conformidade possa colocar em risco a segurança da instalação. Em particular, cuidados devem ser tomados para assegurar que a tensão e a freqüência sejam apropriadas para o sistema de alimentação no qual os equipamentos são utilizados e que a classificação da temperatura tenha sido estabelecida para a correta tensão, freqüência e outros parâmetros.

Todos os equipamentos e circuitos elétricos em áreas classificadas devem ser especificados e instalados de acordo com as Seções 5 a 9 inclusive e os requisitos adicionais para o tipo de proteção particular (Seções 10 a 18).

Os equipamentos devem ser instalados de acordo com a sua documentação. Deve ser assegurado que itens sobressalentes sejam do tipo e com características nominais corretas. Na conclusão da montagem, a inspeção inicial dos equipamentos e instalações deve ser realizada de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-17.

Recomenda-se que as instalações sejam projetadas e os equipamentos e materiais sejam instalados de forma a fornecer facilidades de acesso para inspeção e manutenção (ABNT NBR IEC 60079-17).

Os equipamentos e sistemas utilizados em circunstâncias excepcionais, por exemplo, pesquisa, desenvolvimento, planta-piloto onde equipamentos para áreas classificadas não sejam disponíveis, não necessitam atender aos requisitos desta Norma, contanto que a instalação esteja sob a supervisão de um organismo competente e uma ou mais das seguintes condições, quando apropriadas, sejam atendidas:

- medidas sejam tomadas para assegurar que a atmosfera explosiva não ocorra, ou

- medidas sejam tomadas para assegurar que estes equipamentos estejam desligados na ocorrência de uma atmosfera explosiva, em cujos casos uma ignição após a desconexão, como, por exemplo, devido a partes aquecidas, deve ser também evitada, ou
- medidas sejam tomadas para assegurar que as pessoas e o ambiente não sejam expostos ao risco de incêndios ou explosões.

Adicionalmente, as medidas a serem tomadas são registradas por escrito por um organismo competente que:

- esteja familiarizado com os requisitos e com quaisquer outras normas aplicáveis e códigos de práticas referentes à utilização de equipamentos e sistemas elétricos para utilização em áreas classificadas;
- tenha acesso a todas as informações necessárias para realizar a avaliação.

4.2 Documentação

É necessário assegurar que toda a instalação esteja de acordo com os certificados apropriados, bem como com esta Norma e quaisquer outros requisitos específicos para a planta sobre a qual a instalação for realizada. Para alcançar este resultado, um prontuário das instalações deve ser preparado para cada instalação e deve ser mantido nas dependências da instalação ou arquivado em outro local. No caso de arquivamento em outro local, um documento deve ser mantido nas dependências da instalação, indicando quem é ou quem são os responsáveis e onde este documento é mantido, de forma que, quando requerido, cópias possam ser obtidas.

A fim de instalar corretamente ou ampliar uma instalação existente, as seguintes informações, que são adicionais àquelas requeridas para áreas não classificadas, são necessárias, quando aplicável:

- documentos de classificação de área (ver ABNT NBR IEC 60079-10 e ABNT NBR IEC 61241-10), com plantas mostrando a classificação e a extensão das áreas classificadas, incluindo zonas (e espessuras de camadas de poeira máximas permissíveis se o risco for devido a poeiras combustíveis);
- avaliações adicionais das consequências de ignição (ver 5.3);
- instruções para a montagem e conexão;
- documentos para equipamentos elétricos com condições especiais de utilização, tal como para equipamentos com números de certificados que possuam sufixo "X";
- documentos descritivos para sistemas intrinsecamente seguros (ver 12.2.5);
- declarações emitidas por fabricante/pessoal qualificado;

NOTA As declarações emitidas por fabricante/pessoal qualificado são aplicáveis a situações onde são utilizados equipamentos não certificados (outros que não sejam equipamentos simples em circuitos intrinsecamente seguros ou circuitos de energia limitada).

- informações necessárias para assegurar a correta instalação dos equipamentos fornecidos na forma adequada para a pessoa responsável por essa atividade (ver ABNT NBR IEC 60079-0 – Instruções);
- informações necessárias para a inspeção, tal como lista e localização dos equipamentos, reservas, informações técnicas (ver ABNT NBR IEC 60079-17);
- detalhes de qualquer cálculo aplicável, tal como taxas de purga para instrumentos ou casas de analisadores;
- se reparos forem necessários para serem realizados pelo usuário ou por um reparador, as informações necessárias para o reparo do equipamento elétrico (ver ABNT NBR IEC 60079-19);
- onde aplicável, classificação de gás ou vapor em relação ao grupo ou subgrupo dos equipamentos elétricos;
- classe de temperatura ou temperatura de ignição dos gases ou vapores envolvidos;
- influências externas e temperatura ambiente.

Requisitos adicionais em caso de poeiras:

- documentação referente à adequação dos equipamentos para a área e ambiente para a qual estes serão expostos, tais como classes de temperatura, tipo de proteção, grau de proteção IP e resistência contra corrosão;

- características do material devem ser registradas, incluindo resistividade elétrica, temperatura de ignição mínima da nuvem de poeira combustível, temperatura de ignição mínima de poeira combustível em camada e energia de ignição mínima da nuvem combustível;
- o projeto mostrando os tipos e detalhes dos sistemas de fiação;
- relatórios dos critérios de seleção para os sistemas de entradas de cabos para conformidade com os requisitos para o tipo de proteção particular;
- desenhos e padrões referentes à identificação dos circuitos.

NOTA O prontuário das instalações pode ser mantido em cópias em papel ou em meio eletrônico. Métodos aceitáveis pela legislação de cada país podem variar na forma na qual a documentação será legalmente aceitável.⁴

4.3 Avaliação de conformidade do equipamento⁵

4.3.1 Equipamento com certificados de acordo com Normas IEC

Equipamentos com certificado de acordo com as séries IEC 60079, IEC 60079-29-1 e IEC 60079-29-2, ou série IEC 61241, atendem aos requisitos para atmosferas explosivas, quando selecionados e instalados de acordo com esta Norma.

4.3.2 Equipamento sem certificados de acordo com Normas IEC

Com exceção de equipamentos simples utilizados em um circuito intrinsecamente seguro, a seleção de equipamentos para utilização em uma área classificada, os quais não possuam nenhum certificado ou possuam um certificado, porém não de acordo com uma das Normas indicadas em 4.3.1, deve ser restrita a circunstâncias onde equipamentos adequados com certificado não sejam disponíveis. A justificativa para a utilização de tais equipamentos em conjunto com os requisitos de instalação e marcação deve ser realizada pelo usuário, fabricante ou terceira parte, e deve ser registrado no prontuário das instalações. Os requisitos desta Norma, indicados a seguir, sob tais condições, podem não ser aplicáveis.

4.3.3 Seleção de equipamentos reparados, usados ou existentes

Quando for pretendido que equipamentos existentes, usados ou reparados sejam instalados em uma instalação nova, estes devem ser reutilizados somente se:

- a) puder ser verificado que os equipamentos não estão modificados e estão em condições que atendem aos requisitos do certificado original (incluindo reparo e revisão) e
- b) quaisquer alterações em relação às normas aplicáveis de equipamentos para o item considerado não requerem precauções de segurança adicionais.

NOTA 1 A ação de introduzir equipamentos onde as especificações não sejam idênticas a uma instalação existente pode levar à situação de que a instalação possa ser considerada "nova".

NOTA 2 Na situação em que um equipamento for certificado para dois tipos de proteção (tal como equipamento intrinsecamente seguro e independentemente à prova de explosão), recomenda-se tomar cuidado para que o tipo de proteção utilizado para a sua nova localização não tenha sido comprometido pela forma com a qual este foi originalmente instalado e subsequentemente manutenido. Diferentes conceitos de proteção possuem diferentes requisitos de manutenção. No exemplo acima: equipamento originalmente instalado como à prova de explosão deve somente ser utilizado como à prova de explosão, a menos que possa ser verificado que não tenha sido danificado com relação aos componentes de segurança do circuito intrinsecamente seguro sobre o qual depende a segurança, por exemplo, sobretenção nos terminais de alimentação. Ou se este foi originalmente instalado como intrinsecamente seguro, então uma verificação é requerida para assegurar que este não tenha sido danificado com relação aos caminhos da chama antes que este possa ser utilizado como à prova de explosão.

⁴ NOTA DA TRADUÇÃO: No Brasil são aplicáveis os requisitos legais indicados na NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego.

⁵ NOTA DA TRADUÇÃO: No Brasil são aplicáveis os requisitos legais indicados em Portarias Ministeriais elaboradas pelo Inmetro contendo o RAC – Regulamento de Avaliação da Conformidade para equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, nas condições de gases e vapores inflamáveis e poeiras combustíveis. No referido RAC são indicadas as Normas técnicas aplicáveis no Brasil para a certificação de equipamentos para atmosferas explosivas.

4.4 Qualificação de pessoal

O projeto da instalação, a seleção dos equipamentos e a montagem coberta por esta Norma devem ser realizados somente por pessoal cujo treinamento tenha incluído instruções sobre os vários tipos de proteção e práticas de instalação, regras e regulamentos aplicáveis e sobre os princípios gerais de classificação de área. A competência do pessoal deve ser compatível ao tipo de trabalho a ser realizado (ver Anexo F).

Reciclagem de educação apropriada ou treinamentos devem ser realizados pelo pessoal sobre bases regulares.

NOTA A competência pode ser demonstrada de acordo com os treinamentos e padrões de avaliação aplicáveis em regulamentos ou normas nacionais ou requisitos do usuário.

5 Seleção de equipamentos (excluindo cabos e eletrodutos)

5.1 Requisitos de informação

De forma a selecionar o equipamento elétrico adequado para áreas classificadas, as seguintes informações são requeridas:

- classificação da área contendo atmosfera explosiva, incluindo os requisitos de nível de proteção de equipamento, quando aplicável;
- onde aplicável, a classificação do gás, vapor ou poeira, em relação ao grupo ou subgrupo dos equipamentos elétricos;
- classe de temperatura ou temperatura de ignição dos gases ou vapores envolvidos;
- temperatura mínima de ignição da poeira combustível em nuvem, temperatura mínima de ignição da poeira combustível em camada e energia mínima de ignição da poeira combustível em nuvem;
- influências externas e temperatura ambiente.

É recomendado que os requisitos dos níveis de proteção do equipamento (EPL) sejam registrados nos documentos de classificação de área. Isto também é aplicável mesmo se as consequências não tiverem sido objeto das avaliações de risco (ver 5.3 e Anexo I).

5.2 Zonas

Áreas classificadas são divididas em zonas. As zonas não levam em consideração as consequências potenciais de uma explosão.

NOTA As edições anteriores desta Norma relacionavam os conceitos de proteção às zonas sobre as bases estatísticas que, quanto mais frequente a ocorrência de uma atmosfera explosiva, maior o nível de segurança requerido contra a possibilidade de uma fonte de ignição.

5.3 Relação entre níveis de proteção de equipamento (EPL) e zonas

Entre os níveis de proteção de equipamento (EPL) e zonas, a documentação de classificação de áreas, deve ser seguida a relação

Tabela 1 — Níveis de proteção de equipamento (EPL) onde zonas são designadas

Zona	Níveis de proteção de equipamento (EPL)
0	'Ga'
1	'Ga' ou 'Gb'
2	'Ga', 'Gb' ou 'Gc'
20	'Da'
21	'Da' ou 'Db'
22	'Da', 'Db' ou 'Dc'

Quando os EPL forem identificados na documentação de classificação de áreas, aqueles requisitos para a seleção dos equipamentos devem ser seguidos.

NOTA Como uma alternativa para a relação apresentada na Tabela 1 entre EPL e zonas, EPL podem ser determinados sobre bases de uma análise de risco, isto é, levando em consideração as consequências de uma ignição. Esta metodologia pode, sob as condições especificadas, requerer um EPL maior ou permitir um EPL menor, em relação àquele definido na Tabela 1.

5.4 Seleção de equipamentos de acordo com os EPL

5.4.1 Relação entre EPL e os tipos de proteção

Os tipos de proteção reconhecidos, de acordo com as Normas ABNT NBR IEC e IEC, foram relacionados com os EPL de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 — Relação entre os tipos de proteção e os EPL

EPL	Tipo de proteção	Código	De acordo com
'Ga'	Intrinsecamente seguro	'ia'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'ma'	ABNT NBR IEC 60079-18
'Gb'	Dois tipos de proteção independentes, cada um atendendo ao EPL 'Gb'		ABNT NBR IEC 60079-26
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica		IEC 60079-28
'Gb'	Invólucros à prova de explosão	'd'	ABNT NBR IEC 60079-1
	Segurança aumentada	'e'	ABNT NBR IEC 60079-7
	Intrinsecamente seguro	'ib'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'm' ou 'mb'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Imersão em óleo	'o'	IEC 60079-6
	Invólucros pressurizados	'p', 'px' ou 'py'	ABNT NBR IEC 60079-2
	Imersão em areia	'q'	ABNT NBR IEC 60079-5
	Conceito de Fieldbus intrinsecamente seguro (FISCO)		ABNT NBR IEC 60079-27
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica		IEC 60079-28
'Gc'	Intrinsecamente seguro	'ic'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mc'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Não acendível	'n' ou 'nA'	ABNT NBR IEC 60079-15
	Respiração restrita	'nR'	ABNT NBR IEC 60079-15
	Limitação de energia	'nL'	ABNT NBR IEC 60079-15
	Equipamento centelhante	'nC'	ABNT NBR IEC 60079-15
	Invólucros pressurizados	'pz'	ABNT NBR IEC 60079-2
	Conceito de Fieldbus intrinsecamente seguro (FISCO)		ABNT NBR IEC 60079-27
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica		IEC 60079-28
'Da'	Intrinsecamente seguro	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção por invólucro	'tD'	IEC 60079-31
'Db'	Intrinsecamente seguro	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção por invólucro	'tD'	IEC 60079-31
'Dc'	Invólucros pressurizados	'pD'	IEC 61241-4
	Intrinsecamente seguro	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção por invólucro	'tD'	IEC 60079-31
	Invólucros pressurizados	'pD'	IEC 61241-4

5.4.2 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Ga' ou 'Da'

Equipamentos e circuitos elétricos podem ser utilizados em regiões que requerem EPL 'Ga' ou 'Da' se o equipamento for marcado como EPL 'Ga' ou 'Da' respectivamente, ou se utilizar um tipo de proteção apresentado na Tabela 2, atendendo aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Da' respectivamente. A instalação deve estar de acordo com os requisitos desta Norma, como sendo adequado ao tipo de proteção empregado. Quando 'Ga' for marcado, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-26 para tipos de proteção combinados, a instalação simultaneamente deve estar de acordo com os requisitos desta Norma, como sendo adequado para os tipos de proteção empregados.

5.4.3 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Gb' ou 'Db'

Equipamentos elétricos podem ser utilizados em regiões que requerem EPL 'Gb' ou 'Db' se o equipamento for marcado como EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db' respectivamente, ou se utilizar um tipo de proteção apresentada na Tabela 2, atendendo aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db' respectivamente. A instalação deve estar de acordo com os requisitos desta Norma, como sendo adequado para o tipo de proteção empregado.

Quando um equipamento que atende aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Da' for instalado em uma região que somente requeira equipamento para EPL 'Gb' ou 'Db' respectivamente, este deve ser instalado totalmente de acordo com os requisitos de todos os tipos de proteção utilizados, exceto como modificado pelos requisitos adicionais para as técnicas de proteção individuais.

5.4.4 Equipamentos para utilização em regiões que requerem EPL 'Gc' ou 'Dc'

Equipamentos elétricos podem ser utilizados em regiões que requerem EPL 'Gc' ou 'Dc' respectivamente, se o equipamento for marcado como EPL 'Ga', 'Gb' ou 'Gc' e 'Da', 'Db' ou 'Dc' respectivamente, ou se utilizar qualquer tipo de proteção apresentado na Tabela 2. A instalação deve estar de acordo com os requisitos desta Norma,

como sendo adequado para o tipo de proteção empregado.

Quando um equipamento que atende aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db', respectivamente, for instalado em uma região que somente requeira equipamento com EPL 'Gc' ou 'Dc', este deve ser instalado totalmente de acordo com os requisitos de todos os tipos de proteção utilizados, exceto como modificado pelos requisitos adicionais para os tipos de proteção individuais.

5.5 Seleção de acordo com o grupo do equipamento

Equipamentos elétricos devem ser selecionados de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 — Relação entre subdivisão de gás/vapor ou poeira e grupo do equipamento

Subdivisão do local do gás/vapor ou poeira	Grupo de equipamento permitido
IIA	II, IIA, IIB ou IIC
IIB	II, IIB ou IIC
IIC	II ou IIC
IIIA	IIIA, IIIB ou IIIC
IIIB	IIIB ou IIIC
IIIC	IIIC

Quando um equipamento elétrico for marcado indicando a sua adequabilidade com um gás ou vapor em particular, este equipamento não pode ser utilizado com outros gases ou vapores sem que uma completa avaliação seja realizada por um organismo competente e os resultados da avaliação mostrem que este equipamento é adequado para tal utilização.

5.6 Seleção de acordo com a temperatura de ignição do gás, vapor ou poeira e temperatura ambiente

5.6.1 Generalidades

O equipamento elétrico deve ser de tal forma selecionado que sua temperatura máxima de superfície não alcance a temperatura de ignição de qualquer gás, vapor ou névoa que possa estar presente.

Se a marcação do equipamento elétrico não incluir uma faixa de temperatura ambiente, o equipamento é projetado para ser utilizado dentro de uma faixa de temperatura de -20°C a $+40^{\circ}\text{C}$. Se a marcação do equipamento elétrico incluir uma faixa de temperatura, o equipamento é projetado para ser utilizado dentro desta faixa.

Se a temperatura ambiente estiver fora da faixa de temperatura, ou se houver uma influência da temperatura devido a outros fatores, por exemplo, temperatura do processo ou exposição à radiação solar, o efeito sobre o equipamento deve ser considerado e as medidas tomadas devem ser documentadas.

NOTA Prensa-cabos normalmente não possuem uma classe de temperatura ou marcação de faixa de temperatura ambiente de operação. Eles possuem uma faixa de temperatura nominal de serviço e, a menos que marcado em contrário, a temperatura de serviço encontra-se, por padrão, na faixa de -20°C a $+80^{\circ}\text{C}$. Se temperaturas de serviços diferentes forem requeridas, recomenda-se tomar cuidado, de forma que o prensa-cabo e as partes associadas sejam adequados para tais aplicações.

5.6.2 Gás ou vapor

Os símbolos para as classes de temperatura marcadas nos equipamentos elétricos possuem o significado indicado na Tabela 4.

Tabela 4 — Relação entre temperatura de ignição do gás ou vapor e classe de temperatura do equipamento

Classe de temperatura requerida pela classificação de área	Temperatura de ignição do gás ou vapor em $^{\circ}\text{C}$	Classe de temperatura do equipamento permitida
T1	> 450	T1 – T6
T2	> 300	T2 – T6
T3	> 200	T3 – T6
T4	> 135	T4 – T6
T5	> 100	T5 – T6
T6	> 85	T6

5.6.3 Poeira

Poeiras em camada apresentam duas propriedades à medida que a espessura aumenta: uma redução na temperatura de ignição mínima e um aumento do isolamento térmico.

A temperatura de superfície máxima permitível para equipamentos é determinada pela dedução da margem de segurança a partir da temperatura de ignição mínima da poeira relacionada, quando ensaiada de acordo com os métodos especificados na IEC 61241-2-1 para poeiras em nuvens e em camada com espessura de até 5 mm para o tipo de proteção “tD”, método A, e todos os outros tipos de proteção e 12,5 mm para o tipo de proteção “tD” método B.

Para instalações onde a espessura da camada for maior do que os valores apresentados acima, a temperatura de superfície máxima deve ser determinada com referência particular à espessura da camada e todas as características dos materiais sendo utilizados. Exemplo de poeira em forma de camada excessivamente espessa pode ser encontrado no Anexo G.

5.6.3.1 Limitações de temperatura devidas à presença de nuvens de poeira

A temperatura máxima do equipamento não pode exceder dois terços da temperatura mínima de ignição, em graus Celsius da mistura poeira/ar considerada.

$$T_{\text{máx}} = 2/3 T_{\text{CL}}$$

onde T_{CL} é a temperatura de ignição mínima da poeira em forma de nuvem.

5.6.3.2 Limitações de temperatura devido à presença de poeira em forma de nuvem

5.6.3.2.1 Invólucros para o método A e todos os outros equipamentos para poeira em forma de camada

Até 5 mm de espessura:

A temperatura máxima de superfície dos equipamentos, quando ensaiados pelo método livre de poeira de 23.4.4.1 da ABNT NBR IEC 61241-0, não deve exceder o valor de 75 K abaixo da temperatura mínima de ignição (incandescência) para a espessura de camada de 5 mm da poeira relacionada.

$$T_{\text{max}} = T_{5 \text{ mm}} - 75^{\circ}\text{K}$$

onde $T_{5 \text{ mm}}$ é a temperatura mínima de ignição (incandescência) de poeira em forma de camada de 5 mm.

Acima de 5 mm até 50 mm de espessura:

Onde existir a possibilidade que poeira em forma de camada excedendo 5 mm possam ser formadas sobre equipamentos do método A, a temperatura de superfície máxima permitível deve ser reduzida. Para orientação, exemplos da redução na temperatura de superfície máxima permitível do equipamento utilizado na presença de poeira possuindo temperaturas mínimas de ignição (incandescência) excedendo 250 °C para uma camada de 5 mm são mostrados no gráfico abaixo (Figura 1) para aumentos da espessura das camadas.

Para poeira com camada acima de 50 mm, ver 5.6.3.3.

NOTA Antes de aplicar a informação deste gráfico, recomenda-se consultar a IEC 61241-2-1.

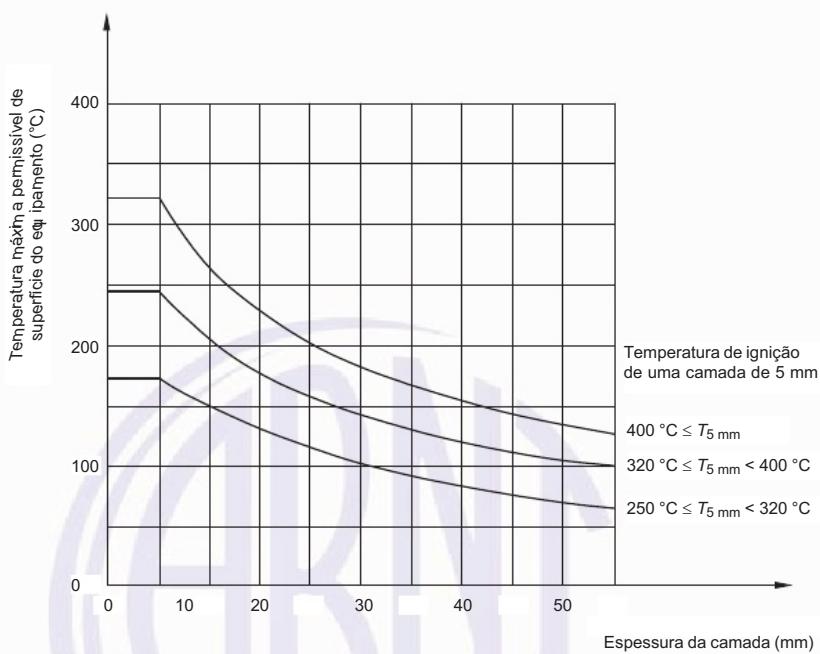


Figura 1 — Correlação entre a temperatura de superfície máxima e espessura de poeira em forma de camada

A verificação em laboratório deve ser realizada para os equipamentos quando a temperatura de ignição de poeira em forma de camada de 5 mm for menor que 250 °C, ou quando existir qualquer dúvida com relação à aplicação do gráfico. Ver 5.6.3.3.

5.6.3.2.2 Invólucros para o método B somente para equipamentos para poeira em forma de camada até 12,5 mm de espessura

A temperatura máxima de superfície do equipamento não deve exceder o valor de 25 K abaixo da temperatura mínima de ignição, para uma espessura de poeira em forma de camada relacionada de 12,5 mm, quando o equipamento é ensaiado de acordo com o método de ensaio de 8.2.2.2 da ABNT NBR IEC 61241-1:

$$T_{\max} = T_{12,5 \text{ mm}} - 25 \text{ K}$$

onde $T_{12,5 \text{ mm}}$ é a temperatura de ignição (incandescência) de uma poeira em forma de camada de 12,5 mm.

NOTA T_{\max} obtida desta seção e T_{\max} de 5.6.3.2.1 são consideradas como proporcionando segurança equivalente.

5.6.3.3 Poeiras em camada que não possam ser evitadas

Quando não puder ser evitado que a camada de poeira formada ao redor dos lados e da parte de baixo de um equipamento, ou quando o equipamento estiver totalmente submerso em poeira, devido ao efeito do isolamento, uma temperatura de superfície muito mais baixa pode ser necessária. Este requisito especial pode ser atendido por um sistema de limitação de potência, com ou sem um controle de temperatura inerente, o qual deve ser determinado de acordo com a ABNT NBR IEC 61241-0.

Para instalações onde a espessura da camada for maior que 50 mm, para invólucros submetidos ao método A e todos os outros equipamentos, ou 12,5 mm para invólucros submetidos somente ao método B, a temperatura máxima de superfície do equipamento pode ser marcada com a temperatura de superfície máxima T_L como referência à espessura de camada permitida. Quando o equipamento for marcado T_L para uma espessura de camada, a temperatura de ignição da poeira combustível, na espessura de camada L , deve ser aplicada no lugar de T_5 mm. A temperatura máxima de superfície do equipamento T_L deve ser no mínimo 75 °C mais baixa do que a temperatura de ignição da poeira combustível, na espessura de camada L . Exemplos de poeira em forma de camada de espessura excessiva podem ser encontrados no Anexo G.

5.6.3.4 Temperatura de superfície máxima permitível

O mais baixo dos valores obtidos em 5.6.3.2 e 5.6.3.2.1 para o método A e em 5.6.3.2 e 5.6.3.2.2 para o método B, determinará a temperatura máxima de superfície para o equipamento a ser utilizado.

Se o equipamento for para ser utilizado em condições cobertas por 5.6.3.3, então estes valores mais baixos devem ser aplicados.

5.7 Seleção de equipamentos luminosos para poeira

Para equipamentos luminosos na faixa de espectro óptico que sejam instalados em áreas classificadas, todos os requisitos aplicáveis desta Norma, incluindo esta seção, devem ser aplicados.

Para equipamentos instalados ao tempo, porém com o feixe luminoso direcionado para a área classificada, somente os requisitos desta subseção devem ser aplicados.

5.7.1 Processo de ignição

Radiação na faixa do espectro óptico, especialmente no caso de focalização, pode se tornar uma fonte de ignição para poeiras em nuvens ou em camadas.

Luz solar, por exemplo, pode iniciar uma ignição se objetos concentrarem a radiação (por exemplo, espelho côncavo, lentes etc.).

A radiação de fontes de luz de alta intensidade, tal como "flashes" de lâmpadas é, sob certas circunstâncias, tão intensamente absorvida por partículas de poeiras, que estas partículas se tornam uma fonte de ignição para poeiras em nuvens ou em camadas.

No caso de radiação a laser (por exemplo, sinalização, telemedidores, inspeções, topografia), a energia ou densidade de potência mesmo do feixe não focado a longas distâncias pode ser tão elevada que uma ignição é possível. Aqui, também, o aquecimento é principalmente causado pelo efeito do feixe de laser sobre poeiras em camada ou por absorção sobre partículas de poeiras na atmosfera. Em especial, focalização intensa pode causar temperaturas que excedem em muito a 1 000 °C no ponto focal.

Deve ser considerada a possibilidade de que o equipamento, que por si próprio produza a radiação (por exemplo, lâmpadas, arcos elétricos, lasers etc.), pode ser uma fonte de ignição.

5.7.2 Medidas de segurança em zona 20 ou 21

Equipamentos elétricos geradores de radiação, se ensaiados e certificados de acordo com os requisitos para zona 20 ou 21, podem ser utilizados. Independentemente deste fato, deve ser assegurado que a potência de irradiação ou radiação que pode penetrar ou ocorrer em zona 20 ou 21, mesmo no caso de raros distúrbios em uma parte de um processo completo de radiação antes de entrar em zona 20 ou 21, e em qualquer ponto na seção transversal da radiação, não deve exceder os seguintes valores:

- 5 mW/mm² ou 35 mW para ondas contínuas de laser e outras fontes de ondas contínuas; e
- 0,1 mJ/mm² para pulso de lasers ou fontes de pulso de luz com intervalo de pulso de no mínimo 5 s.

Fontes de radiação com intervalos de pulso menores que 5 s são consideradas fontes contínuas de luz, neste contexto.

5.7.3 Medidas de segurança em zona 22

Equipamentos geradores de radiação podem ser utilizados. A intensidade da irradiação ou irradiação não deve exceder 10 mW/mm² ou 35 mW continuamente e 0,5 mJ/mm² para pulso em operação normal.

5.8 Seleção de equipamento ultra-sônico para poeira

Para equipamentos instalados fora, mas irradiando para o interior de áreas classificadas, somente os requisitos desta seção devem ser aplicados.

Para equipamentos de transmissão ultra-sônicos que sejam instalados em áreas classificadas, todos os requisitos aplicáveis desta Norma, incluindo aqueles desta subseção, devem ser aplicados.

5.8.1 Processo de ignição

Quando ultra-sons são aplicados, grandes proporções de energia liberadas pelo transdutor de som são absorvidas por materiais sólidos ou líquidos. Pode ocorrer aquecimento no material afetado e, em casos extremos, o material pode ser aquecido além da temperatura mínima de ignição.

5.8.2 Medidas de segurança

As seguintes observações se referem somente ao risco de ignição produzido por potência sonora. Em termos de segurança, deve ser considerado, entre outros critérios, que cargas elétricas podem ser seguramente eliminadas de materiais piezo-cerâmico (freqüentemente utilizados como transdutores em equipamentos ultra-sônicos) por meio de elementos de circuitos adequados.

5.8.2.1 Medidas de segurança em zona 20 ou 21

Em zona 20 ou 21, ultra-som pode ser utilizado somente quando o método de trabalho for considerado perfeitamente adequado para utilização nesta zona, em função da baixa potência sônica disponível, a qual não deve exceder uma densidade de potência no campo sonoro de 0,1 W/cm² e uma freqüência de 10 MHz para fontes contínuas e 2 mJ/cm² para fontes de pulso. A densidade de potência média não deve exceder 0,1 W/cm².

5.8.2.2 Medidas de segurança em zona 22

Em zona 22, no caso de processo de trabalhos utilizando os dispositivos ultra-sônicos usuais (por exemplo, aparelhos ultra-sônicos terapêuticos, aparelhos de diagnósticos e dispositivos de ensaios de impulso), nenhuma medida de segurança especial contra riscos de ignição devido à utilização destes dispositivos é necessária, contanto que a densidade de potência gerada no campo sonoro não exceda 0,1 W/cm² e uma freqüência instalada de 10 MHz.

5.9 Influências externas

Equipamentos elétricos devem ser selecionados e/ou instalados de forma que eles sejam protegidos contra influências externas (tais como química, mecânica, vibracional, térmica, elétrica e umidade) que podem afetar negativamente o tipo de proteção. Influências externas devem ser identificadas como parte do projeto da instalação e a seleção dos equipamentos para a instalação, e as medidas de controle aplicadas devem ser documentadas e incluídas no prontuário das instalações.

NOTA 1 Especial atenção é chamada para o risco que pode surgir quando equipamentos são sujeitos a umidade prolongada e grandes variações de temperatura. Sob tais condições, recomenda-se que os equipamentos sejam fornecidos com dispositivos adequados para assegurar prevenção de entrada de umidade ou drenagem do condensado.

Precauções devem ser tomadas, sem afetar as condições de resfriamento projetadas, para evitar que corpos externos caiam verticalmente dentro das aberturas de ventilação de máquinas elétricas girantes verticais.

A integridade de equipamentos elétricos pode ser afetada se eles forem operados sob condições de temperatura ou pressão fora daquelas para o qual os equipamentos tenham sido construídos. Nestas circunstâncias, recomendações adicionais devem ser observadas (ver também 5.6).

NOTA 2 Especial atenção é chamada para o risco que pode surgir quando os fluidos do processo podem ser introduzidos dentro dos equipamentos (tais como chaves de pressão ou motores elétricos de bombas herméticas). Sob condições de falhas (tal como falha de um diafragma ou invólucro), o fluido pode ser liberado para o interior do equipamento sob pressão considerável, a qual pode causar qualquer uma ou todas as seguintes ocorrências:

- ruptura do invólucro do equipamento;
- risco imediato de ignição;
- transmissão do fluido pelo interior de um cabo ou eletroduto.

Recomenda-se que tais equipamentos sejam selecionados de forma que o recipiente do fluido de processo seja separado de forma confiável do equipamento elétrico (por exemplo, pela utilização de um selo primário para a interface do processo principal e um selo secundário interno para o equipamento, em caso de falha do selo primário). Quando isto não for possível, recomenda-se que o equipamento seja ventilado (através de um "vent", dreno ou respiro com um tipo adequado de proteção contra explosão) e/ou o sistema de fiação seja selado para evitar a transmissão de qualquer fluido. Recomenda-se que a falha do selo primário seja também alarmada, por exemplo, por vazamentos que sejam visíveis, falhas do equipamento que sejam identificáveis na sua ocorrência, por meio sonoro ou detecção eletrônica.

Métodos possíveis de sistemas de selagem de fiação incluem a utilização de junta especial de selagem ou um prensa-cabo incorporando um selo em torno dos condutores individuais ou um trecho de cabo do tipo com isolamento mineral e cobertura metálica (MIMS – *Mineral-Insulated Metal-Sheathed*) ou uma junta "epóxi" deve ser introduzida no encaminhamento do cabo. Recomenda-se observar que a aplicação de um dispositivo de selagem do cabo pode somente mitigar a vazão da transmissão do vapor e, portanto, medidas adicionais de atenuação podem ser necessárias. Recomenda-se que sistemas de ventilação sejam montados de forma que a ocorrência de qualquer vazamento possa se tornar aparente.

Na ausência de Normas ABNT sobre selagem de processo para equipamentos elétricos, outras normas aplicáveis, tal como a IEC 61010-1, podem ser seguidas. A IEC 61010-1 inclui informações relativas a conexões ao processo.

NOTA 3 Quando o fabricante tiver ensaiado o invólucro para um grau de proteção (IP) mais elevado do que aquele requerido pelo tipo de proteção (às vezes para tornar o equipamento mais adequado para um ambiente adverso), recomenda-se que o IP do invólucro seja mantido para o IP requerido pelo local da instalação ou aquele requerido pelo tipo de proteção, o que for mais elevado. Quando o IP designado para o equipamento não for mantido, recomenda-se que isto seja identificado no prontuário das instalações.

5.10 Metais leves como materiais de construção

Deve ser especialmente levada em consideração a localização de equipamentos que incorporam metais leves na sua construção externa, uma vez que tem sido bem conhecido que tais materiais apresentam, com atrito, a possibilidade de faiscamento com capacidade de ignição.

5.10.1 Gás ou vapor

Materiais de instalação (tais como sistemas de bandejamento, placas de montagem, proteção contra intempéries) não devem conter, em massa, mais do que:

- para locais que requerem EPL 'Ga'
10 % no total de alumínio, magnésio, titânio e zircônio, ou
7,5 % no total de magnésio, titânio e zircônio;
- para locais que requerem EPL 'Gb'
7,5 % de magnésio e titânio;
- para locais que requerem EPL 'Gc'
sem requisitos

NOTA Os requisitos acima são compatíveis com aqueles requeridos para equipamentos pela ABNT NBR IEC 60079-0.

5.10.2 Poeiras

Ver Anexo H.

5.11 Equipamentos transportáveis, portáteis e pessoais

5.11.1 Generalidades

Devido à necessidade da aplicação e da elevada flexibilidade de utilização, equipamentos transportáveis, portáteis ou pessoais podem ser utilizados em diferentes áreas classificadas. Equipamentos para um EPL mais baixo não podem ser levados para o interior de uma área que requeira um EPL mais elevado, a menos que seja protegido de outra forma. Na prática, entretanto, tais limitações podem ser difíceis de serem administradas, especialmente com equipamentos portáteis. É recomendado, desta forma, que todos os equipamentos transportáveis, portáteis e pessoais atendam aos requisitos do local no qual os equipamentos possam ser utilizados que requeira o EPL mais elevado. Similarmente, recomenda-se que o grupo do equipamento e a classificação de temperatura sejam apropriados para todos os gases, vapores e poeiras para os locais para os quais os equipamentos possam ser utilizados. A menos que precauções adequadas sejam tomadas, baterias reservas não devem ser levadas para o interior de áreas classificadas.

5.11.2 Equipamentos transportáveis e portáteis – Gás

De forma diferente dos equipamentos que são permanentemente instalados, equipamentos transportáveis podem estar dentro de áreas classificadas somente temporariamente. Tais equipamentos podem incluir, por exemplo, geradores de emergência, máquinas de solda a arco elétrico, caminhões com guinchos industriais, compressores de ar, sopradores ou ventiladores de ar, ferramentas portáteis eletricamente alimentadas e certos equipamentos de ensaio e de inspeção.

Equipamentos que podem ser transportados ou levados para o interior de áreas classificadas devem possuir um nível de proteção de equipamento apropriado. Quando existir a necessidade de utilizar equipamentos transportáveis ou portáteis em uma área classificada para a qual o EPL requerido normalmente não seja atendido, um programa documentado de gerenciamento de risco deve ser implantado. Este programa deve incluir o treinamento para o potencial risco de ignição devido ao uso de equipamentos portáteis em uma área classificada (ver Anexo A) e um procedimento de trabalho seguro (ver Anexo D). Aprovação de um procedimento de trabalho seguro apropriada deve ser

Se plugues e tomadas estiverem instalados em uma área classificada, devem possuir o EPL requerido para a área. Alternativamente outros plugues e tomadas devem ser somente energizados ou conectados sob um procedimento de trabalho seguro (ver Anexo D).

5.11.3 Equipamentos pessoais – Gás

Itens de equipamentos pessoais que são alimentados por bateria ou energia solar são, às vezes, carregados por pessoas e inadvertidamente levados para o interior da área classificada.

Um relógio eletrônico simples de pulso é um exemplo de um dispositivo eletrônico de baixa tensão que tem sido independentemente avaliado e tido como aceitável para utilização em uma área classificada sob ambos os requisitos históricos e atuais de EPL.

Todos os demais equipamentos pessoais alimentados por bateria ou energia solar (incluindo relógios eletrônicos de pulso incorporando uma calculadora) devem:

- estar de acordo com o tipo de proteção reconhecido apropriado para o EPL, requisitos de gás, grupo e classe de temperatura, ou
- ser submetidos a uma avaliação de risco, ou
- ser levados para o interior de uma área classificada sob um procedimento de trabalho seguro.

NOTA Um risco elevado está associado com baterias de lítio, que podem ser utilizadas para alimentar equipamentos eletrônicos pessoais, e recomenda-se que sua utilização seja avaliada como descrito nesta seção.

5.11.4 Poeira

Equipamentos industriais portáteis comuns não devem ser utilizados em áreas classificadas, a menos que o local específico tenha sido avaliado de forma a assegurar que poeiras potencialmente combustíveis estejam ausentes durante o período de utilização (situação "livre de poeira"). Se plugues e tomadas estiverem presentes em uma área classificada, recomenda-se que eles sejam adequados para a utilização na zona específica e possuam intertravamento mecânico e/ou elétrico para evitar a ocorrência de uma fonte de ignição durante a inserção ou a remoção do plugue. Alternativamente, recomenda-se que eles sejam energizados em uma situação "livre de poeira".

5.12 Seleção de máquinas elétricas girantes

5.12.1 Generalidades

Máquinas elétricas girantes são classificadas de acordo com a IEC 60034-1 para ciclos de serviço S1 a S10.

Na seleção de máquinas elétricas girantes, como um mínimo, o seguinte deve ser considerado:

- ciclo de serviço
- faixa de tensão de alimentação e freqüência
- transferência de calor do equipamento acionado (tal como uma bomba)
- vida útil do rolamento e do lubrificante
- classe de isolamento

5.12.2 Motores alimentados por um conversor

A seleção e instalação de motores alimentados por conversor de tensão e freqüência variáveis devem levar em consideração itens que podem reduzir a tensão nos terminais do motor. Também outros riscos devem ser levados em consideração.

NOTA 1 Um filtro na saída do conversor pode causar uma queda de tensão nos terminais da máquina. A tensão reduzida aumenta a corrente e o escorregamento do motor e, desta forma, aumenta a temperatura do estator e do rotor do motor. Tal aumento de temperatura pode ser mais perceptível em condições de cargas constantes nominais.

NOTA 2 Informações adicionais sobre a aplicação de motores alimentados com um conversor podem ser encontradas nas IEC/TS 60034-17 e IEC/TS 60034-25. As maiores preocupações incluem espetros de frequência da tensão e da corrente, além de suas perdas adicionais, efeitos de sobretensões, correntes dos mancais e aterrramento de alta freqüência.

5.13 Luminárias

A seleção de luminárias devem levar em consideração os EPL, os grupos dos equipamentos e a possibilidade de alterações das classes de temperatura, se lâmpadas com diferentes potências puderem ser utilizadas.

NOTA Recomenda-se que as lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão não sejam transportadas através de uma área classificada ou instalada acima de uma área classificada que possua o risco de ignição devido à presença de sódio livre, oriundo de uma lâmpada quebrada.

5.14 Plugues e tomadas para poeira

Plugues e tomadas não são permitidos em locais que requeiram EPL "Da".

Em locais que requerem EPL "Db" e EPL "Dc", estes devem estar de acordo com a ABNT NBR IEC 61241-0 e os requisitos a seguir são aplicáveis.

NOTA Conectores utilizados para proteção "Ex id" não são classificados como plugues e tomadas.

5.14.1 Generalidades

Plugues e tomadas devem ser utilizados em combinação com uma forma adequada de conexão flexível, como especificado em 9.3.3.

5.14.2 Montagem

Tomadas devem ser instaladas de forma que poeira não possa entrar em seu interior, com ou sem o plugue no local. Para minimizar o ingresso de poeira no evento de uma tampa contra poeira ser accidentalmente deixada aberta, as tomadas devem ser posicionadas em um ângulo que não seja maior que 60° com a vertical, com as aberturas posicionadas para o lado de baixo.

5.14.3 Localização

Tomadas devem ser instaladas em locais de forma que o cabo flexível necessário seja o mais curto possível.

6 Proteção contra centelhamento (acendível) perigoso

6.1 Perigo de partes vivas

De forma a evitar a formação de centelhas capazes de causar a ignição da atmosfera explosiva de gás, o possível contato inadvertido com partes energizadas, outras que não sejam intrinsecamente seguras ou partes com energia limitada, deve ser evitado.

6.2 Perigo de partes expostas e partes condutivas externas

A limitação de correntes de falta para a terra (magnitude e/ou duração) em estruturas ou invólucros e a prevenção de potenciais elevados em condutores de ligação eqüipotencial são essenciais para a segurança.

Embora seja impraticável cobrir todos os sistemas possíveis, o seguinte se aplica para sistemas elétricos, além de circuitos intrinsecamente seguros ou limitadores de energia, com tensões até 1 000 V c.a. eficaz / 1 500 V c.c.

6.2.1 Sistema de aterramento do tipo TN

Se um sistema de aterramento do tipo TN for utilizado, ele deve ser do tipo TN-S (com um neutro N separado e condutor de proteção PE) em área classificada, isto é, condutores de neutro e de proteção não devem ser conectados juntos, ou combinados em um único condutor, em área classificada. Em qualquer ponto de transição do sistema TN-C para o sistema TN-S, o condutor de proteção deve ser conectado ao sistema de ligação eqüipotencial em área não classificada.

6.2.2 Sistema de aterramento do tipo TT

Se um sistema de potência do tipo TT (aterramentos separados para o sistema de potência e para partes condutoras expostas) for utilizado, então este deve ser protegido por dispositivos de corrente residual.

NOTA Onde a resistividade de terra for alta, tais sistemas podem não ser aceitáveis.

6.2.3 Sistema de aterramento do tipo IT

Se um sistema de potência do tipo IT (neutro isolado da terra ou aterrado através de uma impedância suficientemente alta) for utilizado, um dispositivo de monitoração de isolamento deve ser fornecido para indicar a primeira falta à terra.

NOTA 1 Se a primeira falta não for removida, a falta subsequente na mesma fase não será detectada, possivelmente levando a uma situação de risco.

NOTA 2 Ligações locais, conhecidas como ligações eqüipotenciais suplementares, podem ser necessárias (ver IEC 60364-4-41)⁶.

6.2.4 Sistemas SELV e PELV

Sistemas de segurança de extrabaixa tensão (SELV) devem estar de acordo com a Seção 414 da IEC 60364-4-41. Partes energizadas de circuitos SELV não devem ser conectadas à terra, ou a partes energizadas ou a condutores de proteção de outros circuitos. Quaisquer partes condutoras energizadas podem ser não aterradas ou aterradas (por exemplo, para compatibilidade eletromagnética).

Sistemas de proteção de extrabaixa tensão (PELV) devem estar de acordo com a Seção 414 da IEC 60364-4-41. Circuitos PELV são aterrados. Quaisquer partes condutoras expostas devem ser conectadas a um sistema de aterramento comum (e potencial de equalização).

Transformadores de isolamento de segurança para sistemas SELV e PELV devem estar de acordo com a IEC 61558-2-6

⁶ NOTA DA TRADUÇÃO: Em instalações elétricas de baixa tensão no Brasil são aplicáveis os requisitos da ABNT NBR 5410, a qual é também baseada em requisitos indicados em Normas da série IEC 60364.

6.2.5 Separação elétrica

A separação elétrica deve estar de acordo com a Seção 413 da IEC 60364-4-41 para a alimentação de somente um item do equipamento.

6.2.6 Equipamentos acima de áreas classificadas

Equipamentos que podem produzir partículas aquecidas ou superfícies quentes localizados a menos que 3,5 m acima de áreas classificadas devem ser totalmente fechados ou fornecidos com proteções ou telas adequadas,

para evitar quaisquer fontes de ignição caindo para o interior da área classificada.

NOTA Tais itens podem incluir:

- fusíveis que possam produzir arcos, centelhas ou partículas aquecidas;
- dispositivos que possam produzir arcos, centelhas ou partículas aquecidas;
- motores ou geradores que possuam contatos deslizantes ou escovas;
- aquecedores, elementos de aquecimento ou outros equipamentos que possam produzir arcos, centelhas ou partículas aquecidas;
- equipamentos auxiliares tais como reatores, capacitores e dispositivos de partida para todos os tipos de luminárias com lâmpadas a descarga;
- todas as lâmpadas.

Lâmpadas a descarga do tipo vapor de sódio de baixa pressão não podem ser instaladas em áreas classificadas.

6.3 Potencial de equalização

6.3.1 Generalidades

O potencial de equalização é requerido para instalações em áreas classificadas. Para sistemas TN, TT e IT, todas as partes condutoras expostas e externas devem ser conectadas a um sistema de ligação eqüipotencial. O sistema de ligação eqüipotencial pode incluir condutores de proteção, eletrodutos metálicos, cabos com revestimentos metálicos, armadura com fios metálicos e partes metálicas de estruturas, mas não devem incluir condutores de neutro. As conexões devem ser seguras contra auto-afrouxamento e devem minimizar o risco de corrosão que possa reduzir a efetividade da conexão.

Se a armadura ou malha dos cabos forem somente aterradas no lado de fora da área classificada (por exemplo, em uma sala de controle), então este ponto de aterramento deve estar incluído no sistema de potencial de equalização da área classificada.

NOTA Se a armadura do cabo for aterrada somente no lado de fora da área classificada em um sistema de aterramento TN, existe a possibilidade de que centelhas perigosas possam ser criadas na extremidade da armadura do cabo em área classificada; desta forma esta armadura ou malha deve ser tratada como condutores não utilizados (ver 9.6.3).

Partes condutoras expostas não necessitam estar individualmente conectadas ao sistema de ligação eqüipotencial se eles estiverem firmemente fixados e em contato metálico com partes estruturais condutoras ou tubulações que são conectadas ao sistema de ligação eqüipotencial. Partes condutoras externas que não sejam parte da estrutura ou da instalação elétrica, por exemplo estruturas de portas ou janelas, não necessitam estar conectadas ao sistema de ligação eqüipotencial, se não existir risco do surgimento de tensões.

Prensa-cabos que incorporam dispositivos de fixação que fixem a malha ou a armadura do cabo podem ser utilizados para fornecer a ligação eqüipotencial.

Para informações adicionais, ver Seção 411.3 da IEC 60364-4-41.

Invólucros metálicos de equipamentos intrinsecamente seguros ou de energia limitada não necessitam estar conectados a um sistema de ligação eqüipotencial, a menos que requerido na documentação do equipamento ou para evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas.

Instalações com proteção catódica não devem estar conectadas ao sistema de ligação eqüipotencial, a menos que o sistema seja especificamente projetado para esta finalidade.

NOTA A equalização de potencial entre veículos e instalações fixas pode requerer arranjos especiais, por exemplo, onde flanges isolados são utilizados para a conexão de tubulações.

6.3.2 Aterramento temporário

O aterramento temporário inclui conexões de aterramento que são executadas a itens móveis, tais como tambores, veículos e equipamentos portáteis para controle de eletricidade estática ou equalização de potencial.

É recomendado que a conexão final de um aterramento temporário seja feita:

- em uma área não classificada; ou
- utilizando uma conexão que atenda aos requisitos de EPL do local; ou
- utilizando um procedimento documentado que reduza o risco de centelhamento a um nível aceitável.

6.3.2.1 Gás

Para o aterramento temporário a resistência entre as partes metálicas deve ser menor que $1 \text{ M}\Omega$. Condutores e conexões devem ser duráveis, flexíveis e de resistência mecânica suficiente para suportar movimentos em serviço.

NOTA Na ausência de Normas ABNT recomenda-se que Normas IEC ou outras Normas sejam seguidas.

6.3.2.2 Poeira

Para aterramento temporário, a resistência entre partes metálicas pode ser maior que a correspondente para uma área de seção transversal de 10 mm^2 de cobre.

NOTA Exemplos de aterramento temporário incluem aqueles realizados em tambores portáteis ou veículos.

6.4 Eletricidade estática

6.4.1 Gás

No projeto de instalações elétricas, medidas devem ser tomadas para reduzir a um nível seguro os efeitos da eletricidade estática.

NOTA Informações detalhadas tratando com diâmetros ou larguras de partes com grandes comprimentos e limitação de espessura de camadas não metálicas podem ser encontradas em 7.4 da ABNT NBR IEC 60079-0.

Cabos estão excluídos desta seção.

O risco de centelhamento capaz de causar ignição a partir de instalação de materiais não metálicos (por exemplo, bandejamentos revestidos com plásticos, placas de montagem plásticas, proteção ambiental plástica) deve ser

- seleção adequada do material, de modo que a resistência de isolação do equipamento não exceda $1 \text{ G}\Omega$; ou
- limitação da área de superfície de partes não metálicas como mostrado na Tabela 5. A área de superfície é definida a seguir:
 - para materiais planos, pela área exposta (carregável);
 - para objetos curvos, a área deve ser a projeção do objeto que apresente a máxima área;
 - para partes individuais não metálicas, a área deve ser avaliada independentemente se estas forem separadas por estruturas condutoras aterradas.

Tabela 5 — Limitações das áreas

Área de superfície máxima, mm ²			
Requisito de EPL do local	Local grupo IIA	Local grupo IIB	Local grupo IIC
'Ga'	5 000	2 500	400
'Gb'	10 000	10 000	2 000
'Gc'	10 000	10 000	2 000

NOTA Os valores para a área de superfície podem ser aumentados por um fator de quatro se a área exposta de material não metálico for envolvida por estruturas condutoras aterradas.

6.4.2 Poeira

Equipamentos de material plástico devem ser de tal forma projetados que, sob condições normais de utilização, sejam evitados riscos de ignição devido a descargas propagantes. Isto pode ser atingido pela não utilização de plástico, que esteja revestindo materiais condutores. Se, entretanto, o plástico estiver revestindo um material condutor, este plástico deve possuir uma ou mais das seguintes características:

- a) resistência superficial $\leq 10^9 \Omega$ ensaiada de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0;
- b) uma tensão de ruptura $\leq 4 \text{ kV}$ (medida entre a espessura do material de isolamento de acordo com o método descrito na IEC 60243-1);
- c) uma espessura $\geq 8 \text{ mm}$ da isolação externa sobre as partes metálicas.

NOTA Isolacão externa de 8 mm ou maior sobre partes metálicas, tal como sensores de medição ou componentes similares propagantes de descargas, é rara de ocorrer. Quando a avaliação da espessura mínima da isolacão a ser utilizada ou especificada é necessária, deve ser considerado qualquer desgaste previsto sob utilização normal.

- d) pela limitação da carga transferida utilizando o método de ensaio descrito na ABNT NBR IEC 60079-0;
- e) pela incapacidade de armazenamento de cargas perigosas pela medição da capacidade quando ensaiado de acordo com o método de ensaio da ABNT NBR IEC 60079-0.

6.5 Proteção contra raios

No projeto de instalações elétricas, medidas devem ser tomadas para reduzir a um nível seguro os efeitos de raios (ver IEC 62305-3, Anexo D).

A Subseção 12.3 apresenta detalhes dos requisitos de proteção contra raios para equipamentos Ex 'ia' instalados em locais que requerem EPL 'Ga'.

6.6 Radiação eletromagnética

No projeto de instalações elétricas, medidas devem ser tomadas para reduzir a um nível seguro os efeitos da radiação eletromagnética (ver ABNT NBR IEC 60079-0).

6.7 Partes metálicas protegidas catodicamente

Partes metálicas protegidas catodicamente, localizadas em áreas classificadas, são partes condutoras externas que devem ser consideradas potencialmente perigosas (especialmente se equipadas com métodos de corrente impressa), apesar do seu baixo potencial negativo. Nenhuma proteção catódica deve ser fornecida para partes metálicas em locais que requerem EPL 'Ga' ou 'Da', a menos que estes sejam especialmente projetados para esta aplicação.

Recomenda-se que os elementos de isolamento requeridos para a proteção catódica, por exemplo, os elementos isolantes em tubulações e suportes, se possível, estejam localizados fora da área classificada.

NOTA Na ausência de Normas ABNT sobre proteção catódica recomenda-se que Normas IEC ou outras sejam seguidas.

6.8 Ignição por radiação óptica

No projeto de instalações ópticas, etapas devem ser levadas em consideração para reduzir a um nível seguro os efeitos de radiação, de acordo com a IEC 60079-28. Para medidas de segurança requeridas relativas a poeiras combustíveis, ver 5.7.

NOTA Equipamentos ópticos na forma de lâmpadas, lasers, LED, fibras ópticas etc. são utilizados freqüentemente para sistemas de comunicação, inspeção, sensoriamento e medição. Em processamento de materiais, radiação óptica de alta irradiação é utilizada. Freqüentemente a instalação está no interior ou próxima a atmosferas explosivas e a radiação de tais equipamentos pode passar através destas atmosferas. Dependendo das características da radiação, esta pode ser capaz de causar a ignição de uma atmosfera explosiva nos arredores. A presença ou ausência de um absorvedor adicional influencia significantemente a ignição.

7 Proteção elétrica

Os requisitos para esta seção não são aplicáveis para circuitos intrinsecamente seguros e circuitos de energia limitada.

7.1 Generalidades

A fiação deve estar protegida contra sobrecarga e os efeitos danosos de curtos-circuitos e de falhas para a terra.

Todos os equipamentos elétricos devem estar protegidos contra os efeitos danosos de curtos-circuitos e de falhas para a terra.

Dispositivos de proteção contra curto-circuito e falta a terra devem ser tais que o fechamento automático sob condições de falha seja evitado.

Precauções devem ser levadas em consideração para evitar operação de equipamentos polifásicos (por exemplo, motores trifásicos) quando a perda de uma ou mais fases puder ocasionar um sobreaquecimento. Em circunstâncias onde o desligamento automático do equipamento elétrico possa introduzir um risco de segurança que seja mais perigoso que aquele proveniente somente do risco de ignição, um dispositivo (ou dispositivos) de alarme pode ser utilizado como uma alternativa para o desligamento automático, contanto que a operação do dispositivo (ou dispositivos) de alarme seja perceptível imediatamente, de forma que uma ação corretiva imediata possa ser realizada.

7.2 Máquinas elétricas girantes

Máquinas elétricas girantes devem ser adicionaismente protegidas contra sobrecarga, a menos que estas possam suportar continuamente a corrente de partida na tensão e na freqüência nominal, ou, em caso de geradores, a corrente de curto-círcito, sem aquecimento inadmissível. O dispositivo de proteção contra sobrecarga deve ser:

- dispositivo de proteção por sobrecorrente com retardo de tempo monitorando todas as três fases ajustado de 1,20 vez do ajuste da corrente e não irá operar dentro de 2 h para uma corrente de 1,05 vez do ajuste da corrente, ou
- um dispositivo para controle direto da temperatura, através de sensores de temperatura embutidos, ou
- outro dispositivo equivalente.

7.3 Transformadores

Transformadores devem ser adicionaismente protegidos contra sobrecarga, a menos que estes possam suportar continuamente a corrente do secundário curto-circuitado na tensão e freqüência nominais do primário, sem atingir o limite de aquecimento admissível, ou quando nenhuma sobrecarga é prevista como resultado das cargas conectadas.

7.4 Dispositivos de aquecimento resistivos

Adicionalmente à proteção contra sobrecorrente, e de forma a limitar os efeitos de aquecimento devido a faltas para terra e corrente de fuga para terra anormais, a seguinte proteção adicional deve ser instalada:

- a) em sistemas de aterramento do tipo TT ou TN, um dispositivo de corrente residual (DR) com uma corrente de operação residual nominal não excedendo 100 mA deve ser utilizado. Preferência deve ser dada para DR com uma corrente de operação residual nominal de 30 mA.

NOTA 1 Informações adicionais sobre DR são apresentadas na ABNT NBR NM 61008-1.

- b) em um sistema IT, um dispositivo de monitoração de isolação deve ser utilizado para desligar a fonte de alimentação sempre que a resistência de isolação não for maior que 50Ω por volt da tensão nominal.

NOTA 2 A proteção adicional acima não é requerida se o dispositivo de aquecimento resistivo (por exemplo, um aquecedor anticondensação em um motor elétrico) for destinado a ser protegido pelo modo no qual este está instalado no equipamento elétrico.

Dispositivos de aquecimento resistivos devem ser protegidos contra temperatura de superfície excessiva, quando requerido. Quando especificado, medidas de proteção devem ser aplicadas de acordo com os requisitos do fabricante e a documentação aplicável. Quando a proteção é atingida por sensores, esta deve ser:

- a temperatura do dispositivo de aquecimento resistivo ou, se apropriado, de seu meio ambiente; ou
- a temperatura ambiente e um ou mais parâmetros outros; ou
- dois ou mais parâmetros outros além da temperatura.

NOTA 3 Exemplos de parâmetros incluem: nível, vazão, corrente, consumo de energia.

Qualquer dispositivo de proteção de temperatura, se requerido, deve ser independente da operação de qualquer dispositivo de controle de temperatura e deve desenergizar o dispositivo de aquecimento resistivo tanto direta ou indiretamente. Dispositivos de proteção devem ser rearmados somente manualmente.

8 Desligamento de emergência e isolação elétrica

Os requisitos desta seção não são aplicáveis a circuitos intrinsecamente seguros e de energia limitada.

8.1 Desligamento de emergência

Para as finalidades de emergência em pontos adequados fora da área classificada, deve haver meios adequados de desligamento da alimentação elétrica para a área classificada.

Equipamentos elétricos que necessitem continuar operando para evitar riscos adicionais não devem ser incluídos no circuito de desligamento de emergência e devem estar ligados a circuitos independentes.

NOTA 1 Os dispositivos de desligamento instalados em um conjunto de manobra do tipo geral são normalmente adequados com relação aos dispositivos de desligamento de emergência.

NOTA 2 O desligamento de emergência deve considerar a isolação de todos os condutores dos circuitos de potência incluindo o neutro.

NOTA 3 Recomenda-se que pontos adequados para o desligamento de emergência sejam avaliados com relação à distribuição da planta, pessoal presente na planta e natureza da operação da planta.

8.2 Isolação elétrica

De forma a permitir que o trabalho possa ser executado de modo seguro, meios adequados de isolamento (por exemplo, isoladores, fusíveis e elos) devem estar disponíveis para cada circuito ou grupo de circuitos, de forma a incluir todos os condutores do circuito, incluindo o neutro.

Deve ser fornecida sinalização imediatamente adjacente a cada meio de isolação, de forma a permitir a rápida identificação do circuito ou do grupo de circuitos desta forma isolados.

NOTA Deve haver medidas ou procedimentos efetivos para evitar o restabelecimento da alimentação para o equipamento, enquanto continuar existindo o risco de exposição a condutores energizados desprotegidos a uma atmosfera explosiva de gás.

9 Sistemas de fiação

9.1 Generalidades

Os sistemas de fiação devem estar totalmente de acordo com os requisitos aplicáveis desta seção, exceto as instalações intrinsecamente seguras e de energia limitada que não necessitam estar de acordo com 9.3.1 a 9.3.6 inclusive.

9.2 Condutores de alumínio

Onde o alumínio é utilizado como material condutor, este deve ser utilizado somente com conexões adequadas e, com exceção de instalações intrinsecamente seguras e de energia limitada, deve haver uma seção condutora de pelo menos 16 mm².

As conexões devem assegurar que as distâncias de isolamento e escoamento requeridas não serão reduzidas por meios adicionais que são requeridos para a conexão de condutores de alumínio.

NOTA 1 As distâncias mínimas de isolamento e escoamento podem ser determinadas pelo nível de tensão e/ou requisitos do tipo de proteção.

NOTA 2 Recomenda-se que precauções contra corrosão eletrolítica sejam consideradas.

9.3 Cabos

Cabos com malhas com baixa resistência à flexão (também conhecidos como cabos "superflexíveis") não devem ser utilizados, a menos que instalados em eletrodutos.

9.3.1 Cabos para fiação fixa

Cabos utilizados para fiação fixa em áreas classificadas devem ser apropriados para as condições ambientais em serviço. Cabos devem ser:

- a) blindados com material termoplástico, termofixo ou elastomérico. Estes devem ser circulares e compactos, e possuir capa e material de preenchimento (se existente) extrudados e não higroscópicos, ou
- b) isolação mineral com blindagem metálica, ou
- c) especiais, tais como cabos-chatos ("flat cables"), com prensa-cabos apropriados.

NOTA Quando invólucros estiverem facilmente expostos a grandes variações nas condições de temperatura ambiente e/ou de serviço, uma ação de "bombeamento" pode transferir os fluidos da atmosfera explosiva através dos cabos que não sejam substancialmente compactos. Cabos similares com interstícios não preenchidos ou com preenchimentos higroscópicos (por exemplo, preenchimentos de fibra) podem transmitir fluidos inflamáveis através dos espaços dos interstícios dos cabos sob ação de capilaridade ou higroscópica, com pressão parcial suficiente para sair pela terminação do cabo nas suas extremidades. Precauções particulares são chamadas para a utilização de transdutores eletropneumáticos e aqueles que utilizam gás natural como seu meio pneumático. Quando tais cabos forem utilizados para interligação entre as áreas classificadas e não classificadas, isto pode resultar em uma atmosfera explosiva sendo transportada para o interior de uma

área não classificada, por exemplo, caso de equipamentos de controle. A situação é mais provável de ocorrer com equipamentos instalados em uma zona 0 (onde a presença de uma atmosfera explosiva possuir maior ocorrência e duração). Se estas condições forem prováveis de ocorrer, recomenda-se que um dispositivo de selagem do cabo (os quais selam entre a camada interna dos os condutores individuais) seja utilizado. A aplicação de dispositivos de selagem dos cabos pode somente mitigar a taxa de transmissão de vapor e medidas de atenuação adicionais podem ser necessárias.

9.3.2 Cabos de alimentação de equipamentos transportáveis e portáteis

Equipamentos elétricos transportáveis e portáteis devem possuir cabos com cobertura de policloroprene reforçada ou outra cobertura elastomérica sintética reforçada equivalente, cabos com cobertura de borracha reforçada ou cabos que tenham construção igualmente robusta. Os condutores devem ser encordoados e devem possuir uma área de seção mínima de 1,0 mm². Se um condutor de aterramento de proteção (PE) for necessário, ele deve estar separadamente isolado, de forma similar ao isolamento dos outros condutores, e deve ser incorporado dentro da cobertura do cabo de alimentação.

Se, para equipamentos transportáveis e portáteis, uma armação ou malha metálica flexível for incorporada no cabo, esta não deve ser utilizada como único condutor de proteção. O cabo deve ser adequado para os sistemas de proteção do circuito, tal como quando um monitoramento de terra é utilizado, e o necessário número de condutores deve ser incluído. Onde o equipamento necessitar ser aterrado, o cabo pode incluir uma malha metálica flexível aterrada adicionalmente ao condutor PE.

Equipamentos elétricos portáteis com tensão nominal não excedendo 250 V para a terra e com corrente nominal não excedendo 6 A podem possuir cabos:

- com uma cobertura de policloroprene comum ou outra cobertura elastomérica sintética equivalente,
- com uma cobertura de borracha reforçada, ou
- com uma construção igualmente robusta.

Estes cabos não são admissíveis para equipamentos elétricos portáteis expostos a elevados esforços mecânicos, por exemplo, luminárias portáteis, interruptores acionados com o pé, bombas do tipo barril etc.

9.3.3 Conexões flexíveis para poeiras

Para conexões terminais a equipamentos fixos que possam requerer ser periodicamente movidos por uma pequena distância (por exemplo, motores com base deslizante), o cabo deve ser instalado para permitir o necessário movimento sem detimento do cabo. Tanto este como um dos tipos de cabos adequados para utilização com equipamentos transportáveis podem ser utilizados. Caixas de terminais adequadamente protegidas para a junção com a fiação fixa e a fiação para o equipamento devem ser fornecidas quando a fiação fixa não for por si mesma do tipo adequado para permitir o movimento necessário. Se eletrodutos flexíveis metálicos forem utilizados, estes e seus acessórios devem ser de tal forma construídos que danos aos cabos consequentes de sua

Habilmente sejam utilizados. O terminal adequado para o eletrodoméstico deve impedir o ingresso de poeira e sujeira no eletrodoméstico. O uso de eletrodomésticos flexíveis não deve prejudicar a integridade do invólucro do equipamento para o qual o eletrodomôstico flexível é conectado.

9.3.4 Cabos flexíveis

Cabos flexíveis em áreas classificadas podem ser especificados entre os seguintes:

- cabos flexíveis com cobertura de borracha comum;
- cabos flexíveis com cobertura de policloroprene comum;
- cabos flexíveis com cobertura de borracha reforçada;
- cabos flexíveis com cobertura de policloroprene reforçado;
- cabos com isolamento plástico com construção igualmente robusta, tais como os cabos com cobertura de borracha reforçada.

NOTA Na ausência de Normas Brasileiras para cabos flexíveis recomenda-se consultar Normas IEC ou outras Normas.

9.3.5 Cabos unipolares sem cobertura

Cabos unipolares sem cobertura não devem ser utilizados como condutores energizados, a menos que eles sejam instalados dentro de painéis, invólucros ou sistemas de eletrodutos.

9.3.6 Linhas aéreas

Onde uma linha aérea com condutores não isolados forneça potência ou serviços de telecomunicações para equipamentos em áreas classificadas, os condutores devem ser terminados em uma área não classificada e continuados para o interior da área classificada por meio de cabos ou eletrodutos.

NOTA Recomenda-se que condutores não isolados não sejam instalados em regiões acima de áreas classificadas. Condutores não isolados incluem itens como condutores parcialmente isolados para sistemas de trilhos para guindastes e sistemas de baixa e extraalta tensão.

9.3.7 Prevenção de danos

Recomenda-se que sistemas de cabos e acessórios sejam instalados, tanto quanto possível, em locais que evitem que os cabos sejam expostos a danos mecânicos e à corrosão ou influências químicas (por exemplo, solventes), e dos efeitos do calor e efeitos da radiação UV (mas ver também 12.2.2.5 para circuitos intrinsecamente seguros).

Onde a exposição a efeitos desta natureza for inevitável, medidas de proteção, tais como a instalação em eletrodutos, devem ser tomadas ou devem ser especificados cabos apropriados (por exemplo, para minimizar o risco de danos mecânicos, devem ser utilizados cabos armados, com proteção metálica, com cobertura de

alumínio sem costura, com cobertura de metal e com isolamento mineral ou cabos com coberturas semi-rígidas). Onde sistemas de cabos são sujeitos a vibração, estes devem ser projetados para suportar a vibração sem danos.

NOTA 1 Recomenda-se que precauções sejam tomadas para evitar danos à cobertura ou materiais de isolamento de cabos, quando estes forem instalados em temperaturas abaixo de – 5 °C.

NOTA 2 Quando cabos forem fixados a equipamentos ou a bandejas de cabos, recomenda-se que o raio de curvatura dos cabos esteja de acordo com os dados dos fabricantes dos cabos ou pelo menos 8 vezes o diâmetro do cabo para evitar danos aos cabos. Recomenda-se que o raio de curvatura do cabo seja iniciado pelo menos 25 mm a partir da extremidade do prensa-cabo.

9.3.8 Temperatura de superfície do cabo

A temperatura de superfície dos cabos não deve exceder a classe de temperatura para a instalação.

NOTA Quando cabos são identificados como possuindo uma temperatura de operação elevada (por exemplo, 105 °C), esta temperatura se refere à temperatura do cobre do cabo e não à cobertura do cabo. Devido às perdas de calor, é improvável que a temperatura irá exceder a classe de temperatura T6. Quando cabos para temperaturas elevadas forem requeridos, esta informação será incluída no certificado do equipamento ou nas recomendações do fabricante.

9.3.9 Propagação de chama

Cabos para circuitos externos fixos ao equipamento devem possuir características contra propagação que os tornem capazes de suportar os ensaios de acordo com a IEC 60332-1, a menos que eles estejam enterrados no solo, instalados em tubovias/dutos imersos em areia ou sejam de alguma forma protegidos contra a propagação.

NOTA 1 A IEC 60332-1-2 especifica a utilização de uma chama pré-misturada de 1 kW e destinada para utilização geral, exceto aquelas onde o procedimento especificado pode não ser adequado para o ensaio de condutores unipolares isolados de pequenos diâmetros ou cabos com seção transversal menor que 0,5 mm², porque condutor funde antes da conclusão do ensaio, ou para ensaios de cabos de fibra óptica de pequenos diâmetros porque a quebra do cabo ocorre antes da conclusão do ensaio. Nestes casos, o procedimento apresentado na IEC 60332-2-2 é recomendado.

NOTA 2 Desde que a utilização de condutores ou cabos isolados seja retardante à propagação da chama e esteja de acordo com os requisitos recomendados na IEC 60332-1-2 e não seja suficiente por si só para evitar a propagação do fogo sob todas as condições da instalação, é recomendado que, onde o risco de propagação for elevado, por exemplo, em longos encaminhamentos verticais, precauções especiais de instalação sejam também levadas em consideração. Não pode ser assumido que, devido a uma amostra do cabo estar de acordo com os requisitos de desempenho recomendados na IEC 60332-1-2, um conjunto de cabos irá se comportar da mesma forma. Nestas situações, verificações são possíveis por ensaios de propagação de chama vertical ou conjunto de cabos ou fios montados verticalmente, de acordo com a série IEC 60332-3.

9.3.10 Conexão de cabos aos equipamentos

A conexão de cabos aos equipamentos elétricos deve manter a integridade do tipo de proteção contra explosão aplicável.

Quando o certificado do prensa-cabo possuir uma marcação "X", este prensa-cabo deve ser utilizado somente em instalações fixas. Se uma fixação adicional for requerida para evitar que as forças do puxamento e da torção do cabo sejam transmitidas para os terminais do condutor no interior do invólucro, uma fixação deve ser fornecida e instalada numa distância inferior a 300 mm a partir da extremidade do prensa-cabo.

Quando o equipamento é do tipo portátil, somente prensa-cabos sem a marcação "X" devem ser utilizados.

Os prensa-cabos e/ou cabos devem ser especificados para reduzir os efeitos das características de escoamento a frio ("coldflow") do cabo.

NOTA 1 Cabos utilizam materiais que podem apresentar características de escoamento a frio. Escoamento a frio em cabos pode ser descrito como o movimento da cobertura do cabo sob forças de compressão criadas pelo deslocamento de selos em prensa-cabos, onde a força de compressão aplicada pelo selo é maior que a resistência da cobertura do cabo à deformação. Cabos de baixa emissão de fumaça e/ou resistentes à chama normalmente exibem significantes características de escoamento a frio. As características de escoamento a frio podem levar a uma redução da resistência da isolação do cabo e, quando for razoavelmente prático, esforços devem ser realizados para evitar isto pela seleção de prensa-cabos.

Prensa-cabos com rosas cônicas não devem ser utilizados em invólucros que possuam placas com entradas não roscadas.

NOTA 2 Rosas cônicas incluem rosas do tipo NPT.

9.4 Sistemas de eletrodutos

Na ausência de Normas Brasileiras aplicáveis recomenda-se que normas IEC ou outras normas sejam consultadas.

NOTA Normas IEC para sistemas de eletrodutos encontram-se atualmente sob consideração.⁷

Os eletrodutos devem ser instalados com unidades seladoras onde estes adentrem ou deixem uma área classificada, para evitar a transmissão de gases ou líquido de uma área classificada para áreas não classificadas. Não deve haver união ou outros acessórios de eletrodutos entre a unidade seladora e a fronteira da área classificada.

Dispositivos de selagem de eletrodutos devem preencher a cobertura mais externa do cabo quando o cabo for efetivamente preenchido ou ao redor dos condutores individuais, no interior do eletroduto. O mecanismo de selagem deve ser tal que este não se torne quebradiço quando da sua cura, e os mecanismos de selagem devem ser imunes e não afetados por agentes químicos encontrados na área classificada.

Se for requerido para a manutenção do grau de proteção apropriado (por exemplo, IP54) do invólucro, o eletroduto deve ser fornecido com um dispositivo de selagem adjacente ao invólucro.

Os eletrodutos devem ser mantidos seguramente fixados em todas as conexões roscadas.

Quando o sistema de eletrodutos for utilizado como condutor de proteção de aterramento, as junções roscadas devem ser adequadas para conduzir a corrente de falta que possa fluir quando o circuito for adequadamente protegido por meio de fusíveis ou disjuntores.

Nos casos em que eletrodutos são instalados em uma área corrosiva, o material do eletroduto deve ser resistente à corrosão ou o eletroduto deve ser adequadamente protegido contra a corrosão.

A combinação de metais que possam ocasionar corrosão galvânica deve ser evitada.

Cabos singelos ou multicabos sem cobertura podem ser utilizados no interior de eletrodutos. Entretanto, quando o eletroduto contém três ou mais cabos, a área da seção transversal total dos cabos, incluindo a isolação, não pode ser maior do que 40 % da área da seção transversal do eletroduto.

Em longos encaminhamentos de eletrodutos devem ser instalados dispositivos adequados para assegurar a drenagem satisfatória de condensado. Além disso, a isolação do cabo deve ser adequada para resistência à água.

Para atingir o grau de proteção requerido pelo invólucro adicionalmente à utilização de unidades seladoras pode ser necessária a instalação de um selo entre o eletroduto e o invólucro (por exemplo, por meios de selantes líquidos ou graxas que não solidifiquem).

NOTA Quando o eletroduto for o único meio de continuidade de aterramento, recomenda-se que esta selagem não reduza a efetividade do caminho para a terra.

Eletrodutos utilizados somente para proteção mecânica (normalmente referenciados como sistemas de eletrodutos "abertos") não necessitam atender aos requisitos desta seção. Entretanto, medidas de precaução devem ser aplicadas para evitar a transferência de atmosferas explosivas através dos eletrodutos, com dispositivos de selagem adequados, quando os eletrodutos adentram ou deixarem áreas classificadas.

⁷ NOTA DA TRADUÇÃO: No Brasil são aplicáveis os requisitos sobre sistemas de eletrodutos indicados nas ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039.

9.5 Sistemas de cabos e eletrodutos

9.5.1 EPL 'Ga'

Requisitos adicionais para cabos em uma instalação com tipo de proteção "ia" são definidos na Seção 12. Requisitos adicionais para cabos e eletrodutos utilizados com outros tipos de proteção de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-26 devem estar de acordo com os conceitos de proteção aplicáveis identificados na documentação.

9.5.2 EPL 'Da'

Os requisitos para cabos para utilização em sistemas intrinsecamente seguros são definidos na IEC 61241-11.

NOTA Cabos instalados em eletrodutos metálicos e acessórios apropriados ao tipo de proteção à área classificada na qual serão instalados estão sujeitos a aprovação em nível nacional.

9.5.3 Sistemas de cabos e eletrodutos para EPL 'Gb', 'Gc', 'Db' e 'Dc'

Requisitos adicionais para sistemas de cabos e eletrodutos são apresentados nas Seções 10 a 18 para o respectivo tipo de proteção.

9.6 Requisitos de instalação

9.6.1 Circuitos atravessando uma área classificada

Quando circuitos atravessam uma área classificada, passando de uma área não classificada para outra, o sistema de fiação na área classificada deve ser apropriado para os requisitos de EPL do encaminhamento.

9.6.2 Proteção de terminações de condutores encordoados

Se condutores encordoados e, em particular, condutores compostos por fios muito finos forem utilizados, as terminações devem ser protegidas contra separação dos fios, por exemplo, por meio de conectores de cabos ou buchas de terminação, ou por meio de terminal, mas não por meio de soldagem.

As distâncias de escoamento e de isolamento, de acordo com o tipo de proteção do equipamento, não devem ser reduzidas pelo método no qual os condutores são conectados aos terminais.

9.6.3 Condutores não utilizados

Os requisitos para esta seção não são aplicáveis para circuitos com segurança intrínseca e de energia limitada (ver 12.2.2.5.3).

A terminação não utilizada de cada condutor em multicabos instalados em áreas classificadas deve ser conectada a terra ou ser adequadamente isolada por meio de terminação apropriada para o tipo de proteção. A isolamento somente por meio de fita isolante não é permitida.

9.6.4 Aberturas não utilizadas

As aberturas não utilizadas para entradas por prensa-cabos ou eletrodutos em equipamentos elétricos devem ser fechadas com elementos do tipo plugues ou bujões, adequados para o tipo de proteção aplicável. Os elementos de fechamento devem estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0 e ser de um tipo que possa ser removido somente com o auxílio de ferramentas.

NOTA Para elementos de fechamento utilizados para circuitos com segurança intrínseca, ver IEC 60079-11.

9.6.5 Contatos fortuitos

Com exceção de aquecimento por traceamento elétrico, o contato fortuito entre a armadura/blindagem metálica dos cabos e os componentes da tubulação ou equipamentos contendo gases, vapores ou líquidos inflamáveis

deve ser evitado. A isolação fornecida por uma cobertura externa não metálica sobre um cabo normalmente é suficiente para evitar este contato.

9.6.6 Emendas

Recomenda-se que o encaminhamento de cabos em áreas classificadas seja ininterrupto, quando possível. Quando descontinuidades não puderem ser evitadas, as emendas a serem instaladas, além de serem mecânica, elétrica e ambientalmente adequadas para a instalação, devem

- ser feitas em um invólucro com o tipo de proteção apropriado para os requisitos de EPL do local, ou
- desde que as emendas não sejam sujeitas a esforços mecânicos, ser preenchidas com “epóxi”, composto de enchimento ou buchas com tubos termocontráteis a quente ou a frio, de acordo com as instruções do fabricante.

As conexões dos condutores, com a exceção daquelas em sistemas de eletrodutos à prova de explosão, circuitos intrinsecamente seguros e circuitos de energia limitada, devem somente ser feitas por meio de conectores de compressão, conectores roscados fixos, soldagem ou brasagem. A soldagem é permitida se os condutores a serem conectados forem mantidos unidos por meios mecânicos adequados e então soldados, de forma que não haja esforços sobre a conexão.

9.6.7 Aberturas em paredes

Aberturas em paredes para cabos e eletrodutos entre diferentes áreas classificadas e entre áreas classificadas e não classificadas devem ser adequadamente seladas, por exemplo, por meio de selagem com areia ou selagem por argamassa, para manter a classificação de área, quando necessário.

9.6.8 Passagem e captação de materiais inflamáveis

Quando feixes de tubos, dutos, tubulações ou trincheiras forem utilizados para acomodar cabos, precauções devem ser tomadas para evitar a passagem de gases inflamáveis, vapores ou líquidos de uma área para outra e para evitar o acúmulo de gases inflamáveis, vapores ou líquidos em trincheiras.

Tais precauções podem envolver a selagem de feixes de tubos, dutos ou tubulações. Para trincheiras, ventilação adequada ou enchimento com areia podem ser utilizados. Eletrodutos e, em casos especiais, cabos (por exemplo, onde existir uma pressão diferencial) devem ser selados, se necessário, de modo a evitar a passagem de líquidos e ou de gases.

9.6.9 Geração estática para poeira

Recomenda-se que encaminhamentos de cabos sejam posicionados de forma que os cabos não sejam expostos aos efeitos de fricção e geração estática devido à passagem de poeira. Precauções devem ser efetuadas para evitar a geração estática em superfícies de cabos.

9.6.10 Acumulação de poeira combustível

Recomenda-se que o encaminhamento de cabo seja posicionado de forma que os cabos acumulem uma quantidade mínima de poeiras em camadas, enquanto permaneçam acessíveis para a limpeza. Quando feixes de tubos, dutos, tubulações ou trincheiras forem utilizados para acomodar cabos, precauções devem ser tomadas para evitar a passagem ou acúmulo de poeiras combustíveis em tais locais. Onde poeiras em camadas forem possíveis de se formarem sobre os cabos e prejudicarem a livre circulação do ar, considerações devem ser dadas para a redução da capacidade de condução de corrente dos cabos, especialmente se baixas temperaturas mínimas de ignição das poeiras estiverem presentes. Qualquer sistema de fiação sujeito a poeiras em camadas deve estar de acordo com os requisitos de temperatura de 5.6.3.4.

10 Requisitos adicionais para o tipo de proteção 'd' – Invólucros à prova de explosão

10.1 Generalidades

Invólucros à prova de explosão, com apenas um certificado de componente de invólucro (marcado com um "U"), não devem ser instalados. Estes devem sempre possuir um certificado de equipamento para a montagem completa.

Alterações de componentes internos do equipamento não são permitidas sem uma reavaliação do equipamento, porque inadvertidamente podem ser criadas condições que resultem em uma pre-compressão, mudança na classe de temperatura ou outras questões que podem invalidar o certificado.

Equipamentos marcados para um gás específico ou marcados para um grupo de equipamento em adição a um gás específico e utilizado em atmosfera deste gás específico devem ser instalados de acordo com os requisitos para o grupo de equipamentos ao qual este gás específico pertence. Por exemplo, equipamentos marcados com 'IIB + H₂' devem ser instalados como equipamentos IIC.

10.2 Barreiras sólidas

Quando da instalação de equipamentos, cuidados devem ser tomados para evitar que as juntas flangeadas à prova de explosão estejam mais próximas que as distâncias especificadas na Tabela 6, em relação a qualquer barreira sólida que não faça parte do equipamento, tais como, estruturas metálicas, paredes, proteção contra intempéries, suportes de montagem, tubos ou outros equipamentos elétricos, a menos que o equipamento tenha sido ensaiado para uma distância de separação menor e tenha sido documentado.

Tabela 6 — Distância mínima de obstrução das juntas flangeadas à prova de explosão em relação ao grupo do gás da área classificada

Grupo do gás	Distância mínima mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

10.3 Proteção de juntas à prova de explosão

Proteção contra corrosão de juntas à prova de explosão deve ser mantida de acordo com a documentação do fabricante. A utilização de juntas de vedação somente é permitida se estiver especificada na documentação do fabricante.

Juntas à prova de explosão não devem ser pintadas.

Pinturas (pelo usuário) do invólucro são permitidas após a montagem completa. A aplicação de graxa às faces da junta à prova de explosão pode reduzir, porém não eliminar, a quantidade de tinta que penetra no interstício. Quando a documentação do fabricante não trata da proteção da junta, então apenas graxa que não cure ou agentes anticorrosivos sem solventes voláteis devem ser usados.

NOTA 1 Graxas à base de silicone são freqüentemente adequadas para esta finalidade, mas cuidados necessitam ser tomados com relação à utilização em detectores de gás. Deve ser enfatizado que cuidados extremos sejam tomados na seleção e aplicação destas substâncias, para assegurar a manutenção das características de não curar e permitir futuras separações das superfícies das juntas.

NOTA 2 Fita têxtil impregnada com graxa de rolamento que não cure pode ser empregada extensamente a uma junta flangeada com as seguintes condições:

- quando o invólucro for utilizado em conjunto com gases alocados para o grupo IIA, recomenda-se que a fita seja restrita a apenas uma camada, ao longo de toda a extensão da junta flangeada, com uma pequena sobreposição; recomenda-se que nova fita seja aplicada sempre que a fita existente for danificada;
- quando o invólucro for utilizado em conjunto com gases alocados para o IIB, o interstício entre as superfícies da junta não pode exceder 0,1 mm, independentemente da largura do flange. Recomenda-se que a fita seja restrita a apenas uma camada, ao longo de toda a extensão da junta flangeada, com uma pequena sobreposição; recomenda-se a aplicação de uma nova fita sempre que a fita existente tiver sido danificada;
- quando o invólucro for utilizado em conjunção com gases alocados para o IIC, recomenda-se que a fita não seja aplicada.

10.4 Sistemas de entradas de cabos

10.4.1 Generalidades

É essencial que os sistemas de entradas de cabos estejam de acordo com todos os requisitos referenciados na Norma e na documentação do equipamento. Prensa-cabos devem:

- ser apropriados ao tipo de cabo empregado;
- manter o tipo de proteção; e
- estar de acordo com 9.3.10.

Quando os cabos entrarem em equipamentos à prova de explosão, através de buchas de passagem à prova de explosão montadas nas paredes dos invólucros, que são partes do equipamento (entrada indireta), as partes das

buchas de passagem à prova de explosão externas aos invólucros à prova de explosão devem ser protegidas de acordo com um dos tipos de proteção listados na ABNT NBR IEC 60079-0. Por exemplo, as partes expostas de buchas de passagem devem estar dentro de um compartimento de terminais, que deve ser à prova de explosão ou ser protegido pelo tipo de proteção "e". Quando o compartimento de terminais for Ex "d", então o sistema de cabos deve estar de acordo com 10.4.2. Quando o compartimento de terminais for Ex "e", então o sistema de cabos deve estar de acordo com 11.2.

Quando os cabos entrarem diretamente em equipamentos à prova de explosão, o sistema de cabo deve estar de acordo com 10.4.2.

NOTA 1 Recomenda-se que a utilização de condutores de alumínio em invólucros Ex "d" seja evitada naqueles casos onde uma falha que ocasiona um arco potencialmente severo envolvendo os condutores possa ocorrer na vizinhança da junta flangeada plana. Proteção adequada pode ser fornecida pela isolação do terminal e do condutor que evite a ocorrência de falhas ou pela utilização de invólucros com juntas roscadas ou de encaixe.

Prensa-cabos à prova de explosão, adaptadores e elementos de fechamento, possuindo rosas paralelas, podem ser montados com uma arruela de vedação entre o dispositivo de entrada e a parede do invólucro à prova de explosão, contanto que, após a arruela ter sido montada, o encaixe adequado da rosca é ainda alcançado. O encaixe da rosca deve ser de pelo menos cinco fios de rosca completamente encaixados. Graxa adequada pode ser utilizada, desde que não cure, seja não metálica e não combustível, e que qualquer aterramento entre os dois seja mantido.

Quando rosas cônicas forem utilizadas, a conexão deve ser feita com aperto por meio de ferramenta.

Furos adicionais não devem ser feitos em invólucros à prova de explosão.

Quando a dimensão da entrada roscada ou da furação for diferente do prensa-cabo, um adaptador à prova de explosão roscado de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1 deve ser montado conforme os requisitos detalhados acima. Entradas de cabo não utilizadas devem ser seladas com um elemento de fechamento à prova de explosão de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1.

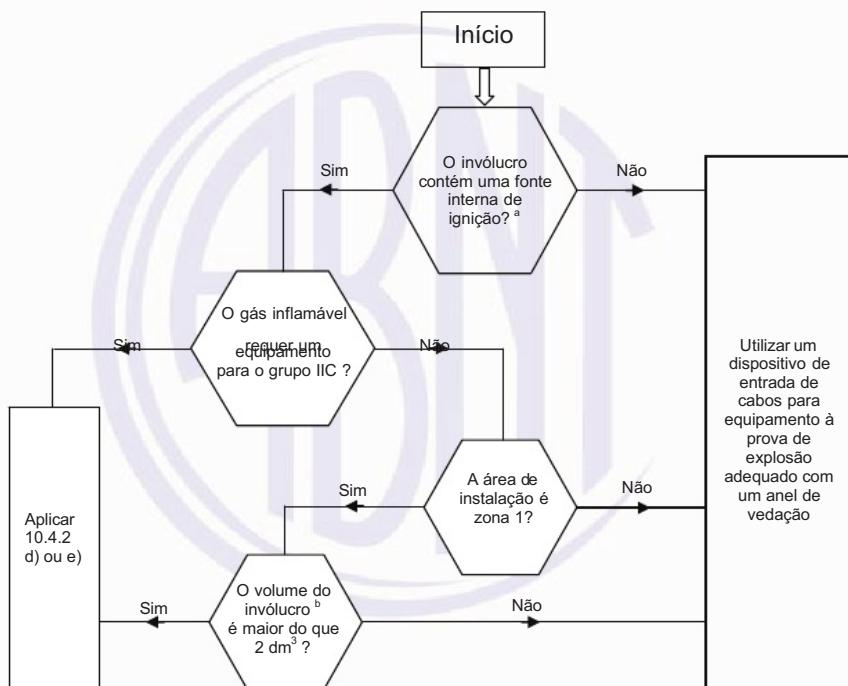
NOTA 2 Migração de gás ou vapor e propagação podem ocorrer através dos interstícios entre os fios de condutores comuns encordoados, ou entre condutores individuais de um cabo. Cabos com construções especiais podem ser empregados para reduzir a migração e evitar a propagação. Exemplos incluem encordoamento compactado, selagem individual de cada condutor, e cabos com material de preenchimento extrudado.

10.4.2 Seleção de prensa-cabos

O sistema de entrada de cabos deve estar de acordo com um dos seguintes critérios:

- presa-cabo de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1 e certificado como parte do equipamento, quando ensaiado com uma amostra do tipo específico do cabo;
- quando o cabo, de acordo com 9.3.1 a), for substancialmente compacto, um prensa-cabo à prova de explosão, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1, pode ser utilizado, desde que este incorpore um anel de vedação e seja selecionado de acordo com a Figura 2;

A conformidade com a Figura 2 não é necessária se o prensa-cabo estiver de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1 e tiver sido ensaiado com uma amostra do cabo específico submetido a repetidas ignições de gás inflamável dentro de um invólucro e não resulte numa ignição externa ao invólucro.



a) Fontes internas de ignição incluem centelhas ou temperaturas nos equipamentos que ocorrem em operação normal, as quais podem causar ignição. Um invólucro contendo somente terminais ou um invólucro com entrada indireta de cabos (ver 10.4.1) não constitui uma fonte

b) O termo 'volume' é definido na ABNT NBR IEC 60079-1.

Figura 2 — Diagrama de seleção para dispositivos de entrada de cabos em invólucros à prova de explosão para cabos que atendem à alínea b) de 10.4.2

- cabo de isolação mineral com cobertura metálica provido ou não de cobertura plástica com prensa-cabos de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1;
- dispositivo de selagem à prova de explosão (por exemplo, unidade seladora) especificado na documentação do equipamento ou de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1 e empregando um prensa-cabo adequado ao cabo utilizado. O dispositivo de selagem deve ser preenchido por composto selante ou outro componente selante adequado que permita a selagem individual ao redor de cada condutor. O dispositivo de selagem deve ser instalado no ponto de entrada de cabos ao equipamento;

- e) prensa-cabos à prova de explosão, especificado na documentação do equipamento ou de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1, que incorpore composto selante ou selantes elastoméricos que vedam os condutores individuais ou outros arranjos de selagem equivalentes.

10.5 Sistemas de eletrodutos

Dispositivos de selagem à prova de explosão para eletrodutos devem ser:

- a) fornecidos com o equipamento e detalhados na documentação; ou
- b) como especificado na documentação do equipamento; ou
- c) de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-1.

Unidades seladoras de eletrodutos devem ser fornecidas como parte do invólucro à prova de explosão ou instaladas imediatamente ou o mais perto possível à entrada do invólucro à prova de explosão, utilizando-se uma quantidade mínima de acessórios.

Unidades seladoras de eletrodutos possuindo rosca paralela podem ser montadas com uma arruela de selagem entre a unidade seladora e a parede do invólucro à prova de explosão, desde que, após a arruela ter sido montada, o encaixe requerido da rosca seja ainda alcançado. O encaixe da rosca deve ser de pelo menos cinco fios de rosca completamente encaixados. Graxa adequada pode ser utilizada, desde que seja do tipo que não cure e que qualquer aterramento entre as duas partes seja mantido.

NOTA 1 Uma unidade seladora é considerada como instalada diretamente na entrada do invólucro à prova de explosão quando a unidade seladora é fixada diretamente ou através de acessório necessário para junção, de acordo com as instruções do fabricante.

NOTA 2 Vazamentos de gás ou vapor e propagação podem ocorrer nos interstícios entre cada fio de um condutor comum encordoado, ou entre cada condutor individual de um cabo. Construções especiais podem ser empregadas para reduzir o vazamento e evitar a propagação. Exemplos incluem condutores com encordoamento compactado, selagem individual de cada condutor, e cabos com material de preenchimento extrudado.

10.6 Motores

10.6.1 Motores alimentados por um conversor

Motores alimentados em tensão e freqüência variáveis por um conversor devem atender a um dos seguintes requisitos:

- a) o motor tenha sido submetido a ensaio de tipo para este serviço, como uma unidade em associação com um conversor especificado nos documentos descritivos, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0 e com o dispositivo de proteção fornecido, ou
- b) o motor não tenha sido submetido a ensaio de tipo para este serviço, como uma unidade em associação com o conversor. Neste caso, meios (ou equipamentos) para controle direto da temperatura por meio de sensores de temperatura embutidos, especificados na documentação de saída, ou outros meios efetivos para a medição da temperatura de superfície da carcaça do motor, devem ser aplicados. A referência de efetividade para a temperatura deve levar em consideração a potência, faixa de rotação, torque e freqüência para o serviço requerido, e deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

NOTA 1 Em alguns casos, a temperatura de superfície mais alta ocorre no eixo do motor.

NOTA 2 Um dispositivo de proteção térmica por sobrecorrente com retardo de tempo (de acordo com 7.2 a) não é considerado um "outro meio efetivo".

NOTA 3 Para motores com caixas de ligação do tipo "e", quando utilizando conversores com pulsos de alta freqüência na saída, recomenda-se considerar quaisquer picos de sobretensão e temperaturas mais elevadas que podem ser produzidos nestas caixas de ligação.

10.6.2 Partidas com tensão reduzida (“soft-starter”)

Motores alimentados por “soft-starter” devem atender a um dos seguintes requisitos:

- o motor tenha sido ensaiado como um conjunto em associação com o dispositivo “soft-starter” especificado na documentação descritiva e com o dispositivo de proteção requerido, ou
- o motor não tenha sido ensaiado como um conjunto, em associação com o dispositivo “soft-starter”. Neste caso, meios (ou equipamentos) para controle direto de temperatura por meio de sensores de temperatura embutidos, especificados na documentação do motor, ou outras medidas efetivas para a limitação da temperatura da carcaça do motor, devem ser aplicados, ou o controle de rotação deve assegurar que a partida do motor seja tal que a temperatura de superfície não seja excedida. A efetividade do controle de temperatura ou da partida adequada deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor

NOTA 1 É considerado que o sistema de partida suave (“soft-starter”) é utilizado por um curto período de tempo.

NOTA 2 Para motores com caixas de ligação do tipo “e”, quando utilizando um dispositivo de partida suave com pulsos de alta freqüência na saída, recomenda-se que sejam levados em consideração quaisquer picos de sobretensão e temperaturas mais elevadas que podem ser produzidos nestas caixas de ligação.

11 Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘e’ – Segurança aumentada

Invólucros com tipo de proteção por segurança aumentada, certificados somente como componente Ex (marcado com um “U”), não devem ser instalados. Deve existir um certificado do equipamento para a montagem completa.

11.1 Grau de proteção de invólucros (ABNT NBR IEC 60034-5 e ABNT NBR IEC 60529)

Invólucros contendo partes energizadas expostas devem possuir grau de proteção mínimo IP54. Se os invólucros contiverem somente partes isoladas, o grau de proteção mínimo IP44 é suficiente. Máquinas elétricas girantes (exceto caixa de terminais e partes energizadas expostas), instaladas em ambientes limpos e regularmente supervisionados por pessoal treinado, somente necessitam estar protegidas por um invólucro de grau de proteção mínimo IP20. A restrição quanto à aplicabilidade deve estar marcada na máquina.

11.2 Sistemas de fiação

11.2.1 Generalidades

Cabos e eletrodutos devem ser instalados de acordo com a Seção 9 e com os seguintes requisitos adicionais, relativos a entradas de cabos e terminais de condutores.

Furos adicionais para entrada de cabos podem ser efetuados no invólucro, desde que isto seja permitido na documentação do fabricante.

NOTA 1 Furos rosados em invólucros plásticos devem ser efetuados em ângulos retos em relação às faces do invólucro (devido aos métodos de moldagem possíveis para invólucros plásticos, a parede do invólucro pode possuir ângulos de extração de moldes). Superfícies com ângulos que não permitam aos prensa-cabos e acessórios associados serem inseridos nos furos formando ângulos retos à faces do invólucro resultam em selagens não efetivas.

NOTA 2 Furos com rosas cônicas em invólucros plásticos não são recomendados porque os elevados esforços gerados durante a conexão nestas rosas podem trincar a parede do invólucro.

11.2.2 Prensa-cabos

A conexão de cabos em equipamentos de segurança aumentada deve ser efetuada por meio de dispositivos de entrada de cabos apropriados ao tipo de cabo utilizado. Os dispositivos devem atender aos requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-0.

NOTA 1 Para atender aos requisitos de grau de proteção pode também ser necessária a selagem entre o prensa-cabo e o invólucro (por exemplo, por meio de uma arruela de vedação ou material selante na rosca).

NOTA 2 Para atender ao requisito de grau de proteção mínimo IP54, prensa-cabos diretamente rosados em placas de montagem ou invólucros, com espessura igual ou maior que 6 mm, não necessitam de nenhuma selagem adicional entre o prensa-cabo e a placa de montagem ou o invólucro, desde que o eixo do prensa-cabo esteja perpendicular à superfície externa da placa de montagem ou do invólucro.

Quando cabos com isolamento mineral com revestimento metálico forem utilizados, os requisitos para atender às distâncias de escoamento devem ser mantidos pela utilização de um dispositivo Ex "e" de selagem para cabos com isolação mineral.

Adaptadores roscados que atendam à ABNT NBR IEC 60079-0 podem ser fixados nos furos de entrada de cabos para permitir a utilização de um dispositivo de entrada ou prensa-cabos.

Entradas não utilizadas no invólucro devem ser fechadas com bujões de vedação que estejam de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-0 e mantenham o grau de proteção IP 54 ou aquele requerido pelo local da instalação, o que for maior.

11.2.3 Terminações dos condutores

Alguns terminais, tais como do tipo régua ou bloco de terminais, podem permitir a conexão de mais de um condutor. Quando mais de um condutor for conectado ao mesmo terminal, cuidados devem ser tomados para assegurar que cada condutor esteja adequadamente fixado.

A menos que permitido pela documentação do fabricante, dois condutores com diferentes áreas de seção transversal não devem ser conectados em um mesmo terminal, a menos que primeiramente sejam conectados em um único terminal de compressão ou outro método especificado pelo fabricante.

Para evitar o risco de curtos-circuitos entre condutores adjacentes em blocos de terminais, a isolação de cada condutor deve ser mantida até a parte metálica do terminal.

NOTA Quando terminais de conexão singelos do tipo de compressão roscados são utilizados com um condutor singelo, o condutor deve ser dobrado ao redor do parafuso na forma de um "U", a menos que a conexão de um condutor singelo sem a forma de "U" seja permitida na documentação fornecida com o equipamento.

11.2.4 Combinações de terminais e condutores para caixas de conexão e de junção de uso geral

Cuidados devem ser tomados para assegurar que o calor dissipado dentro do invólucro não resulte em temperaturas que excedam os requisitos de classe de temperatura do equipamento. Isto pode ser obtido:

- a) seguindo as recomendações do fabricante relativas ao número de terminais permitidos, seção nominal dos condutores e corrente máxima, ou
- b) verificando que a potência dissipada calculada, utilizando os parâmetros especificados pelo fabricante, é menor do que a máxima potência dissipada nominal.

NOTA 1 Recomenda-se que o comprimento dos condutores no interior do invólucro não exceda o comprimento diagonal do invólucro, uma vez que este requisito faz parte da base de cálculos e ensaios de tipo. Comprimentos adicionais dos condutores no interior do invólucro que conduzam à corrente máxima permitida podem causar a elevação da temperatura interna, a qual pode exceder a classe de temperatura.

NOTA 2 O agrupamento de mais que seis condutores pode também causar altas temperaturas que podem exceder a classe de temperatura T6 e/ou danificar a isoliação, e recomenda-se que isso seja evitado.

11.3 Motores de indução do tipo gaiola

11.3.1 Alimentados pela rede

De forma a atender aos requisitos da alínea a) de 7.2, dispositivos de proteção temporizados por tempo inverso devem possuir características tais que não somente monitorem a corrente do motor, mas que também desliguem o motor em condição de rotor bloqueado, dentro do tempo t_E indicado na placa de marcação. As curvas características tempo-corrente, apresentando o tempo de atuação ou disparo do relé de sobrecarga, como uma função da razão da corrente de partida e da corrente nominal, devem estar disponíveis para o usuário.

As curvas de atuação devem indicar os valores de tempo a partir do estado a frio, com relação à temperatura ambiente de 20 °C e para a faixa de razão de corrente de partida (I_A/I_N) de pelo menos 3 a 8. O tempo de desligamento do dispositivo de proteção deve ser igual a estes valores de retardo $\pm 20\%$.

As propriedades de máquinas com enrolamento em triângulo, em casos de perda de uma fase, devem estar especificamente descritas. De forma diferente das máquinas com enrolamento em estrela, a perda de uma das fases pode não ser detectada, particularmente se esta ocorrer durante o estado de operação. Um motor com enrolamento em triângulo com uma carga com baixo torque de partida pode também ser capaz de partir sob esta

condição de falha de enrolamento e desta forma esta falha pode permanecer não detectada por longos períodos. Desta forma, em máquinas com enrolamento em triângulo, a proteção de desbalanço de fases deve ser implantada, a qual deve detectar desbalanceamentos de corrente antes que estes possam causar efeitos de aquecimento excessivos.

Em geral, motores projetados para operação contínua, envolvendo partidas rápidas e não freqüentes, que não produzam aquecimento adicional significativo, são aceitáveis com proteção contra sobrecarga por corrente de tempo inverso. Motores projetados para condições de partidas severas ou que tenham partidas freqüentes são aceitáveis somente com dispositivos de proteção adequados que assegurem que a temperatura-limite não seja excedida.

Condições severas de partida são consideradas existentes se um dispositivo de proteção contra sobrecarga com corrente de tempo inverso, corretamente especificado conforme acima descrito, desligar o motor antes que este atinja a sua rotação nominal. Geralmente isto ocorre se o tempo total de partida excede 1,7 t_E .

NOTA 1 Operação

Quando o regime de serviço do motor for S1 (operação contínua à carga constante), recomenda-se que o usuário obtenha os parâmetros apropriados para a determinação da adequabilidade, uma vez dada a definição do regime de operação.

NOTA 2 Partida

É preferível que o tempo de partida direta na rede para o motor seja menor que o tempo t_E , de forma que o dispositivo de proteção do motor não desligue o motor durante a partida. Quando o tempo de partida excede 80 % do tempo t_E , recomenda-se que a limitação de partida associada com a continuidade da operação, de acordo com o manual de instruções da máquina, seja determinada pelo fabricante do motor.

Uma vez que a tensão cai durante a partida direta na rede, a corrente de partida diminui e o tempo de partida aumenta. Embora estes efeitos possam tender a se cancelar para pequenas quedas de tensão, recomenda-se que para tensões abaixo de 85 % da U_N durante a partida, o fabricante do motor declare as limitações de partida associadas.

Os motores podem estar limitados pelo fabricante para um número definido de tentativas de partida.

NOTA 3 Relés de proteção

Recomenda-se que o relé de proteção para máquinas com o tipo de proteção "e" atenda, adicionalmente aos requisitos da Seção 7, ao seguinte:

- monitorar a corrente em cada fase;
- fornecer rígido ajuste da proteção térmica contra sobrecarga na condição do motor totalmente carregado.

Relés de proteção do tipo de tempo inverso podem ser aceitáveis para máquinas com regime de serviço S1 que possuam partidas rápidas e não freqüentes. Quando o ciclo de partida for severo ou quando partidas freqüentes forem requeridas, recomenda-se que o dispositivo de proteção seja especificado de forma que este assegure que as temperaturas-limites não sejam excedidas sob os parâmetros operacionais declarados da máquina. Quando o tempo de partida excede 1,7 t_E , é previsto que um relé do tipo de corrente inversa atue durante a partida da máquina.

Sob certas circunstâncias, por exemplo, regime de serviço diferente de S1, o motor pode ser certificado com a detecção e proteção por temperatura. Se isto for feito, o tempo 1,7 t_E pode não ser identificado.

11.3.2 Sensores de temperatura dos enrolamentos

De forma a atender aos requisitos de 7.2 b), os sensores de temperatura dos enrolamentos associados com os dispositivos de proteção devem ser adequados para proteção térmica da máquina, mesmo se a máquina estiver com o rotor bloqueado. A utilização de sensores de temperatura embutidos para o controle da temperatura-limite da máquina somente é permitida se tal utilização for especificada na documentação da máquina.

NOTA O tipo do sensor de temperatura embutido e o dispositivo de proteção associado devem estar identificados na máquina.

11.3.3 Máquinas com tensão nominal maior que 1 kV

Máquinas com tensão nominal excedendo 1 kV devem ser especificadas levando em consideração a "Avaliação de risco potencial de centelhamento dos enrolamentos do estator – Fatores de risco de ignição" (ver Anexo E). Se o total da soma dos fatores de risco for maior que 6, elementos aquecedores anticondensação devem ser utilizados e medidas especiais devem ser aplicadas para assegurar que o invólucro não contenha uma atmosfera explosiva de gás no momento da partida.

NOTA1 Se a máquina for destinada para operar sob “condições especiais”, o certificado deve possuir o símbolo “X”, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0.

NOTA 2 Condições especiais podem incluir sistema de pré-purga na partida, a aplicação de detectores fixos de gás no interior da máquina ou outros métodos especificados nas instruções do fabricante.

NOTA 3 Na Tabela do Anexo E, a referência ao “Tempo entre inspeções detalhadas” é destinada a refletir o intervalo de tempo entre a limpeza dos enrolamentos do motor. É conveniente interpretar “Tempo entre as revisões principais (desmontagem e limpeza quando necessário)” como uma inspeção detalhada, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-17 a qual normalmente não requer que os enrolamentos do estator sejam inspecionados.

11.3.4 Motores alimentados por conversor

Motores alimentados em frequência e tensão variáveis por um conversor devem possuir ensaio de tipo para este serviço como um conjunto em associação com o conversor e o dispositivo de proteção.

11.3.5 Partida com tensão reduzida (“soft-starter”)

Motores alimentados por “soft-starter” devem atender a um dos seguintes requisitos:

- a) que o motor tenha sido ensaiado como um conjunto em associação com o dispositivo “soft-starter” especificado na documentação descritiva e com o dispositivo de proteção fornecido, ou
- b) que o motor não tenha sido ensaiado como um conjunto em associação com o dispositivo “soft-starter”. Neste caso, meio (ou equipamentos) para controle direto de temperatura através de sensores de temperatura embutidos nos enrolamentos do motor, especificados na documentação do motor, ou outras medidas efetivas para a limitação da temperatura da carcaça do motor devem ser aplicados ou um dispositivo de controle de rotação deve assegurar que a partida do motor seja tal que a temperatura de superfície não seja excedida.

A efetividade do controle de temperatura ou partida adequada deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

NOTA 1 É considerado que o sistema de partida suave (“soft-starter”) seja utilizado por um curto período de tempo.

NOTA 2 Para motores com caixas de ligação do tipo “e”, quando utilizando dispositivo de partida suave com pulsos de alta frequência na saída, recomenda-se levar em consideração quaisquer picos de sobretensão e temperaturas mais elevadas que podem ser produzidos nestas caixas de ligação.

11.4 Luminárias

Luminárias com lâmpadas fluorescentes e reatores eletrônicos não devem ser utilizadas quando as classes de temperatura T5 ou T6 são requeridas ou quando a temperatura ambiente exceder 60 °C.

NOTA Esta restrição minimiza o risco dos efeitos de final de vida útil (EOL – *End of Life*) da lâmpada.

Lâmpadas (por exemplo, bi-pino, com conexões roscadas ou lâmpadas de tungstênio) que utilizem materiais não condutivos com um revestimento condutivo não devem ser utilizadas, a menos que ensaiadas com o equipamento.

NOTA Este requisito é destinado a ser aplicado a lâmpadas com projetos onde os pinos ou tampas terminais podem ser de plástico ou cerâmica com um filme de revestimento condutivo.

12 Requisitos adicionais para tipos de proteção ‘i’ – Segurança intrínseca

Requisitos adicionais para ‘iD’ estão sob consideração.

12.1 Introdução

Nas instalações de circuitos intrinsecamente seguros deve ser adotada uma filosofia de instalação fundamentalmente diferente. Em comparação com todos os outros tipos de instalações nas quais são tomadas precauções para confinar a energia elétrica no sistema instalado, que foi projetado de forma que uma atmosfera explosiva não seja capaz de causar ignição, a integridade de um circuito intrinsecamente seguro deve ser protegida do ingresso de energia de outras fontes elétricas, de forma que a limitação de energia a níveis seguros do circuito não seja excedido, mesmo quando ocorrem aberturas, curtos-circuitos ou ligação à terra do circuito.

Como consequência deste princípio, a finalidade dos critérios de instalação para circuitos intrinsecamente seguros é manter a separação de outros circuitos. Os seus requisitos devem ser aplicados a todos os níveis de proteção ('ia', 'ib' e 'ic'), a não ser que estabelecido em contrário pela documentação do circuito.

Circuitos de energia limitada 'nL' devem cumprir todos os requisitos para circuitos intrinsecamente seguros 'ic'.

12.2 Requisitos de instalação para EPL 'Gb' ou 'Gc'

12.2.1 Equipamentos

Para atender aos requisitos de EPL 'Gb', os circuitos intrinsecamente seguros e as partes intrinsecamente seguras dos equipamentos associados devem estar em conformidade com a IEC 60079-11, no mínimo para nível de proteção 'ib'.

Para atender aos requisitos de EPL 'Gc', os circuitos intrinsecamente seguros e as partes intrinsecamente seguras dos equipamentos associados devem estar em conformidade com a IEC 60079-11, no mínimo para nível de proteção 'ic'.

Equipamentos simples não necessitam ser marcados, mas devem estar em conformidade com os requisitos das ABNT NBR IEC 60079-0 e IEC 60079-11, na medida em que a segurança intrínseca depende diretamente deles.

Recomenda-se que os equipamentos associados sejam localizados, preferencialmente, fora da área classificada ou, se instalados dentro de uma área classificada, devem ser providos com outro tipo de proteção, de acordo com a Seção 5, o qual é apropriado para as fontes de ignição que o equipamento associado pode apresentar.

Os equipamentos elétricos conectados aos terminais não intrinsecamente seguros de um equipamento associado
não devem ser alimentados por fonte de tensão maior que U_m indicada na marcação do equipamento associado.
A corrente presumida de curto-círcuito da fonte não deve ser maior que 1 500 A.

A limitação da corrente presumida de curto-círcuito, onde existem níveis de falhas mais elevadas, pode ser obtida através de fusíveis ou de outra proteção adequada no circuito de alimentação.

Quando U_m marcada no equipamento associado for menor do que 250 V, este deve ser instalado de acordo com um dos seguintes itens:

- em um sistema SELV ou PELV quando U_m não exceder 50 V c.a. ou 120 Vc.c., ou
- através de um transformador de isolamento de segurança atendendo aos requisitos da IEC 61558-2-6 ou Norma tecnicamente equivalente, ou
- diretamente ligado a equipamentos, em conformidade com a IEC 60950, IEC 61010-1 ou uma Norma tecnicamente equivalente, ou
- alimentado diretamente de acumuladores ou baterias.

A fim de proteger contra interferência não autorizada e danos, os componentes e a fiação dos equipamentos intrinsecamente seguros e equipamentos associados (por exemplo, barreiras) devem ser montados em invólucros que ofereçam um grau de proteção de no mínimo IP20, a menos que um grau de proteção maior seja requerido pela documentação do equipamento ou da instalação. Métodos alternativos de montagem podem ser utilizados se eles oferecerem integridade semelhante contra interferência e dano (por exemplo, montados em armários em salas de painéis normalmente trancadas).

Todos os equipamentos que fazem parte de um sistema intrinsecamente seguro devem, quando possível, ser identificados como sendo parte de um sistema de segurança intrínseca. Esta recomendação está de acordo com 12.2.6.

12.2.2 Cabos

12.2.2.1 Generalidades

Somente devem ser utilizados em circuitos de segurança intrínseca cabos isolados cujos níveis de tensão entre condutor-terra, condutor-malha e malha-terra sejam de no mínimo 500 V c.a. ou 750 V c.c.

O diâmetro dos condutores individuais, dentro da área classificada, deve ser maior ou igual a 0,1 mm. Isto também se aplica aos condutores de cabos flexíveis individuais compostos por fios finos.

12.2.2.2 Parâmetros dos cabos elétricos

Os parâmetros elétricos (C_C e L_C) ou (C_C e L_C/R_C), para todos os cabos utilizados (ver 12.2.5), devem ser determinados de acordo com a), b) ou c):

- os parâmetros elétricos mais restritivos fornecidos pelo fabricante do cabo;
- parâmetros elétricos determinados por medição de uma amostra;

NOTA O Anexo C descreve um método satisfatório de determinação dos parâmetros relevantes.

- assumir 200 pF/m e 1 $\mu\text{H}/\text{m}$ ou 30 $\mu\text{H}/\Omega$ quando a interconexão inclui dois ou três fios de um cabo convencionalmente construído (com ou sem malha).

Quando um sistema FISCO ou FNICO for utilizado, os requisitos para os parâmetros de cabos devem estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-27.

12.2.2.3 Aterramento das malhas condutoras

Onde uma malha for exigida, exceto nos casos especiais de a) a c) a seguir, a malha deve estar eletricamente conectada à terra em um único ponto, normalmente no terminal do circuito situado na área não classificada. Este requisito visa evitar a possibilidade de a malha carregar um nível de corrente possivelmente centelhante, na eventualidade de existir diferenças locais nos potenciais de aterramento entre uma terminação do circuito e a outra.

Se um circuito de segurança intrínseca aterrado utilizar um cabo armado, a malha para este circuito deve ser aterrada no mesmo ponto que o aterramento do circuito de segurança intrínseca.

Se um circuito ou subcircuito de segurança intrínseca isolado da terra utilizar um cabo armado, a malha deve ser conectada ao sistema de ligação eqüipotencial em um único ponto.

Casos especiais:

- Se existirem razões especiais (por exemplo, quando a malha possuir alta impedância ou quando é exigida a blindagem adicional contra interferência indutiva) para a malha ter conexões elétricas múltiplas ao longo de sua extensão, o arranjo da Figura 3 pode ser utilizado, desde que
 - o condutor isolado de aterramento possua construção robusta (normalmente no mínimo de 4 mm^2 , porém, 16 mm^2 pode ser mais apropriado para conectores do tipo grampo);
 - o arranjo do condutor isolado de aterramento e a malha sejam isolados para resistir a um ensaio de isolamento de 500 V em relação a todos os outros condutores no cabo e a qualquer armadura deste;
 - o condutor isolado de aterramento e a malha estão somente conectados a terra através de um único ponto que deve ser o mesmo ponto para ambos e normalmente na terminação do cabo em área não classificada;
 - o condutor isolado de aterramento deve estar de acordo com 9.3.7;
 - a relação indutância/resistência (L/R) do cabo, instalado junto com o condutor isolado de aterramento, deve estar estabelecida e demonstrada a conformidade com os requisitos de 12.2.5.

- b) Se a instalação for executada e mantida de tal maneira que exista um nível alto de confiança de que existe equalização de potencial entre cada terminação de circuito (por exemplo, entre a área classificada e a área não classificada), então, se desejado, a malha do cabo pode ser conectada à terra em ambas as terminações do cabo e, se preciso, em quaisquer pontos intermediários.
- c) Múltiplas ligações a terra através de pequenos capacitores (por exemplo, 1 nF, 1 500 V cerâmico) são aceitáveis, desde que a capacidade total não exceda 10 nF.

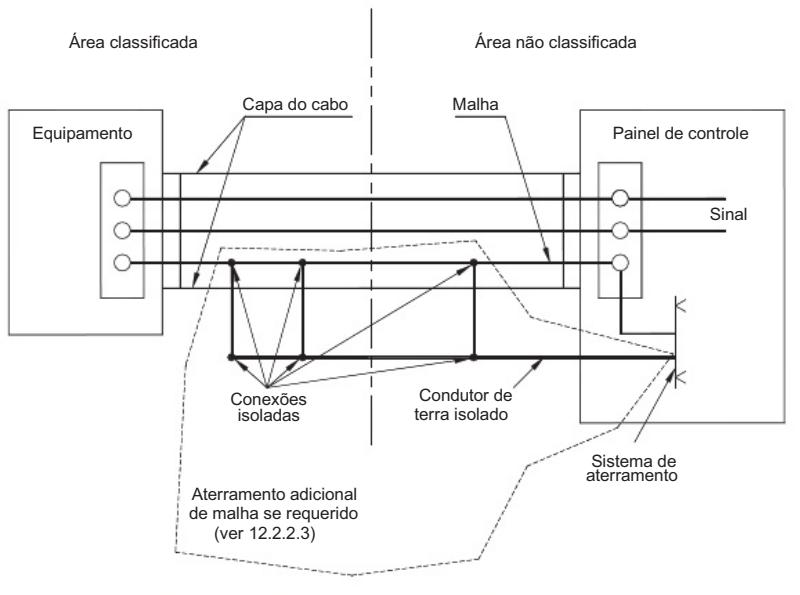


Figura 3 — Aterramento das malhas condutoras

12.2.2.4 Aterramento da armadura do cabo

A armadura deve ser ligada ao sistema de ligação eqüipotencial através de dispositivos de entrada de cabo ou equivalente, em cada terminação do encaminhamento dos cabos. Quando existem caixas de junção intermediárias ou outros equipamentos, a armadura deve, normalmente, nestes pontos ser também ligada ao sistema de ligação eqüipotencial. No caso em que for requerido que a armadura não seja ligada ao sistema de ligação eqüipotencial em nenhum ponto intermediário, cuidado deve ser tomado para assegurar que seja mantida a continuidade elétrica da armadura entre as terminações do encaminhamento completo do cabo.

Quando não forem possíveis ligações da armadura em um ponto de entrada de cabo, ou quando requisitos de projeto não permitirem, cuidados devem ser tomados para evitar qualquer diferença de potencial que possa surgir entre a armadura e o sistema de ligação eqüipotencial, gerando possibilidade de causar centelhamento. Em qualquer caso, deve existir no mínimo uma ligação elétrica da armadura para o sistema de ligação eqüipotencial. O dispositivo de entrada de cabo para isolar a armadura da terra deve ser instalado em área não classificada ou em local que requeira somente EPL 'Gc'.

12.2.2.5 Instalação de cabos e fiação

12.2.2.5.1 Generalidades

As instalações com circuitos intrinsecamente seguros devem ser instaladas de tal modo que sua segurança intrínseca não seja adversamente afetada por campos elétricos e magnéticos externos, tais como a proximidade de linhas aéreas de potência ou cabos unipolares conduzindo elevada corrente. Isto pode ser alcançado, por exemplo, pela utilização de condutores com malhas e/ou trançados ou pela manutenção de uma distância adequada da fonte do campo elétrico ou magnético.

Além dos requisitos de instalação de cabos de 9.3.7, cabos em ambas as áreas, classificadas e não classificadas, devem ser instalados de forma a assegurar que cabos de circuitos intrinsecamente seguros não podem ser conectados inadvertidamente ao circuito de cabos que não são intrinsecamente seguros. Isto pode ser alcançado pela:

- segregação dos cabos dos diferentes tipos de circuito, ou
- instalando os cabos de modo a protegê-los contra o risco de dano mecânico, ou
- utilizando cabos armados, com coberturas metálicas ou com malhas, para tipos de circuitos específicos (por exemplo, todos os circuitos que não sejam intrinsecamente seguros utilizam cabos armados ou todos os circuitos intrinsecamente seguros utilizam cabos armados).

12.2.2.5.2 Condutores

Condutores de circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros não devem ser encaminhados no mesmo cabo, exceto quando permitido conforme 12.4.

Os condutores de circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros não devem estar no mesmo feixe de cabos ou na mesma suportação, a menos que separados por uma camada intermediária de material isolante ou por uma divisão metálica aterrada, exceto quando permitido conforme 12.2.2.7. Nenhuma separação é exigida se forem utilizadas armaduras metálicas ou malhas, para os circuitos intrinsecamente seguros ou para os não intrinsecamente seguros.

12.2.2.5.3 Condutores não utilizados em cabos multicondutores

Cada condutor não utilizado em um cabo deve:

- ser adequadamente isolado do terra e de cada um dos outros condutores, em ambas as extremidades, pela utilização de terminais apropriados, ou
- ser conectado ao ponto de aterramento utilizado para quaisquer circuitos intrinsecamente seguros no mesmo cabo, caso estes possuam conexão à terra (por exemplo, através do equipamento associado), mas na outra extremidade deve ser adequadamente isolado da conexão à terra e de cada um dos outros condutores pela utilização de terminais adequados.

12.2.2.6 Marcação dos cabos

Os cabos contendo circuitos intrinsecamente seguros devem ser marcados (exceto como a seguir) para identificá-los como sendo uma parte de um circuito intrinsecamente seguro. Caso capas ou coberturas sejam identificadas por uma cor, esta deve ser azul-claro. Onde circuitos intrinsecamente seguros forem identificados pela utilização de cabos com cobertura na cor azul-claro, então cabos com cobertura azul-claro não devem ser utilizados para outras finalidades até certo ponto ou local que pode levar à confusão ou diminuir a efetividade da identificação de circuitos intrinsecamente seguros.

Se todos os cabos dos circuitos intrinsecamente seguros ou todos os cabos de circuitos que não são intrinsecamente seguros forem armados ou possuírem cobertura metálica ou malhas, então a marcação dos cabos de circuitos intrinsecamente seguros não é requerida.

Medidas alternativas de marcação devem ser tomadas dentro de painéis de medição e controle, conjuntos de manobra, equipamentos de distribuição etc., onde existe um risco de confusão entre cabos de circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros, na presença de um condutor neutro azul. Tais medidas incluem:

- combinando os condutores em um conjunto comum azul-claro;
- identificação;
- arranjo visível e separação física.

12.2.2.7 Multicabos contendo mais que um circuito intrinsecamente seguro

Os requisitos desta subseção são complementares àqueles de 12.2.2.1 a 12.2.2.6.

Multicabos podem conter mais do que um circuito intrinsecamente seguro. Circuitos que não sejam intrinsecamente seguros não devem ser instalados no mesmo multicabo com circuitos intrinsecamente seguros, exceto como indicado em 12.4.

A espessura radial do isolamento do condutor deve ser apropriada para o diâmetro do condutor e o tipo do isolamento. A espessura radial mínima deve ser de 0,2 mm.

O isolamento do condutor deve ser tal que seja capaz de resistir a um ensaio de tensão aplicada eficaz c.a. de duas vezes a tensão nominal do circuito intrinsecamente seguro, com um mínimo de 500 V.

Os multicabos devem ser de um tipo capaz de suportar um ensaio dielétrico de no mínimo

- 500 V eficaz c.a. ou 750 V c.c., aplicado entre qualquer armadura e/ou malha(s) unidas e todos os condutores unidos;
- 1 000 V eficaz c.a. ou 1 500 V c.c., aplicado entre um feixe compreendendo metade dos condutores dos cabos unidos e um feixe compreendendo a outra metade dos condutores unidos. Este ensaio não é aplicável para multicabos com malhas de aterramento para circuitos individuais.

Os ensaios de tensão devem ser realizados por um método especificado em um padrão de cabo apropriado. Onde este método não for disponível, os ensaios devem ser executados de acordo com a Seção 10 da IEC 60079-11.

12.2.2.8 Considerações de falha em multicabos

As falhas, se ocorrerem, devem ser levadas em consideração em multicabos utilizados em sistemas elétricos intrinsecamente seguros e dependem do tipo de cabo utilizado.

- Tipo A

Para cabos em conformidade com os requisitos de 12.2.2.7 e, adicionalmente, com malhas que fornecem proteção individual para circuitos de segurança intrínseca, de forma a evitar que tais circuitos fiquem conectados um ao outro, a cobertura de tais malhas deve ser de pelo menos 60 % da área de superfície. Nenhuma falha entre circuitos deve ser levada em consideração.

- Tipo B

Cabos fixados, efetivamente protegidos contra danos, de acordo com os requisitos de 12.2.2.7, e, adicionalmente, nenhum circuito contido dentro do cabo têm uma tensão máxima de saída U_o que excede 60 V. Nenhuma falha entre circuitos deve ser levada em consideração.

- Outros

Para cabos de acordo com os requisitos de 12.2.2.7, mas não com os requisitos adicionais do Tipo A ou Tipo B, é necessário para "ia" ou "ib" levar em consideração até dois curtos-circuitos entre condutores e, simultaneamente, levará a quatro curtos-circuitos entre condutores. Neste caso, o risco de curto-circuito idêntico nas falhas não é aumentado se levará a quatro curtos-circuitos entre condutores, desde que cada circuito contido no cabo tenha uma fator de segurança de quatro vezes o requerido para o nível de proteção "ia" ou "ib".

12.2.3 Terminação de circuitos intrinsecamente seguros

Os terminais para circuitos intrinsecamente seguros devem ser separados dos terminais para circuitos que não são intrinsecamente seguros por um dos métodos, a) ou b), apresentados abaixo:

- a) Quando a separação for obtida por distância, então a distância entre terminais deve ser de pelo menos 50 mm. Cuidado deve ser adotado na disposição dos terminais e no método de instalação da fiação elétrica utilizada, de forma que seja improvável o contato entre circuitos se um fio for desconectado.
- b) Quando a separação for obtida pela utilização de uma divisória isolante ou divisória metálica aterrada, as divisórias utilizadas devem se estender 1,5 mm para dentro das paredes do invólucro ou, alternativamente,

devem prover uma separação mínima de 50 mm entre os terminais, quando medidas em qualquer direção em torno da divisória.

As distâncias mínimas de separação entre as partes condutoras expostas de condutores externos conectados aos terminais e partes condutoras metálicas aterradas ou outras partes condutoras devem ser de 3 mm.

A distância entre as partes energizadas expostas dos terminais de separação dos circuitos intrinsecamente seguros deve ser tal que exista no mínimo 6 mm entre as partes condutoras expostas e os condutores externos conectados.

Os terminais de circuitos intrinsecamente seguros devem ser marcados como tais.

NOTA 1 Esta marcação pode utilizar cores; neste caso, esta deve ser azul-claro.

Os plugues e tomadas utilizados para conexão externa de circuitos intrinsecamente seguros devem ser separados e não intercambiáveis dos circuitos não intrinsecamente seguros. Quando o equipamento é instalado com mais do que um plugue e tomada para conexões externas e o intercâmbio pode afetar adversamente o tipo de proteção, tais plugues e tomadas devem ser dispostos de forma que tal intercâmbio não seja possível, por exemplo, por encaixes, ou os pares dos plugues e tomadas devem ser identificados, por exemplo, por marcação ou codificação de cor, para tornar o intercâmbio evidente (ver 12.4).

NOTA 2 Quando o conector contiver circuitos aterrados e o tipo de proteção depender da conexão a terra, então recomenda-se que o conector seja construído de acordo com os requisitos fornecidos na IEC 60079-11, relativos a condutores de terra, conexões e terminais.

12.2.4 Aterramento de circuitos intrinsecamente seguros

Os circuitos intrinsecamente seguros podem ser

- a) isolados da terra, ou
- b) conectados a um ponto do sistema de ligação eqüipotencial, se este existir em toda a área em que os circuitos intrinsecamente seguros estão instalados.

O método da instalação deve ser escolhido em função dos requisitos funcionais dos circuitos e de acordo com as instruções do fabricante.

São permitidas mais de uma conexão de terra em um circuito, desde que o circuito seja galvanicamente separado em subcircuitos, onde cada um tenha somente um ponto de terra.

Em circuitos intrinsecamente seguros que são isolados da terra, atenção deve ser dada para o risco de carregamento eletrostático. Uma conexão de aterramento através de uma resistência entre $0,2\text{ M}\Omega$, por exemplo, para a dissipação de cargas eletrostáticas, não é considerada aterramento.

Os circuitos intrinsecamente seguros devem ser aterrados se isto for necessário por razões de segurança, por exemplo, em instalações com barreiras de segurança sem isolamento galvânico. Eles podem ser aterrados, se necessário, por razões funcionais, por exemplo, com termopares soldados. Se equipamentos intrinsecamente seguros não suportarem o ensaio de rigidez dielétrica com no mínimo 500 V eficaz c.a. para terra, de acordo com a IEC 60079-11, uma conexão de aterramento para o equipamento deve ser prevista.

Onde o equipamento for aterrado (por exemplo, pelo método de montagem) e o condutor de ligação elétrica for utilizado entre o equipamento e o ponto de conexão de terra do equipamento associado, a conformidade com a) ou b) não é necessária. Tais situações devem receber uma avaliação cuidadosa por pessoa competente e, em qualquer caso, não devem ser utilizados para circuitos sem isolamento galvânico que adentrem um local que requeira EPL Ga. Se condutores de ligação eqüipotencial forem utilizados, estes devem ser adequados para esta situação, ter uma área transversal de cobre de no mínimo 4 mm^2 , estar permanentemente instalado sem a utilização de plugues e tomadas, protegidos mecanicamente de forma adequada e possuir terminações que, com exceção do grau de proteção IP, estejam de acordo com os requisitos de tipo de proteção "e".

Em circuitos intrinsecamente seguros, os terminais de aterramento de barreiras de segurança sem isolação galvânica (por exemplo, barreiras Zener) devem ser:

- 1) conectados ao sistema de ligação eqüipotencial pela menor rota possível, ou
- 2) somente para sistemas TN-S, conectado a um ponto de terra de alta integridade, de modo a assegurar que a impedância do ponto de conexão para o ponto da terra do sistema de potência principal seja inferior a 1Ω . Isto pode ser alcançado por conexão para a barra de terra de uma sala de painéis ou pela utilização de hastes de terra separadas.

O condutor utilizado deve ser isolado para evitar a entrada de correntes de fuga para a terra que poderiam fluir através das partes metálicas com as quais o condutor pudesse entrar em contato (por exemplo, estrutura do painel de controle). Proteção mecânica deve também ser fornecida nos locais onde o risco de dano é elevado.

A seção transversal da conexão de terra deve consistir em

- no mínimo dois condutores separados, cada um dimensionado para conduzir a máxima corrente possível que pode circular continuamente, com um mínimo de $1,5\text{ mm}^2$ de cobre, ou
- no mínimo um condutor de 4 mm^2 de cobre.

NOTA Recomenda-se que a instalação de dois condutores de ligação a terra seja considerada para facilitar os ensaios.

Se a corrente de curto-círcuito prevista do sistema de alimentação conectado aos terminais da entrada da barreira for tal que a conexão de terra não é capaz de conduzir esta corrente, então a seção desta conexão deve ser aumentada proporcionalmente ou devem ser utilizados condutores adicionais.

Se a conexão de terra for realizada através de caixas de junção, cuidados especiais devem ser tomados para assegurar a integridade permanente da conexão.

12.2.5 Verificação de circuitos intrinsecamente seguros

A menos que um certificado de conformidade do sistema esteja disponível, definindo os parâmetros para o circuito intrinsecamente seguro completo, as subseções abaixo devem ser atendidas na íntegra.

12.2.5.1 Generalidades

Deve ser elaborado pelo projetista um documento descritivo do sistema, no qual os equipamentos elétricos e os parâmetros elétricos do sistema, incluindo aqueles para a fiação, são especificados.

NOTA Os formatos nos quais as informações são apresentadas na documentação descritiva e necessárias para assegurar a segurança não são definidos e podem ser atendidos por um grande número de formas, tais como desenhos, diagramas, manuais de manutenção ou documentos similares. Recomenda-se que os documentos sejam elaborados e mantidos de tal forma que todas as informações aplicáveis para uma instalação específica possam ser facilmente acessadas. Os valores máximos de indutância, capacidade ou razão L/R não devem ser excedidos no circuito intrinsecamente seguro, incluindo os cabos. A temperatura máxima de superfície também não pode ser excedida. Os valores permitidos devem ser obtidos da documentação dos equipamentos associados ou da marcação destes.

12.2.5.2 Circuitos intrinsecamente seguros com somente um equipamento associado

Quando um circuito contiver energia significativa armazenada tanto em capacitâncias como em indutâncias, a energia capacitativa armazenada pode reforçar o efeito da fonte que alimenta o indutor. A indutância e capacidade distribuídas dos cabos são conhecidas como sendo menos acendíveis do que um componente com indutância ou capacidade concentrada. O método para avaliação de cabos apresentado a seguir leva estes fatores em consideração e é somente aplicável para circuitos lineares (corrente limitada por resistor).

Devem ser determinadas a tensão de saída [U_o], a corrente de saída [I_o], a capacitância externa máxima [C_o], a indutância externa máxima [L_o] e a máxima relação externa entre indutância e resistência [L_o/R_o] da fonte de alimentação, a partir da marcação ou da documentação desta fonte.

Devem ser determinadas a indutância e a capacitância total efetiva de todos os componentes conectados ao circuito, pela soma das capacitâncias de entrada [C_i] e das indutâncias de entrada [L_i] dos componentes conectados, e a capacitância e a indutância total de qualquer componente simples incluído no sistema.

Quando o valor efetivo total da indutância ou da capacitância ou de ambos, não for maior que 1 % de L_o e C_o respectivamente, a capacitância e a indutância permitidas dos cabos de interligação são determinadas pela subtração destes valores efetivos de L_o e C_o da fonte de alimentação. A utilização da razão L_o/R_o como um parâmetro do cabo é permitida desde que a capacitância efetiva total seja maior ou igual a 1 % de C_o . Se a indutância efetiva total for maior que 1 % de L_o , a razão L/R permitida do cabo deve ser recalculada de acordo com a IEC 60079-25. Quando a utilização da razão L_o/R_o for permitida, e o cabo possuir uma razão L/R menor ou igual ao valor permitido, não é necessário satisfazer o requisito de L_o .

Quando os valores da indutância total e da capacitância total forem maiores que 1 % de L_o e C_o respectivamente, os valores de L_o e C_o devem ser divididos por dois. A indutância e a capacitância do cabo devem então ser calculadas pela subtração da capacitância e indutância total efetiva destes valores reduzidos. A utilização do parâmetro L_o/R_o para o cabo não é permitida nestas circunstâncias.

Orientações sobre a determinação dos parâmetros dos cabos são apresentadas em 12.2.2.2.

NOTA Quando o equipamento intrinsecamente seguro contém indutâncias efetivas e o equipamento associado é marcado com um valor de indutância/resistência L/R , a IEC 60079-25 - Sistemas intrinsecamente seguros - Anexo D: Verificação de parâmetro indutivo, necessita ser consultada.

Os valores de tensão de entrada permitível U_i , corrente de entrada I_i e potência de entrada P_i de cada equipamento intrinsecamente seguro devem ser maiores ou iguais aos valores de U_o , I_o e P_o respectivamente do equipamento associado.

Para obter a classe de temperatura de equipamentos simples, a temperatura máxima pode ser determinada a partir dos valores de P_o do equipamento associado. A classe de temperatura pode ser determinada

- pela utilização da Tabela 7, ou
- por cálculo utilizando a equação:

$$T = P_o R_{th} + T_{amb}$$

onde

T é a temperatura de superfície;

P_o é a potência marcada no equipamento associado;

R_{th} é a resistência térmica (K/W) (como especificada pelo fabricante do componente aplicável para as condições de montagem);

T_{amb} é a temperatura ambiente (normalmente 40 °C);

e determinando a classe de temperatura em conformidade com a Tabela 4.

Adicionalmente, componentes com uma área de superfície menor do que 1 000 mm² (excluindo os fios condutores) podem ser classificados como T5 se sua temperatura de superfície não exceder 150 °C.

O grupo de equipamentos do circuito intrinsecamente seguro é o mesmo que o mais restritivo de quaisquer dos equipamentos elétricos que formam aquele circuito (por exemplo, um circuito com equipamentos IIB e IIC será um circuito de IIB).

Tabela 7 — Avaliação para classificação T4 de acordo com a área do componente e temperatura ambiente

Área total de superfície excluindo os fios condutores	Requisitos para classificação T4 (baseada em temperatura ambiente de 40 °C)
< 20 mm ²	Temperatura de superfície ≤ 275 °C
≥ 20 mm ² ≤ 1 000 mm ²	Temperatura de superfície ≤ 200 °C
≥ 20 mm ²	Potência não excedendo 1,3 W *

NOTA * Reduzida para 1,2 W, com temperatura ambiente de 60 °C, ou 1,0 W, com temperatura ambiente de 80 °C.

Caixas de junção e chaves em circuitos intrinsecamente seguros podem ser consideradas como possuindo uma classe de temperatura T6.

12.2.5.3 Circuitos intrinsecamente seguros com mais do que um equipamento associado

Se um circuito intrinsecamente seguro contiver mais do que um equipamento associado ou se dois ou mais circuitos intrinsecamente seguros forem interligados, a segurança intrínseca do sistema completo deve ser verificada por meio de cálculos teóricos ou por meio de um ensaio de ignição de centelhamento de acordo com as IEC 60079-11 e IEC 60079-25. O grupo, a classe de temperatura e o nível de proteção do equipamento (EPL) devem ser determinados.

O risco de retorno de alimentação de tensões e de correntes para o equipamento associado, provenientes do restante do circuito, deve ser avaliado. Os valores nominais de elementos limitadores de corrente e de tensão de cada equipamento associado não podem ser excedidos pela combinação apropriada de U_o e I_o dos outros equipamentos associados.

NOTA 1 Para equipamentos associados com características lineares de corrente/tensão, a base de cálculo é apresentada no Anexo A. Para equipamentos associados com características não lineares de corrente/tensão, deve-se utilizar o Anexo C da IEC 60079-25 como guia para a avaliação e/ou procurar a orientação de um especialista.

NOTA 2 Se as resistências internas $R_i = U_o/I_o$ dos equipamentos associados forem conhecidas para os circuitos intrinsecamente seguros sob consideração (características de saída de acordo com a Figura C.1 da IEC 60079-25: Sistemas intrinsecamente seguros), o método apresentado no Anexo B da IEC 60079-25 pode ser utilizado como uma alternativa.

12.3 Instalações para atender aos requisitos de EPL 'Ga'

Circuitos intrinsecamente seguros devem ser instalados de acordo com 12.2, exceto quando modificados pelos seguintes requisitos:

Em instalações com circuitos intrinsecamente seguros que exigem EPL 'Ga', os equipamentos intrinsecamente seguros e os equipamentos associados devem estar de acordo com a IEC 60079-11, nível de proteção 'ia'. O circuito (incluindo todos os componentes simples, equipamentos elétricos simples, equipamentos intrinsecamente seguros, equipamentos associados e os parâmetros elétricos máximos permitidos dos cabos de interligação) deve ser do nível de proteção 'ia'.

Preferencialmente devem ser utilizados equipamentos associados com isolamento galvânica entre os circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros.

Como somente uma falha no sistema de ligação equipotencial pode em alguns casos levar a um risco de ignição, os equipamentos associados sem isolamento galvânico devem ser utilizados somente se os arranjos dos sistemas de aterramento estiverem de acordo com o item 2) de 12.2.4 e quaisquer equipamentos alimentados pela rede, conectados aos terminais da área segura estiverem isolados da rede por um transformador de duplo enrolamento, com os enrolamentos primários do transformador protegidos por um fusível com corrente nominal e capacidade de interrupção adequados.

NOTA 1 Se o circuito intrinsecamente seguro for dividido em subcircuitos, recomenda-se que as áreas que requerem subcircuitos EPL 'Ga', incluindo os elementos galvanicamente isolados, possuam nível de proteção 'ia', porém subcircuitos para áreas que não requerem EPL 'Ga' necessitam somente possuir nível de proteção 'ib' ou 'ic'.

NOTA 2 A isolação galvânica pode ser obtida através de um equipamento associado ou através de equipamentos de isolamento galvânica em um circuito intrinsecamente seguro em área que exige EPL 'Gb' ou 'Gc' ou áreas não classificadas.

Equipamentos simples, mesmo se instalados fora das áreas que exigem EPL 'Ga', devem ser mencionados na documentação do sistema e devem estar de acordo com os requisitos da IEC 60079-11, nível de proteção 'ia'.

Se o aterramento do circuito for requerido por razões funcionais, a conexão para a terra deve ser executada fora da área que exija EPL 'Ga', porém o mais próximo possível do equipamento com EPL 'Ga'.

NOTA 3 Se o aterramento do circuito for inerente à operação do circuito, como, por exemplo, a ponta aterrada do termopar ou um sensor de condutividade, recomenda-se que esta seja a única conexão para a terra, a menos que possa ser demonstrado que nenhuma condição de falha pode surgir como resultado da presença de mais de uma conexão à terra.

Se parte de um circuito intrinsecamente seguro for instalada em áreas exigindo EPL 'Ga', de maneira que o equipamento e o equipamento associado possam gerar o risco de desenvolver diferenças de potenciais perigosas na área do que exige EPL 'Ga', por exemplo, pela presença de descarga atmosférica, um dispositivo de proteção de surto deve ser instalado entre cada condutor não aterrado do cabo e a estrutura local, tão próximo quanto possível, de preferência dentro de 1 m, da entrada para a área que requer EPL 'Ga'. Exemplos de tais locais são: tanques de armazenamento de líquido inflamável, plantas de tratamento de efluentes e colunas de destilação em plantas petroquímicas. Um elevado risco de diferença de potencial está geralmente associado com uma planta distribuída e/ou local com equipamentos não abrigados, e o risco não é reduzido pela simples utilização de instalação de cabos ou de tanques subterrâneos.

O dispositivo de proteção de surto deve ser capaz de descarregar uma de corrente de pico mínimo de 10 kA (impulso de 8/20 µs, de acordo com a IEC 60060-1, por dez operações). A conexão entre o dispositivo de proteção e a estrutura local deve possuir uma seção mínima equivalente a 4 mm² de cobre.

A tensão de centelhamento do dispositivo de proteção de surto deve ser determinada pelo usuário e por um especialista para a instalação específica.

NOTA 4 A utilização de um ou mais dispositivos de proteção de surto de baixa tensão em um circuito intrinsecamente seguro modifica a forma na qual este circuito pode ser considerado aterrado. Isto pode ser levado em consideração no projeto do sistema intrinsecamente seguro. Orientações adicionais na utilização de dispositivos de proteção contra surtos são apresentadas na IEC 60079-25.

Os cabos entre o equipamento intrinsecamente seguro em área exigindo EPL 'Ga' e o dispositivo de proteção contra o surto devem ser instalados de maneira que sejam protegidos contra raios.

12.4 Aplicações especiais

Para algumas aplicações especiais, tais como no monitoramento de cabos de potência, os circuitos intrinsecamente seguros estão no mesmo cabo que os circuitos de força. Tais instalações exigem uma análise específica dos riscos envolvidos.

Para aplicações especiais, no mesmo bloco de montagem de pino e tomada é permitida a utilização de circuitos intrinsecamente seguros junto com circuitos não intrinsecamente seguros. Para tal, deve-se atender aos requisitos da IEC 60079-11 e aos outros requisitos apropriados para o tipo de proteção utilizado na proteção dos circuitos não intrinsecamente seguros (série IEC 60079), e a segurança intrínseca não deve ser comprometida quando da energização dos outros circuitos.

13 Requisitos adicionais para invólucros pressurizados

Invólucros pressurizados, somente com certificado de conformidade de componente (marcado com o símbolo "U"), não devem ser instalados. Deve existir sempre um certificado para o arranjo completo do equipamento.

13.1 Tipo de proteção 'p'

13.1.1 Generalidades

A menos que tenha sido avaliado como um conjunto, a instalação completa deve ser verificada para o atendimento aos requisitos da documentação e desta Norma.

O nível de proteção 'x'; 'y' ou 'z' é determinado pela Tabela 8 de acordo com o requisito de EPL necessário para ambiente e se o invólucro contiver uma fonte de ignição com capacidade de causar uma ignição.

**Tabela 8 — Determinação do tipo de proteção
(sem liberação de material inflamável no interior do invólucro)**

EPL	Invólucro contém equipamento capaz de causar ignição	Invólucro não contém equipamento capaz de causar ignição
'Gb'	Tipo px	Tipo py
'Gc'	Tipo px ou pz	Nenhuma pressurização requerida

NOTA: A norma ABNT NBR IEC 60079-12 requer que os invólucros do tipo 'py' somente contenham equipamentos com tipo de proteção 'd', e, portanto, não podem ter equipamentos com tipos 'x' ou 'y'.

A montagem de um sistema de controle de pressurização certificado a um invólucro pressurizado não certificado, não estende a certificação para o invólucro pressurizado ou seu conteúdo.

13.1.2 Dutos

Todos os dutos e suas conexões devem ser capazes de resistir a uma pressão igual a

- 1,5 vez de sobrepressão em relação à pressão máxima especificada para operação normal pelo fabricante do equipamento pressurizado, ou
- a máxima sobrepressão que a fonte de pressurização pode fornecer com todas as saídas fechadas, quando a fonte de pressurização (por exemplo, um ventilador) for especificada pelo fabricante do equipamento pressurizado,

com um mínimo de 200 Pa (2 mbar).

Os materiais utilizados para os dutos e conexões não devem ser adversamente afetados pelos gases de proteção nem pelos gases inflamáveis ou vapores nos quais eles podem ser utilizados.

O local da admissão do gás de proteção deve estar situado em uma área não classificada, exceto para gás de proteção suprido por cilindro.

Recomenda-se que os dutos estejam, dentro do possível, localizados em área não classificada. Se o duto passar através de uma área classificada e o gás de proteção estiver abaixo da pressão atmosférica, então a tubulação deve estar livre de vazamentos.

Dutos para exaustão de gases de proteção devem, preferencialmente, ter suas saídas em uma área não classificada. Caso contrário, a montagem de barreiras contra centelhas e partículas (por exemplo, dispositivos de proteção contra centelhas ou partículas capazes de causar ignição) deve ser considerada como mostrado na Tabela 9.

NOTA Uma pequena área classificada pode existir na saída dos dutos durante o período de purga.

Tabela 9 — Utilização de barreiras contra centelhas ou partículas

Requisito de EPL para o local da exaustão de saída do duto	Equipamento	
	A	B
'Gb'	Exigido ^a	Exigido ^a
'Gc'	Exigido	Não Exigido
A: Equipamentos que podem produzir centelhas ou partículas capazes de causar ignição em operação normal.		
B: Equipamentos que não podem produzir centelhas ou partículas capazes de causar ignição em operação normal.		
^a Se a temperatura do equipamento no invólucro constituir um risco sob falha de pressurização, um dispositivo adequado deve ser instalado para evitar a entrada rápida de atmosfera externa dentro do invólucro pressurizado.		

Recomenda-se que o equipamento de pressurização, tal como um ventilador ou compressor, que é utilizado para alimentação do gás de proteção, preferencialmente, seja instalado em uma área não classificada. Quando o motor de acionamento e/ou o seu equipamento de controle estiverem localizados dentro do duto de suprimento ou quando a instalação em uma área classificada não puder ser evitada, o equipamento de pressurização deve ter uma proteção adequada.

13.1.3 Ações a serem adotadas no caso de falha de pressurização

13.1.3.1 Generalidades

Sistemas de controle de pressurização são às vezes equipados com dispositivos de manobra ("by-pass") ou "chave de manutenção", que são utilizados para permitir que se mantenha a energização do invólucro pressurizado na ausência de pressurização, por exemplo, quando a porta do invólucro tiver sido aberta.

Tais dispositivos devem ser utilizados em áreas classificadas somente se o local específico tiver sido avaliado para assegurar que gases ou vapores potencialmente inflamáveis estejam ausentes durante o período de uso (livre de gás). Se gases inflamáveis forem detectados durante a operação sob estas condições, o invólucro deve ser desenergizado imediatamente e purgado antes de ser recolocado em operação.

NOTA Somente é necessário purgar o invólucro se for detectado gás inflamável na área durante a operação manual (de "by-pass") e depois a pressurização será restabelecida.

13.1.3.2 Equipamento sem uma fonte interna de liberação

Uma instalação que inclui equipamentos elétricos sem uma fonte interna de liberação deve seguir a Tabela 10 quando a pressurização do gás de proteção falhar.

NOTA Recomenda-se que os invólucros pressurizados protegidos por pressurização estática sejam movidos para uma área não classificada, para serem novamente pressurizados, se ocorrer perda da pressurização.

Se uma pressurização estática for utilizada, o dispositivo de monitoramento da pressão deve bloquear o equipamento no caso de perda de pressão e deve somente liberá-lo após ser restabelecida a pressurização.

Tabela 10 — Ações a serem adotadas quando da falha da pressurização com gás de proteção, para equipamentos elétricos sem uma fonte interna de liberação

Requisito de EPL	Invólucro contém equipamento que não atende aos requisitos de EPL 'Gc' quando sem pressurização	Invólucro contém equipamento que atende aos requisitos de EPL 'Gc' quando sem pressurização
'Gb'	Alarme e desligamento ^a	Alarme ^b
'Gc'	Alarme ^b	Sem ação
NOTA O restabelecimento da pressurização deve ser completado tão logo possível, mas, em quaisquer casos, dentro de 24 h. Durante o tempo em que a pressurização está inoperante, ações devem ser adotadas para evitar a entrada de material inflamável dentro do invólucro.		
Considerando que o equipamento pressurizado é desligado automaticamente sob falha de pressurização, pode não ser necessário um alarme adicional para a segurança, mesmo se o local exigir EPL 'Gb'. Se a energia não for desligada automaticamente, por exemplo, em um local que requer EPL 'Gc', a ação mínima recomendada é um alarme, se combinado com a ação imediata para restabelecer a pressurização ou de desligamento do equipamento pelo operador		
Equipamento adequado para os requisitos de EPL do ambiente externo, montado dentro de um invólucro pressurizado, não necessita ser desligado quando da falha da pressurização. Entretanto, cuidados devem ser tomados para assegurar que não existe material inflamável aprisionado dentro do invólucro do equipamento interno que possa vazrar para o interior do invólucro pressurizado externo, quando de operações que envolvem a possibilidade de criação de centelhas capazes de ignição.		
^a Se o desligamento automático introduzir uma condição mais perigosa, outras medidas de precaução devem ser tomadas, por exemplo a redundância do fornecimento do gás de proteção.		
^b Se o alarme operar, ação imediata deve ser adotada, por exemplo, restaurar a integridade do sistema.		

13.1.3.3 Equipamento com uma fonte interna de liberação

Equipamentos com uma fonte interna de liberação devem ser instalados de acordo com as instruções do fabricante.

Em particular, qualquer sistema de contenção contendo dispositivos de segurança que são requeridos para segurança, mas que não foram fornecidos instalados com o equipamento, por exemplo, limitadores de vazão de amostragem, reguladores de pressão ou corta-chamas de linha, deve ser instalado pelo usuário.

Quando o invólucro pressurizado possuir um sistema de contenção interno que permita que fluidos ou gases de processo possam ser levados para o interior do invólucro, a probabilidade e o efeito de pressurização do vazamento do gás para o interior do sistema de processo devem ser considerados. Por exemplo, se um gás de processo de baixa pressão em um sistema de contenção estiver a uma pressão abaixo da pressão do ar de pressurização, qualquer ponto de vazamento para o interior do sistema de contenção irá permitir a entrada do ar no processo, produzir um efeito potencialmente adverso ou perigoso no processo.

Na ocorrência de falha do gás de proteção, um alarme deve ser acionado e uma ação corretiva deve ser tomada para manter a segurança do sistema.

A ação a ser tomada na falha de pressão ou vazão deve ser decidida pelo usuário, levando em conta pelo menos as seguintes considerações:

- as recomendações do fabricante;
- a natureza da liberação do sistema de contenção (por exemplo, "nenhum", "limitado" ou "ilimitado");
- os constituintes da liberação interna, por exemplo, líquido ou gás e seus limites de explosividade;
- se o suprimento de substância inflamável é ou não automaticamente fechado em caso de falha de pressão/vazão;
- a natureza do equipamento dentro do invólucro, por exemplo, acendível, apropriado para locais que requerem EPL 'Gb' ou 'Gc', e a sua proximidade da fonte de liberação;
- os requisitos de EPL do local externo, por exemplo, 'Gb' ou 'Gc';

- o tipo do gás de proteção utilizado, por exemplo, ar ou gás inerte. Em último caso, o invólucro deve sempre ser purgado após a perda de pressurização, para restabelecer uma alta concentração de gás inerte (e baixa concentração de oxigênio) requerida para fornecer uma proteção adequada;
- as consequências de uma parada automática não anunciada do equipamento.

Nos casos em que o gás amostrado tem um limite superior de explosividade (LSE), por exemplo, > 80 %, ou quando o gás é capaz de produzir uma reação exotérmica, mesmo na ausência de ar, por exemplo, óxido de etileno, não é possível proteger o invólucro com gás inerte utilizando as técnicas de "compensação de perdas". A utilização da técnica de "diluição contínua" com ar ou gás inerte é adequada se a vazão for alta o suficiente para diluir a liberação a uma concentração inferior a 25 % do limite inferior de explosividade (LIE), ou a um nível abaixo no qual a decomposição não possa ocorrer.

13.1.4 Múltiplos invólucros pressurizados com um dispositivo de segurança comum

Requisitos para a utilização de um dispositivo de segurança comum com mais do que um invólucro pressurizado são apresentados na ABNT NBR IEC 60079-2.

13.1.5 Purga

O tempo mínimo de purga especificado pelo fabricante para um invólucro pressurizado deve ser acrescido da duração mínima adicional de purga por unidade de volume de dutos, especificado pelo fabricante, multiplicado pelo volume dos dutos.

Se concentração da atmosfera no interior do invólucro e nos dutos associados para locais que requerem EPL 'Gc' estiver bem abaixo do limite inferior de explosividade (por exemplo, 25 % LIE), a purga pode ser dispensada. Detectores de gases podem ser utilizados adicionalmente para verificar se o gás presente no invólucro pressurizado é inflamável.

13.1.6 Gás de proteção

O gás de proteção utilizado para purga, pressurização e diluição contínua deve ser não combustível e não tóxico. Deve ser também substancialmente livre de umidade, óleo, poeiras, fibras, agentes químicos, combustíveis e outros materiais contaminantes que possam ser perigosos ou afetar a integridade e operação satisfatória do equipamento. Normalmente é utilizado o ar, embora gás inerte também possa ser utilizado, em especial quando existe uma fonte interna de liberação de materiais inflamáveis. O gás de proteção não deve conter mais oxigênio por volume que o normalmente presente no ar.

Quando ar for utilizado como gás de proteção, o ponto de captação deve estar localizado em uma área não classificada e normalmente em uma posição tal que reduza o risco de contaminação. Devem ser analisados os efeitos de estruturas vizinhas no movimento do ar e mudanças nas direções e velocidades predominantes dos ventos.

Recomenda-se tomar cuidado para manter a temperatura do gás de proteção abaixo de 40 °C na entrada do invólucro. Em situações especiais, uma temperatura mais elevada pode ser permitida ou uma temperatura mais baixa pode ser necessária; nestes casos, a temperatura deve ser marcada no invólucro pressurizado.

Quando for utilizado gás inerte, particularmente em grandes invólucros, precauções especiais devem ser tomadas para se prevenir o risco de asfixia. Invólucros pressurizados que utilizam gás inerte como gás de proteção devem ser marcados para indicar este perigo, como, por exemplo:

'ATENÇÃO – ESTE INVÓLUCRO CONTÉM GÁS INERTE E PODE EXISTIR PERIGO DE ASFIXIA. ESTE INVÓLUCRO CONTÉM TAMBÉM SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS QUE PODEM ESTAR DENTRO DOS LIMITES DE EXPLOSIVIDADE QUANDO ENTRAM EM CONTATO COM O AR'

13.1.7 Sistemas de fiação

Quando necessário, para evitar o ingresso de gás ou vapor combustível por difusão, ou para evitar o vazamento do gás de proteção, o sistema de cabos deve ser selado.

NOTA 1 Isto não significa que o duto de cabos ou o eletroduto devam ser purgados com o equipamento.

A fiação e os prensa-cabos devem atender aos requisitos da Seção 9 e devem estar de acordo com a documentação do fabricante do equipamento.

NOTA 2 Recomenda-se que cabos compactados com enchimento, prensa-cabos que incorporam composto selante e/ou unidades seladoras de eletrodutos sejam considerados como método de selagem.

13.2 Motores

13.2.1 Motores alimentados com conversor

Motores alimentados com freqüência e tensão variáveis através de um conversor devem atender a um dos seguintes requisitos:

- a) que o motor tenha sido submetido a um ensaio de tipo para esta aplicação em conjunto com o conversor especificado na documentação descritiva conforme ABNT NBR IEC 60079-0 e com os dispositivos de proteção fornecidos, ou
- b) que o motor não tenha sido submetido a um ensaio de tipo como um conjunto em associação com o conversor. Neste caso, meios (ou equipamentos) para o controle direto de temperatura por meio de sensores de temperatura incorporados aos enrolamentos do motor, especificados na documentação do motor ou outras medidas efetivas para a limitação da temperatura de superfície da carcaça do motor devem ser fornecidos. A efetividade do controle de temperatura levando em consideração a potência, faixa de rotação, torque e freqüência para a aplicação requerida deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

NOTA 1 Em alguns casos a temperatura de superfície mais elevada pode ocorrer no eixo do motor.

NOTA 2 Um dispositivo de proteção dependente da corrente com retardo (de acordo com 7.2 a) não é considerado 'outra medida efetiva'.

NOTA 3 Para motores com caixas de terminais com tipo de proteção "e" ou "n", quando utilizando conversores com pulsos de alta freqüência na saída, recomenda-se tomar cuidados para assegurar que quaisquer picos de sobretensão e elevadas temperaturas que possam ser produzidas na caixa de terminais foram levadas em consideração.

13.2.2 Partida com tensão reduzida ("soft-starter")

Motores com dispositivo de partida com tensão reduzida ("soft-starter") devem atender a um dos seguintes requisitos:

- a) que o motor tenha sido ensaiado em conjunto com o dispositivo de partida "soft-starter" especificado na documentação descritiva e com o dispositivo de proteção fornecido, ou
- b) que o motor não tenha sido ensaiado em conjunto com o dispositivo de partida "soft-starter". Neste caso, meios (ou equipamentos) para o controle direto de temperatura através de sensores de temperatura incorporados aos enrolamentos do motor, especificados na documentação do motor, e outras medidas efetivas para a limitação de temperatura de superfície do invólucro do motor devem ser fornecidos ou o dispositivo de controle de rotação assegura que a partida do motor é tal que a temperatura de superfície não é excedida. A efetividade do controle de temperatura ou a partida adequada deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

NOTA 1 É considerado que a partida com dispositivo "soft-starter" é utilizada por um período curto de tempo

NOTA 2 Quando utilizado um dispositivo "soft-starter" com pulsos de alta freqüência na saída, recomenda-se tomar cuidado para assegurar que quaisquer picos de sobretensão e temperaturas elevadas que podem ser produzidas na caixa de ligação foram levados em consideração.

13.3 Tipo de proteção 'pD'

13.3.1 Fontes de gás de proteção

Em certas circunstâncias, tal como e quando necessário manter o equipamento em operação, é recomendado disponibilizar duas fontes de gás de proteção, de forma que a fonte alternativa possa entrar em ação no caso de uma eventual falha da fonte primária. Cada fonte deve ser capaz de manter, independentemente, o nível requerido de pressão ou vazão do fornecimento de gás de proteção.

Tabela 11 — Resumo dos requisitos de proteção para os invólucros

Classificação da área	Tipo de equipamento no invólucro	
	Equipamento capaz de causar ignição	Equipamento sem fontes de ignição em operação normal
Zona 20	"pD" não aplicável	"pD" não aplicável
Zona 21	Aplicar 13.3.2	Aplicar 13.3.3
Zona 22	Aplicar 13.3.3	"pD" não requerido

Se qualquer dos equipamentos dentro do invólucro não estiver adequado para atmosferas explosivas geradas por poeiras combustíveis, sob perda de pressão, os requisitos da Tabela 11 devem ser implementados.

13.3.2 Desligamento automático

Deve ser previsto um dispositivo automático para desligar a alimentação elétrica e acionar um alarme visível ou audível quando da perda da sobrepressão e/ou vazão do gás de proteção para um valor abaixo do mínimo definido na documentação. Quando tal desligamento colocar em risco a segurança da instalação e a segurança for assegurada de outra forma, um alarme visível ou audível contínuo deve ser acionado até que a pressurização seja restabelecida ou outra medida apropriada seja tomada, incluindo o desligamento com retardo de tempo determinado.

13.3.3 Alarme

Se a pressão interna ou vazão de gás de proteção atingir um valor abaixo do mínimo definido, um sinal em local continuamente supervisionado por operador deve indicar a perda de pressão. O sistema de pressurização deve ser restaurado tão logo quanto possível, ou então a alimentação elétrica deve ser desligada manualmente.

13.3.4 Fonte comum de gás de proteção

Quando uma fonte de gás de proteção for comum para invólucros separados, as medidas de proteção podem ser comuns para vários invólucros, desde que a proteção resultante leve em consideração as condições mais desfavoráveis para todo o conjunto dos invólucros.

Se os dispositivos de proteção forem comuns, a abertura de uma porta ou tampa não necessita do desligamento da alimentação elétrica para o conjunto de invólucros ou iniciar o alarme, desde que:

- a abertura citada seja precedida por desligamento da alimentação elétrica para o equipamento específico, exceto para aqueles componentes que são protegidos por um tipo de proteção adequado,
- o dispositivo de proteção comum continue a monitorar a pressão em todos os outros invólucros do grupo, e
- o ligamento subsequente da alimentação elétrica para o equipamento específico seja precedido pelo procedimento de limpeza aplicável.

13.3.5 Energização da alimentação elétrica

- 1) Antes de ligar a alimentação elétrica ao equipamento na partida ou após o desligamento, é de responsabilidade do operador ter certeza de que a poeira não penetrou no equipamento ou dutos associados com uma concentração que seja capaz de gerar uma atmosfera explosiva de poeira. O operador deve levar em conta na avaliação
 - i) a necessidade de uma margem de segurança substancial, e
 - ii) o limite de explosividade de poeira no ar gerando uma situação de risco e, se aplicável,
 - iii) a espessura da camada de poeira quando existir um potencial para ocorrer uma combustão devido ao aquecimento.

- 2) Portas e tampas que podem ser abertas sem a utilização de ferramentas devem ser intertravadas de forma que, ao abri-las, a alimentação elétrica seja automaticamente desligada de todos os seus componentes que não estejam protegidos de outra forma. A alimentação deve ser impedida de ser religada até que as portas e tampas sejam fechadas novamente.

13.3.6 Motor alimentado por conversor

Motores Ex pD alimentados por conversor de freqüência e tensão devem estar de acordo com os requisitos de

uma das alíneas a) ou b), como segue:

- a) Devem ter meios (ou equipamento) para controlar diretamente a temperatura através de sensores especificados na documentação do fabricante do motor ou outro meio efetivo para limitar a temperatura da superfície do invólucro do motor. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor. O motor e o conversor não necessitam ser ensaiados em conjunto.
- b) O motor deve ser submetido ao ensaio de tipo para esta aplicação, levando em consideração o conjunto com as características do conversor especificado na documentação descritiva e com o dispositivo de proteção previsto.

13.4 Ambientes pressurizados para atmosferas explosivas de gás

13.4.1 Ambientes pressurizados e casas de analisadores

13.4.1.1 Ambientes pressurizados

Requisitos para instalações elétricas em ambientes pressurizados são estabelecidos na ABNT NBR IEC 60079-13.

13.4.1.2 Casas de analisadores

Requisitos para instalações elétricas em casas de analisadores são estabelecidos nas ABNT NBR IEC 60079-16 e IEC 61285.

14 Requisitos adicionais para o tipo de proteção 'n'

14.1 Generalidades

Invólucros com tipo de proteção 'n', com certificado de conformidade como componente (marcado com a letra "U"), não devem ser instalados. Eles devem possuir certificado de conformidade para o equipamento completo.

O tipo de proteção 'n' é dividido em quatro subtipos:

'nA' equipamento não centelhante;

'nC' equipamento centelhante no qual os contactos são adequadamente protegidos de outro modo além

'nR' invólucros com respiração restrita;

'nL' equipamentos com energia limitada (ver Seção 12).

Os equipamentos com energia limitada 'nL' e as partes dos circuitos de energia limitada dos equipamentos associados de energia limitada devem estar de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-15.

Recomenda-se que equipamentos para conexão em circuitos com energia limitada ('nL') sejam instalados de acordo com os requisitos do equipamento para o tipo de proteção 'ic', como especificado na Seção 12.

Equipamentos para o tipo de proteção 'nL' podem ser utilizados em um circuito intrinsecamente seguro 'ic', de acordo com a Seção 12.

Equipamentos que contenham circuitos com energia limitada devem possuir seus terminais de acordo com os requisitos do tipo de proteção do invólucro do terminal (por exemplo, Ex 'nA', Ex 'd', Ex 'e').

14.2 Grau de proteção do invólucro (ABNT NBR IEC 60034-5 e ABNT NBR IEC 60529)

Invólucros contendo partes vivas expostas e invólucros contendo somente partes isoladas requerem um grau de proteção de pelo menos IP54 e IP44, respectivamente.

Quando utilizados em locais que possuam adequada proteção contra o ingresso de corpos sólidos estranhos ou líquidos capazes de prejudicar a segurança (por exemplo, em local abrigado), invólucros contendo partes vivas expostas e invólucros contendo partes isoladas requerem um grau de proteção de IP4X ou IP2X, respectivamente.

Equipamentos que não tenham seu correto funcionamento prejudicado pelo contato com corpos sólidos ou líquidos estranhos (por exemplo, sensores de células de carga, termorresistências, termopares, equipamentos de energia limitada etc.) não necessitam estar de acordo com os requisitos indicados acima.

14.3 Sistemas de fiação

14.3.1 Generalidades

Cabos e eletrodutos devem ser instalados de acordo com a Seção 9, com os seguintes requisitos adicionais em relação a entradas de cabos e terminais de condutores.

Furos de entradas adicionais de cabos podem ser feitos no invólucro, desde que isto seja permitido pela documentação do fabricante.

NOTA 1 Recomenda-se que furos roscados em invólucros plásticos estejam em ângulos retos em relação à face do invólucro (devido aos possíveis métodos de moldagem para invólucros plásticos, as paredes do invólucro podem ter ângulos de extração do molde). Faces com ângulos não permitem que prensa-cabos e acessórios associados inseridos no furo possam se ajustar perpendicularmente à face, resultando em vedação ineficiente.

NOTA 2 Furos com rosas cônicas em invólucros plásticos não são recomendados porque os altos esforços gerados durante a vedação destas rosas podem fraturar a parede do invólucro.

14.3.2 Prensa-cabos

14.3.2.1 Generalidades

A conexão de cabos a equipamentos com tipo de proteção 'n' deve ser efetuada por meio de prensa-cabos apropriados ao tipo de cabo utilizado. Eles devem estar de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-0.

NOTA 1 Para atender ao requisito de grau de proteção, pode ser necessário vedar também entre o prensa-cabo e o invólucro (por exemplo, por meio de uma arruela de vedação ou vedante de rosca).

NOTA 2 Com o objetivo de atender ao requisito mínimo do IP54, dispositivos roscados de entrada para cabos aplicados em flanges ou invólucros roscados de 6 mm, ou de maior espessura, não necessitam de vedação adicional entre o dispositivo de entrada de cabos e o flange ou o invólucro, desde que o eixo do dispositivo de entrada seja perpendicular à superfície externa do flange de entrada de cabos ou do invólucro.

Quando forem utilizados cabos com cobertura metálica e isolação mineral, os requisitos para alcançar as distâncias de escoamento devem ser mantidos pela utilização de um dispositivo de selagem apropriado para cabo com isolação mineral de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0.

Adaptadores roscados, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0, podem ser instalados dentro dos furos de entrada de cabos para permitir a conexão do dispositivo ou prensa-cabos.

Entradas não utilizadas do invólucro devem ser fechadas com elementos vedantes, os quais devem atender à ABNT NBR IEC 60079-0 e manter o grau de proteção IP54 ou aquele requerido pela instalação, o que for maior.

14.3.2.2 Prensa-cabos para equipamentos 'nR'

As vedações de invólucros com tipo de proteção por respiração restrita devem manter as propriedades de restrição de respiração do invólucro.

NOTA 1 Quando o cabo utilizado não constar no certificado de conformidade e/ou no manual de instrução e não estiver efetivamente preenchido, pode ser necessário utilizar um prensa-cabo apropriado ou outro método (por exemplo, junta epóxi, tubo contrátil), o qual vede ao redor dos condutores individuais do cabo para prevenir liberação do invólucro.

NOTA 2 Uma arruela de vedação adequada deve ser instalada entre o prensa-cabo e o invólucro. Eletrodutos ou roscas cônicas requerem a utilização de vedante de rosca (ver Seção 9).

14.3.3 Terminações dos condutores

Alguns terminais de conexão, como, por exemplo, os terminais com parafuso do tipo fendido, podem permitir a entrada de mais de um condutor. Quando mais de um condutor estiver conectado ao mesmo terminal, deve-se ter certeza de que cada condutor está adequadamente apertado.

A menos que permitido na documentação do fabricante, dois condutores de diferentes seções transversais não podem ser conectados em um mesmo terminal, a menos que eles sejam primeiros presos por um tipo de trava de compressão simples ou outro método especificado pelo fabricante.

Para evitar o risco de curtos-circuitos entre condutores adjacentes em blocos de terminais, o isolamento de cada condutor deve ser mantido até a parte metálica do terminal.

NOTA Quando uma simples abraçadeira aparafusada for utilizada com um condutor singelo, recomenda-se que este condutor seja montado em torno do parafuso de aperto na forma de um "U", a menos que o aperto de condutores singelos sem forma de "U" seja permitido na documentação fornecida com o equipamento.

14.4 Motores

14.4.1 Máquinas com tensão nominal superior a 1 kV

Máquinas com uma tensão nominal superior a 1 kV e regimes outros que S1 ou S2 devem ser selecionadas levando em conta 'avaliação de risco de descarga potencial do enrolamento do estator – fatores de risco de ignição' (ver Anexo E). Se a soma total de fatores de risco for maior que 6, então resistências de aquecimento devem ser empregadas e medições especiais devem ser aplicadas para assegurar que o invólucro não contenha uma atmosfera explosiva de gás no momento da partida.

NOTA 1 Se a máquina for destinada a operar sujeita a 'condições especiais', o certificado de conformidade possui o símbolo 'X' de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0.

NOTA 2 Condições especiais podem incluir sistema de pré-purga, aplicação de detector de gás fixado dentro da máquina ou outros métodos especificados nas instruções do fabricante.

14.4.2 Motores alimentados com conversor

Motores alimentados com freqüência e tensão variáveis através de um conversor devem atender a um dos seguintes requisitos:

- que o motor seja ensaiado, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-15, com o conversor específico ou com um conversor compatível em relação às especificações de potência, tensão e corrente, ou
- que o motor não tenha sido submetido ao ensaio de tipo para este regime como uma unidade em associação com o conversor. Neste caso, devem ser estabelecidos mecanismos (ou equipamentos) para o controle direto da temperatura, através de sensores embutidos especificados na documentação do motor, ou outra medida efetiva para limitar a temperatura do motor. A efetividade do controle de temperatura levando em conta potência, faixa de velocidade, torque e freqüência para o regime solicitado deve ser verificada e documentada. A ação do dispositivo de proteção deve causar a desconexão do motor. Alternativamente, o motor pode ter a classe de temperatura determinada por cálculo de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-15.

14.4.3 Partida com tensão reduzida (partida suave – “soft-starter”)

Motores com dispositivo de partida com tensão reduzida (“soft-starter”) devem atender a um dos seguintes requisitos:

- a) que o motor tenha sido ensaiado como uma unidade em associação com um dispositivo de partida suave conforme especificado nos documentos descritivos e com o dispositivo de proteção fornecido, ou
- b) que o motor não tenha sido ensaiado como uma unidade em associação com o dispositivo de partida suave.

Nestes casos devem ser estabelecidos meios (equipamentos) para a medição direta da temperatura para a verificação da temperatura de superfície do motor devem ser aplicadas ou que o dispositivo de medição da velocidade assegure que a rotação do motor é tal que a temperatura de superfície não seja excedida. A ação do dispositivo de proteção deve causar o desligamento do motor.

NOTA É considerado que o dispositivo de partida suave é utilizado por um curto período de tempo.

14.5 Luminárias

Luminárias com lâmpadas fluorescentes e reator eletrônico não devem ser utilizados onde for necessária a utilização de classes de temperatura T5 ou T6 ou onde a temperatura ambiente exceder 60 °C.

NOTA 1 Esta restrição minimiza o risco do efeito de final de vida (EOL-*End of Life*) da lâmpada.

Lâmpadas (por exemplo, bi-pino e soquetes roscados de lâmpadas de tungstênio), utilizando materiais não condutivos com um revestimento condutivo, não devem ser utilizadas, a menos que ensaiadas com o equipamento.

NOTA 2 Este requisito é previsto para aplicação em novos projetos de lâmpadas onde os pinos ou coberturas podem ser plásticos ou cerâmicos com uma película de revestimento condutivo.

15 Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘o’ – Imersão em óleo

Equipamentos imersos em óleo devem ser instalados de acordo com a documentação do fabricante.

16 Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘q’ – Imersão em areia

Equipamentos imersos em areia devem ser instalados de acordo com a documentação do fabricante.

17 Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘m’ - Encapsulamento

Equipamentos encapsulados devem ser instalados de acordo com a documentação do fabricante.

18 Requisitos adicionais para o tipo de proteção ‘tD’ – Proteção por invólucro

18.1 Método A e B

Dois métodos distintos para proteção pelo invólucro são especificados nesta Norma, ambos com nível equivalente de proteção contra ignição.

18.2 Método A

Adicionalmente aos requisitos de 5.6.3.2.1, as seguintes definições de projeto e métodos de ensaios são aplicáveis:

- a construção do invólucro deve atender aos requisitos gerais especificado na ABNT NBR IEC 61241-1;

Tabela 12 — Proteção contra ingresso de poeira – Método A

Zona 20 Zona 21 Zona 22 com poeira condutiva	Zona 22 com poeira não condutiva
IP6X	IP5X

18.3 Método B

Adicionalmente aos requisitos de 5.6.3.2.2, as seguintes definições de projeto e métodos de ensaios são aplicáveis:

- a construção do invólucro deve atender aos requisitos gerais especificados na ABNT NBR IEC 61241-1;

Tabela 13 — Estanqueidade à poeira para o Método B

Zona 20	Zona 21 Zona 22 com poeira condutiva	Zona 22 com poeira não condutiva
Totalmente protegido contra o ingresso de poeira como especificado em 8.2.1.4 da ABNT NBR IEC 61241-1	Totalmente protegido contra o ingresso de poeira como especificado em 8.2.1.4 da ABNT NBR IEC 61241-1	Parcialmente protegido contra ingresso de poeira como especificado em 8.2.1.5 da ABNT NBR IEC 61241-1
Requisitos adicionais como especificado na Seção 7 da ABNT NBR IEC 61241-1	Requisitos adicionais como especificado na Seção 7 da ABNT NBR IEC 61241-1	Seção 7 da ABNT NBR IEC 61241-1 não se aplica

18.4 Motores alimentados com freqüências e tensões variáveis

Os motores Ex tD alimentados com freqüências e tensões variáveis devem satisfazer os requisitos de qualquer um dos itens a) ou b), como segue:

- a) deve haver meios (ou dispositivos) para controle direto de temperatura por meio de sensores de temperatura embutidos no motor e especificados na documentação do fabricante do motor, ou outras medidas efetivas para limitar a temperatura de superfície da carcaça do motor. A ação do dispositivo de proteção é desligar o motor. Não há necessidade de ensaiar o motor em conjunto com o conversor.
- b) o motor deve ser submetido a ensaio de tipo como uma unidade associada ao conversor especificado na documentação descritiva e com o dispositivo de proteção fornecido.

Anexo A (normativo)

Verificação de circuitos intrinsecamente seguros com mais do que um equipamento associado com características linear de corrente/tensão

A.1 Generalidades

Os parâmetros de capacidade e indutância para o sistema de circuitos intrinsecamente seguros devem ser determinados a partir das curvas de ignição da IEC 60079-11, utilizando o sistema de valores U_o e I_o sob condições de falha e em cada ponto no sistema. As falhas, de acordo com a IEC 60079-11, devem ser aplicadas ao sistema elétrico como uma entidade e não individualmente para cada parte do equipamento elétrico.

Os requisitos acima podem ser atingidos utilizando os seguintes procedimentos de cálculo.

A.2 Segurança intrínseca com nível de proteção ‘ib’

O nível de proteção deve ser considerado “ib” mesmo se todo o equipamento associado possuir nível de proteção “ia”.

NOTA A redução do nível de proteção leva em consideração o fato de que a avaliação é somente por cálculo, sem nenhum ensaio.

- a) Determinar a mais alta corrente e tensão no sistema, utilizando os valores de U_o e I_o declarados no equipamento associado (ver Anexo B).
- b) Verificar se a mais alta corrente do sistema (I_o) multiplicada por um fator de segurança de 1,5 não excede a corrente obtida das curvas de ignição para circuitos resistivos, para o grupo do equipamento apropriado na IEC 60079-11 para a máxima tensão do sistema (U_o).
- c) A máxima indutância permitível (L_o) é obtida das curvas de ignição para circuitos indutivos, para o grupo do equipamento apropriado na IEC 60079-11, utilizando a mais alta corrente do sistema (I_o), multiplicada por um fator de segurança de 1,5.
- d) A máxima capacidade permitível (C_o) é obtida da curva de ignição apropriada para circuitos capacitivos na IEC 60079-11, utilizando a mais alta tensão do sistema (U_o), multiplicada por um fator de segurança de 1,5.
- e) Verificar que os máximos valores permitíveis de C_o e L_o atendem aos requisitos de 12.2.5.2.
- f) Verificar que U_o , I_o e P_o (onde $P_o = I_o U_o / 4$) atendem aos requisitos de 12.2.5.2.
- g) Determinar o grupo do equipamento do sistema, de acordo com 12.2.5.2, levando em consideração os grupos dos equipamentos das curvas de ignição utilizadas.
- h) Determinar a classe de temperatura do sistema de acordo com 12.2.5.2 (onde $P_o = I_o U_o / 4$).

A.3 Segurança intrínseca com nível de proteção ‘ic’

Um método de cálculo similar pode ser utilizado para circuitos ‘ic’. O fator de segurança utilizado dever ser 1,0.

Anexo B (informativo)

Métodos de determinação das máximas tensões e correntes do sistema em circuitos intrinsecamente seguros com mais que um equipamento associado, com características de corrente/tensão lineares

(como requerido no Anexo A)

B.1 Circuitos intrinsecamente seguros

No caso de dois ou mais equipamentos associados em um circuito intrinsecamente seguro (ver 12.2.5.3), o seguinte método prático pode ser utilizado para determinar as novas tensões e correntes máximas do sistema, sob condições de falha no circuito intrinsecamente seguro, utilizando os valores U_o , I_o de cada item dos equipamentos associados, obtidos da documentação ou da placa de marcação.

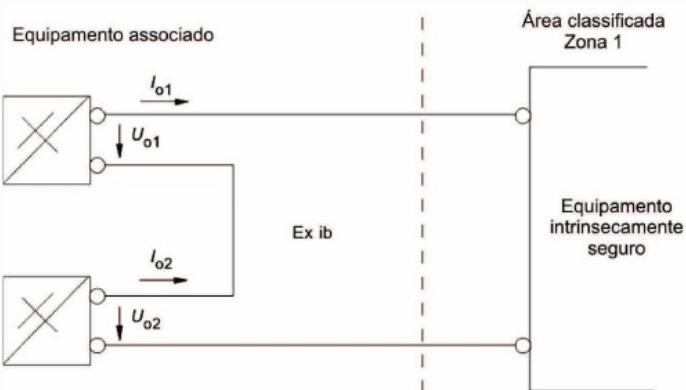
Dependendo da interconexão dos terminais intrinsecamente seguros do equipamento associado, recomenda-se que os valores de U_o e I_o sejam determinados, tanto na condição de operação normal quanto sob condição de falha, levando em consideração

- somente o somatório das tensões,
- somente o somatório das correntes, ou
- o somatório de ambos: tensões e correntes.

No caso de conexões em série de equipamentos associados com isolação galvânica entre os circuitos intrinsecamente seguros e os não intrinsecamente seguros (ver Figura B.1), somente a soma das tensões é possível, independentemente da polaridade dos circuitos.

No caso de conexões paralelas de ambos os pólos das fontes (ver Figura B.2), somente o somatório das correntes é necessário.

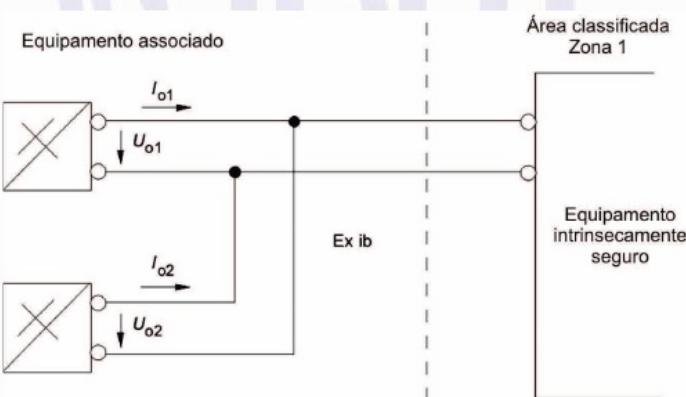
Em todos os outros casos, onde qualquer interconexão de pólos de fontes seja possível (ver Figura B.3), conexões séries ou paralelas devem ser levadas em consideração, dependendo da condição de falha sob consideração. Nessa situação, os somatórios das tensões e os somatórios de correntes devem ser considerados separadamente.



Novos valores máximos do sistema: $U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$

$$I_o = \text{máx. } (I_{oi})$$

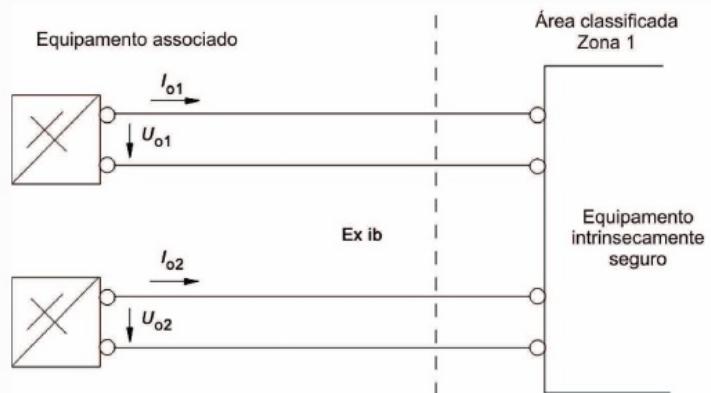
Figura B.1 — Conexão em série – Somatório de tensões



Novos valores máximos do sistema: $U_o = \text{máx. } (U_{oi})$

$$I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$$

Figura B.2 — Conexão em paralelo – Somatório de correntes



Novos valores máximos do sistema:

$$U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2} \quad U_o = \text{máx. } (U_{oi})$$

ou

$$I_o = \text{máx. } (I_{oi}) \quad I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$$

Figura B.3 — Conexões série e paralela – Somatórios das tensões e somatórios das correntes

Anexo C (informativo)

Determinação dos parâmetros dos cabos

C.1 Medições

Recomenda-se que a indutância e a capacitância de um cabo sejam medidas utilizando um instrumento operando na freqüência de $1\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$, com uma precisão de $\pm 1\%$. Recomenda-se que a resistência do cabo seja medida utilizando-se um instrumento em CC com uma precisão de $\pm 1\%$. Os resultados obtidos de uma amostra representativa do cabo, com um comprimento mínimo de 10 m, são aceitáveis. Recomenda-se que as medições sejam feitas em uma temperatura ambiente de 20°C a 30°C .

NOTA Recomenda-se que o instrumento para a medição da indutância seja capaz de operar satisfatoriamente quando da medição de baixos valores de indutância na presença de resistência significante.

Quando prático, recomenda-se realizar medições de todas as combinações possíveis dos condutores que possam resultar de um circuito aberto e de um curto-círcuito dos terminais separados dos cabos. Recomenda-se que os máximos valores medidos de capacitância, indutância e da relação L/R sejam utilizados como parâmetros do cabo. Quando existir uma grande quantidade de condutores, recomenda-se que as medidas somente sejam realizadas utilizando uma amostra representativa da combinação de condutores, a qual irá gerar os mais elevados valores de indutância e capacitância.

Recomenda-se que a máxima capacitância do cabo seja determinada pela abertura do circuito da terminação remota do cabo e pela medição da capacitância das combinações de fios e malhas que forneçam o máximo valor de capacitância. Por exemplo, se um par de um cabo com malha estiver sendo medido, então o maior valor será provavelmente medido entre um condutor conectado à malha e o outro condutor. Este é o máximo valor de capacitância que necessita ser confirmado pela medição com outras combinações de condutores e malha.

Recomenda-se que a máxima indutância seja medida pela conexão dos terminais remotos dos dois condutores que estiverem mais espaçados um do outro. A resistência em corrente contínua deste caminho é a resistência utilizada no cálculo da relação L/R do cabo.

Quando o cabo não estiver firmemente fixado, as ações de dobrar e torcer o cabo, por no mínimo dez vezes, não deve causar variações de mais de 2 % nos parâmetros do cabo.

Para o propósito dessas medições, recomenda-se que não sejam consideradas as combinações de falhas que resultem na conexão de condutores separados em série, que efetivamente aumentem o comprimento do cabo. Na medição da capacitância, qualquer malha ou condutores não utilizados devem ser interligados e conectados ao lado do circuito que está sendo medido.

C.2 Multicabos

Quando os condutores utilizados por um circuito intrinsecamente seguro particular ou circuito de energia limitada são facilmente identificáveis dentro um multicabo, recomenda-se que somente os parâmetros relacionados àqueles condutores específicos sejam considerados.

C.2.1 Multicabos do tipo A

Quando todos os condutores utilizados em um circuito estiverem dentro uma mesma malha, recomenda-se que somente a interconexão dos condutores dentro dessa malha e a malha sejam consideradas. Quando os

condutores estiverem dentro de mais de uma malha, recomenda-se que as medidas sejam feitas utilizando todos os condutores aplicáveis no interior da malha aplicável.

C.2.2 Multicabos do tipo B

Quando os condutores utilizados para um circuito particular podem ser claramente identificados, recomenda-se que as medições sejam realizadas somente nestes condutores. Quando uma clara identificação não puder ser realizada, recomenda-se que todas as combinações possíveis dos condutores utilizados naquele circuito intrinsecamente seguro particular sejam consideradas.

C.2.3 Outros multicabos

Recomenda-se que medições sejam realizadas em todos os condutores e quaisquer malhas associadas com os sistemas intrinsecamente seguros que possam ser interligados por duas falhas de curto-circuito a serem consideradas.

Quando condutores aplicáveis não forem claramente identificados, recomenda-se que o ensaio seja estendido às possíveis combinações do número total de condutores e malhas associadas, com três circuitos interligados.

C.3 FISCO

A efetiva capacidade do cabo de rede resulta da capacidade por metro C' para a capacidade entre dois condutores e se o cabo contém uma malha, uma capacidade adicional por metro necessita ser considerada.

O cálculo da capacidade depende da conexão elétrica do cabo de rede e a malha. Se o circuito da rede for isolado da malha aterrada ou se a malha for instalada simetricamente entre os polos positivo e negativo da fonte de alimentação (*Fieldbus balanceado sobre o terra*), não só a capacidade condutor/condutor, mas também a capacidade série do condutor/malha e malha/condutor devem ser permitidas. O seguinte é obtido

$$C = C' \text{ condutor/condutor} + 0,5 C' \text{ condutor/malha}$$

Se a malha for conectada com um polo da fonte de alimentação, resulta a seguinte relação:

$$C = C' \text{ condutor/condutor} + C' \text{ condutor/malha}$$

Anexo D
(informativo)

Orientação para procedimento de trabalho seguro para atmosferas explosivas de gás

Um procedimento para trabalho seguro pode ser implantado para permitir que fontes de ignição sejam utilizadas em uma área classificada, sob condições prescritas.

Uma permissão de trabalho seguro pode ser emitida quando uma região específica tiver sido avaliada para assegurar que gases ou vapores inflamáveis não estão presentes e não é prevista a sua presença, em quantidades que possam alcançar concentrações inflamáveis, durante o período de tempo especificado. A permissão pode prescrever monitoração de gás contínua ou periódica e/ou ações detalhadas a serem levadas em consideração no evento de uma liberação.

Considerações para a emissão de uma permissão de trabalho seguro podem incluir:

- a) especificação da data/horário do início da permissão de trabalho,
- b) definição da localização da atividade,
- c) especificação da natureza da atividade permitida (por exemplo, gerador a diesel, perfuração),
- d) medições realizadas e registros possíveis para confirmar a ausência de uma concentração que possa causar ignição de qualquer gás ou vapor inflamável,
- e) especificação dos requisitos e periodicidade de amostragem para confirmar a ausência continuada de gás ou vapor inflamável,
- f) controle de possíveis fontes de líquidos ou gases inflamáveis,
- g) especificação de planos de contingência para emergências,
- h) especificação de data/horário para expiração da permissão de trabalho.

NOTA Importantes aspectos associados com a documentação, treinamento, controles e utilização requeridos para uma aplicação efetiva de uma permissão de trabalho seguro estão além do escopo desta Norma. Na ausência de Normas Brasileiras aplicáveis recomenda-se que normas IEC ou outras normas sejam consultadas.

Anexo E
(normativo)

**Avaliação de risco de descarga potencial nos enrolamentos do estator –
Fatores de risco de ignição**

Característica	Valor	Fator
Tensão nominal	> 11 kV	6
	> 6,6 kV a 11 kV	4
	> 3,3 kV a 6,6 kV	2
	> 1 kV a 3,3 kV	0
Freqüência média de partida em serviço	> 1 / hora	3
	> 1 / dia	2
	> 1 / semana	1
	≤1 / semana	0
Tempo entre desmontagem, limpeza e inspeção dos enrolamentos	> 10 anos	3
	> 5 a 10 anos	2
	> 2 a 5 anos	1
	< 2 anos	0
Grau de proteção (Código IP)	< IP44 ^a	3
	IP44 e IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Condições ambientais	Muito sujo e úmido ^b	4
	Externa próxima ao mar ^c	3
	Externa	1
	Abrigado limpo e seco	0

a Somente em ambientes limpos e regularmente manutenidos por pessoal treinado.

b Locais 'muito sujos e úmidos' induem aqueles que podem estar sujeitos a sistemas de descargas ou incluir áreas abertas em locais "offshore".

c Exposta a atmosferas contendo sal.

Anexo F
(normativo)

**Conhecimentos, habilidades e competências de pessoas responsáveis,
executantes e projetistas**

F.1 Escopo

Este anexo especifica os conhecimentos, habilidades e competências das pessoas relacionadas com esta Norma.⁸

F.2 Conhecimentos e habilidades

F.2.1 Pessoas responsáveis

Pessoas responsáveis que sejam encarregadas pelos processos envolvidos no projeto, seleção e montagem de equipamentos para atmosferas explosivas devem possuir no mínimo o seguinte:

- a) conhecimento técnico geral aplicável de eletricidade;
- b) conhecimento e habilidade para leitura e avaliação de desenhos de engenharia;
- c) conhecimento prático dos princípios e técnicas dos tipos de proteção;
- d) conhecimento do funcionamento e compreensão das normas aplicáveis dos tipos de proteção;
- e) conhecimento básico da avaliação da qualidade, incluindo os princípios de auditoria, documentação, rastreabilidade de medição e instrumentos de calibração.

Estas pessoas devem restringir seu envolvimento com o gerenciamento dos executantes competentes conduzindo tarefas de seleção e montagem e não se envolver, por elas mesmas, diretamente em trabalhos sem assegurar suas habilidades práticas pelo menos atendendo aos requisitos apresentados em F.2.2.

F.2.2 Executantes (seleção e montagem)

Os executantes devem possuir, até o nível necessário para realizar suas tarefas, o seguinte:

- a) conhecimento dos princípios gerais da proteção contra explosão;
- b) conhecimento dos princípios gerais dos tipos de proteção e marcações;
- c) conhecimento dos aspectos do projeto do equipamento que afetam o conceito de proteção;
- d) conhecimento do conteúdo dos certificados e partes aplicáveis desta Norma;
- e) conhecimento geral de requisitos de inspeção e manutenção da ABNT NBR IEC 60079-17;
- f) familiaridade com as técnicas particulares a serem utilizadas na seleção e montagem de equipamentos referenciados nesta Norma;
- g) conhecimento da importância adicional dos sistemas de permissão de trabalho e isolamento seguro em relação à proteção contra explosão.

⁸NOTA DA TRADUÇÃO: No Brasil são aplicáveis os requisitos legais indicados na NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego sobre profissionais qualificados, habilitados e autorizados.

F.2.3 Projetistas (projeto e seleção)

Projetistas devem possuir, até o nível necessário para realizar suas tarefas, o seguinte:

- a) conhecimento detalhado dos princípios gerais de proteção contra explosão;
- b) conhecimento detalhado dos princípios gerais dos tipos de proteção e marcações;
- c) conhecimento detalhado dos aspectos do projeto do equipamento que afetam o conceito de proteção;
- d) conhecimento detalhado do conteúdo dos certificados e partes aplicáveis desta Norma;
- e) conhecimento das habilidades práticas para a preparação e instalação dos conceitos aplicáveis de proteção;
- f) conhecimento detalhado da importância adicional dos sistemas de Permissão para Trabalho e isolação segura em relação à proteção contra explosão;
- g) conhecimentos detalhados das técnicas particulares a serem utilizadas na seleção e montagem de equipamentos referenciados nesta Norma;
- h) conhecimento geral de requisitos de inspeção e manutenção da ABNT NBR IEC 60079-17.

F.3 Competências

F.3.1 Generalidades

Competências são aplicáveis para cada uma das técnicas de proteção contra explosão para a qual a pessoa estiver envolvida. Por exemplo, é possível que uma pessoa seja competente somente na área de seleção e montagem de equipamentos "Ex I" e não seja totalmente competente na seleção e montagem de conjuntos de manobra Ex "d" ou motores Ex "e". Em tais casos, o gerente das pessoas deve definir esta competência no seu sistema de documentação.

F.3.2 Pessoas responsáveis

Pessoas responsáveis devem ser capazes de demonstrar sua competência e apresentar evidências de terem alcançado os requisitos de conhecimentos e habilidades especificados em F.2.1, aplicáveis para os tipos de proteção e/ou tipos de equipamentos envolvidos.

F.3.3 Executantes

Executantes devem ser capazes de demonstrar sua competência e apresentar evidências de terem alcançado os requisitos de conhecimentos e habilidades especificados em F.2.2, aplicáveis para os tipos de proteção e/ou tipos de equipamentos envolvidos.

Eles devem também ser capazes de demonstrar sua competência com evidências documentais em:

- utilização e disponibilidade da documentação especificada em 4.2;
- produção de relatórios de serviços para o usuário, como especificado em 4.2;
- habilidades práticas necessárias para a preparação e instalação de conceitos de proteção aplicáveis;
- utilização e produção de relatórios de instalação, como requerido em 4.2.

F.3.4 Projetistas

Projetistas devem ser capazes de demonstrar sua competência e apresentar evidências de terem alcançado os requisitos de conhecimentos e habilidades especificados em F.2.3, aplicáveis para os tipos de proteção e/ou tipos de equipamentos envolvidos.

Estes devem também ser capazes de demonstrar sua competência com evidências documentais em:

- elaboração da documentação especificada em 4.2;
- elaboração de declarações a serem emitidas por projetistas para o usuário, como especificado em 4.2;
- habilidades práticas necessárias para a preparação e compilação de detalhes de projeto aplicáveis para os conceitos de proteção e sistemas envolvidos;
- atualização e produção de relatórios de instalação, como especificado em 4.2.

F.4 Avaliação

A competência das Pessoas Responsáveis, Executantes e Projetistas deve ser verificada e atribuída, em intervalos aplicáveis aos regulamentos nacionais ou Normas ou requisitos de usuários, baseada na evidência suficiente de que a pessoa:

- a) possua as habilidades necessárias requeridas para o escopo do serviço;
- b) possa atuar competentemente em toda a faixa de atividades especificadas; e
- c) possua o conhecimento e compreensão aplicável para servir de base para a competência.

Anexo G

(informativo)

Exemplos de poeira em forma de camadas de espessura excessiva

Este Anexo fornece quatro exemplos de poeira em forma de camadas com espessura excessiva (ver Figuras G.1 a G.1d)

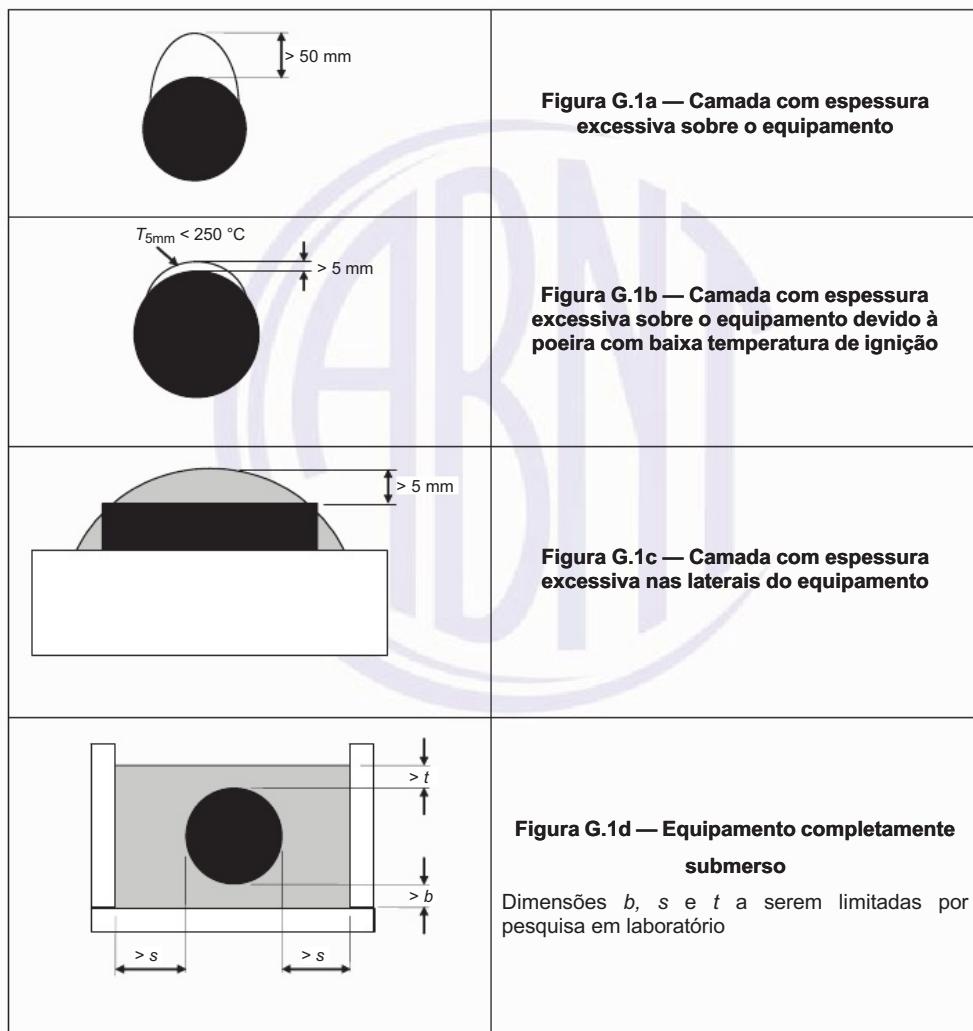


Figura G.1 — Exemplos de poeira com camadas de espessura excessiva com os requisitos de análise de laboratório

Anexo H (normativo)

Riscos de fâscamento por atrito com metais leves e suas ligas

H.1 Generalidades

Fâscamentos incendiáveis por atrito podem ocorrer em circunstâncias onde metais leves ou suas ligas são utilizados em contato adequado com outros materiais, particularmente quando o outro material contém oxigênio em sua composição, tal como a ferrugem. Medidas de proteção adequadas devem, desta forma, ser levadas em consideração para evitar a ocorrência de tais contatos por atrito, em circunstâncias onde uma atmosfera explosiva possa estar presente, uma vez que a ocorrência simultânea dos dois conjuntos de circunstâncias pode levar a uma ignição.

Atmosferas explosivas podem ser evitadas e os equipamentos, sempre que possível, devem ser instalados em locais onde tais atmosferas não sejam prováveis de ocorrer.

H.2 Equipamentos rigidamente montados

Para equipamentos elétricos rigidamente montados com invólucros de metal leve, e também para cabos com armadura ou malha de alumínio, instalados em áreas de zona 22, o risco de fâscas por atrito não necessita ser levado em consideração, exceto naquelas circunstâncias particulares onde um forte impacto possa também iniciar a liberação de material inflamável. Isto também se aplica em áreas de zona 21, a menos que o risco de impacto seja alto, casos em que a utilização de invólucros de metal leve ou cabos protegidos com alumínio devem ser evitados. Tais equipamentos e cabos não devem ser utilizados em áreas do tipo zona 20.

H.3 Equipamentos portáteis e transportáveis

Equipamentos portáteis e transportáveis com invólucros de metal leve ou liga de metal leve, que sejam de outra forma desprotegidos contra contatos por atrito, não devem ser levados para o interior de áreas classificadas, a menos que precauções especiais sejam tomadas para assegurar a segurança. Tais precauções podem incluir uma permissão especial para trabalho, na ausência assegurada de uma atmosfera explosiva, embora medidas de proteção mais satisfatórias possam ser tomadas, tais como revestimento do equipamento com um material adequado, resistente à abrasão.

Quando revestimentos são utilizados, eles devem estar sujeitos a inspeções regulares e cuidadosas. A utilização de equipamentos não deve ser permitida se a inspeção revelar que o material de proteção do revestimento está danificado, em um grau que o metal protegido sob o revestimento esteja visível.

Precauções devem ser adotadas mesmo para equipamentos destinados para utilização em áreas do tipo zona 22, uma vez que pode ser difícil na prática evitar a transferência de equipamentos portáteis desprotegidos para uma área de risco mais elevado.

H.4 Ventiladores

Contanto que as coberturas de proteção para ventiladores de metal leve, por exemplo, em motores, sejam projetados de modo que estes não sejam facilmente deformados, tais ventiladores podem ser utilizados em áreas do tipo zona 21 e zona 22, uma vez que outros modos de falha, tal como, por exemplo, falha de mancais, são mais prováveis de criar uma fonte de ignição. Se ventiladores ou coberturas plásticas forem utilizados como alternativas, estes devem ser de material antiestático.

Anexo I (informativo)

Introdução de um método alternativo de avaliação de risco incluindo níveis de proteção de equipamentos para equipamentos Ex

I.1 Introdução

Este Anexo fornece uma explanação do conceito do método de avaliação de risco incluindo os níveis de proteção de equipamento (EPL – *Equipment Protection Levels*). Estes EPL são introduzidos para permitir uma abordagem alternativa dos atuais métodos de seleção de equipamentos Ex.

I.2 Base histórica

Historicamente, tem sido reconhecido que nem todos os tipos de proteção fornecem o mesmo nível de proteção contra a possibilidade da ocorrência de uma condição de ignição. A Norma sobre instalações em atmosferas explosivas ABNT NBR IEC 60079-14 estabelece tipos específicos de proteção para zonas específicas sobre bases estatísticas que quanto mais provável ou freqüente a ocorrência de uma atmosfera explosiva, maior o nível de segurança requerida contra a possibilidade de uma fonte de ignição estar ativa.

As áreas classificadas (com a exceção normal de minas de carvão) são divididas em zonas, de acordo com o grau de risco. O grau de risco é definido de acordo com a probabilidade de ocorrência de atmosferas explosivas. Geralmente não são levadas em consideração as consequências potenciais de uma explosão, nem de outros fatores como a toxicidade dos materiais. Uma verdadeira avaliação de risco deve considerar todos estes fatores.

A aceitação de equipamentos em cada tipo de zona é historicamente baseada nos tipos de proteção. Em alguns casos, o tipo de proteção pode ser dividido em diferentes níveis de proteção que, novamente, historicamente, são correlacionados a zonas. Por exemplo, segurança intrínseca é dividida em níveis de proteção "ia" e "ib". A Norma de encapsulamento 'm' inclui dois níveis de proteção "ma" e "mb".

Até então, a norma de seleção de equipamentos tem fornecido uma sólida ligação entre o tipo de proteção do equipamento e a zona na qual o equipamento pode ser utilizado. Como mencionado acima, em nenhuma parte do sistema da NBR IEC de proteção contra explosão são levadas em consideração as consequências potenciais de uma explosão, caso esta ocorra.

Entretanto, operadores de plantas de processo freqüentemente tomam decisões intuitivas na extensão (ou ~~explicando~~ de suas zonas de fornecimento para a zona 2, para a proteção de pessoas e bens). De forma que o equipamento de navegação possa permanecer funcional mesmo na presença de uma liberação prolongada, totalmente imprevista, de gás. Por outro lado, é razoável para o proprietário de uma remota, bem segura e pequena estação de bombeamento, acionar a bomba com um motor do "Tipo zona 2", mesmo em zona 1, se a quantidade total de gás disponível para a explosão for pequena e o risco para a vida e para a propriedade decorrente de tal explosão puder ser desconsiderado.

A situação tornou-se mais complexa com a introdução da primeira edição da ABNT NBR IEC 60079-26, a qual introduziu requisitos adicionais para equipamentos destinados a serem utilizados em zona 0. Antes disto, Ex ia era considerada como sendo a única técnica aceitável em zona 0.

Tem sido reconhecido que são benéficas a identificação e a marcação de todos os produtos de acordo com seu risco inherente de ignição. Esta abordagem pode tornar a seleção de equipamentos mais simplificada e possibilitar a habilidade para uma melhor aplicação de uma abordagem de avaliação de risco, quando apropriado.

I.3 Generalidades

A abordagem de avaliação do risco para a aceitação de equipamentos Ex tem sido introduzida como um método alternativo para a atual abordagem prescritiva, relativamente inflexível, relacionando equipamentos a zonas. Para facilitar isto, um sistema de níveis de proteção de equipamentos tem sido introduzido para claramente indicar o risco de ignição inherente ao equipamento, independentemente do tipo de proteção que for utilizado.

O sistema de designação destes níveis de proteção de equipamentos é o que segue.

I.3.1 Minas de carvão sujeitas grisu (Grupo I)

I.3.1.1 EPL Ma

Equipamento para a instalação em uma mina de carvão sujeita a grisu, possuindo um nível de proteção “muito alto”, que possua segurança suficiente de forma que seja improvável tornar-se uma fonte de ignição, mesmo quando deixado energizado na presença de um vazamento de gás.

NOTA Tipicamente, circuitos de comunicação e equipamentos de detecção de gás são construídos para atender aos requisitos Ma, como, por exemplo, circuitos de telefonia Ex ia.

I.3.1.2 EPL Mb

Equipamento para a instalação em uma mina de carvão sujeita a grisu, possuindo um nível de proteção “alto”, que possua segurança suficiente de forma que seja improvável tornar-se uma fonte de ignição no período de tempo entre haver um vazamento de gás e o equipamento ser desenergizado.

NOTA Tipicamente, os equipamentos para o Grupo I são construídos para atender aos requisitos Mb, por exemplo, motores e conjuntos de manobra Ex d.

I.3.2 Gases (Grupo II)

I.3.2.1 EPL Ga

Equipamento para atmosferas explosivas de gás, possuindo um nível de proteção “muito alto”, o qual não seja uma fonte de ignição em operação normal, falhas esperadas ou quando sujeito a falhas raras.

I.3.2.2 EPL Gb

Equipamento para atmosferas explosivas de gás, possuindo um nível de proteção “alto”, que não seja uma fonte de ignição em operação normal ou quando sujeito a falhas que podem ser esperadas, embora não necessariamente em bases regulares.

NOTA A maioria dos conceitos de proteção normalizada traz os equipamentos para dentro deste nível de proteção de equipamento.

I.3.2.3 EPL Gc

Equipamento para atmosferas explosivas de gás, possuindo um nível de proteção “elevado”, que não seja uma fonte de ignição em operação normal e que possua alguma proteção adicional para assegurar que este permaneça inativo como uma fonte de ignição, no caso de ocorrências normais esperadas (por exemplo, falha de uma lâmpada).

NOTA Tipicamente, estes equipamentos são do tipo Ex n.

I.3.3 Poeiras (Grupo III)

I.3.3.1 EPL Da

Equipamento para atmosferas de poeiras combustíveis, possuindo um nível de proteção “muito alto”, que não seja uma fonte de ignição em operação normal ou quando sujeito a falhas raras.

I.3.3.2 EPL Db

Equipamento para atmosferas de poeiras combustíveis, possuindo um nível de proteção “alto”, que não seja uma fonte de ignição em operação normal ou quando sujeito a falhas que podem ser esperadas, embora não necessariamente em bases regulares.

I.3.3.3 EPL Dc

Equipamento para atmosferas de poeiras combustíveis, possuindo um nível de proteção “elevado”, que não seja uma fonte de ignição em operação normal e que possua alguma proteção adicional para assegurar que este permanece inativo como uma fonte de ignição no caso de ocorrências regulares esperadas.

Para a maioria das situações, com consequências potenciais típicas a partir de uma explosão resultante, é previsto que o seguinte possa ser aplicado para utilização de equipamentos em zonas (isto não é diretamente aplicável para minas de carvão, uma vez que o conceito de zonas não é geralmente aplicado). Ver Tabela I.1.

Tabela I.1 — Relação tradicional de EPL e zonas

(sem avaliação adicional de risco)	
Nível de proteção de equipamento	Zona
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

I.4 Proteção proporcionada contra o risco de ignição

Os vários níveis de proteção de equipamentos devem ser capazes de funcionar em conformidade com os parâmetros operacionais estabelecidos pelo fabricante para aquele nível de proteção. Ver Tabela I.2.

Tabela I.2 — Descrição da proteção proporcionada contra o risco de ignição

Proteção proporcionada	Nível de proteção do equipamento Grupo	Desempenho da proteção	Condições de operação
Muito alto	Ma	Dois meios de proteção ou segurança independentes, mesmo quando duas falhas ocorrem, independentemente uma da outra	Equipamento permanece funcionando quando a atmosfera explosiva está presente
	Grupo I		
Muito alto	Ga	Dois meios de proteção ou segurança independentes, mesmo quando duas falhas ocorrem, independentemente uma da outra	Equipamento permanece funcionando em zonas 0, 1 e 2
	Grupo II		
Muito alto	Da	Dois meios de proteção ou segurança independentes, mesmo quando duas falhas ocorrem, independentemente uma da outra	Equipamento permanece funcionando em zonas 20, 21 e 22
	Grupo III		
Alto	Mb	Adequado para operação normal e severas condições operacionais	Equipamento é desenergizado quando atmosfera explosiva estiver presente
	Grupo I		
Alto	Gb	Adequado para operação normal e com distúrbios de ocorrência freqüente ou equipamento onde falhas são normalmente levadas em consideração	Equipamento permanece funcionando em zonas 1 e 2
	Grupo II		
Alto	Db	Adequado para operação normal e com distúrbios de ocorrência freqüente ou equipamento onde falhas são normalmente levadas em consideração	Equipamento permanece funcionando em zonas 21 e 22
	Grupo III		
Elevado	Gc	Adequado para operação normal	Equipamento permanece funcionando em zona 2
Elevado	Dc	Adequado para operação normal	Equipamento permanece funcionando em zona 22
	Grupo II		
	Grupo III		

I.5 Implantação

A 4^a edição da IEC 60079-14 (incluindo os requisitos anteriores da IEC 61241-14) introduziu o conceito dos EPL de forma a permitir um sistema de “avaliação de risco” como um método alternativo para a seleção de equipamentos. Referências também serão incluídas nas Normas de classificação ABNT NBR IEC 60079-10 e ABNT NBR IEC 61241-10.

A marcação adicional e a correlação dos tipos de proteção existentes estão sendo introduzidas nas revisões das seguintes Normas IEC e ABNT NBR IEC:

- ABNT NBR IEC 60079-0 (incluindo os requisitos anteriores da ABNT NBR IEC 61241-0)
- ABNT NBR IEC 60079-1
- ABNT NBR IEC 60079-2 (incluindo os requisitos anteriores da IEC 61241-4)
- ABNT NBR IEC 60079-5
- IEC 60079-6

- ABNT NBR IEC 60079-7
- IEC 60079-11 (incluindo os requisitos anteriores da IEC 61241-11)
- ABNT NBR IEC 60079-15
- ABNT NBR IEC 60079-18 (incluindo os requisitos anteriores da IEC 61241-18)
- ABNT NBR IEC 60079-26
- IEC 60079-28

Para os tipos de proteção para atmosferas explosivas de gás, os EPL requerem marcação adicional. Para atmosferas explosivas de poeiras, o sistema atual de marcação das zonas sobre o equipamento está sendo substituído pela marcação dos EPL.



Bibliografia

IEC/TS 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guide for design and performance of a.c. motors specifically designed for convertor supply*

ABNT NBR NM IEC 60050(426), *Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Terminologia*

IEC 60332-2-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 2-2: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable – Procedure for diffusion flame*

IEC 60332-3 (all parts), *Tests on electric cables under fire conditions*

IEC 60614-2-1, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-1: Particular specifications for conduits – Metal conduits*

IEC 60614-2-5, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-5: Particular specifications for conduits – Flexible conduits*

IEC 60742, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

IEC 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

NBR NM 61008-1, *Interruptores a corrente diferencial-residual para usos doméstico e análogos sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (RCCB) – Parte 1: Regras gerais* (IEC 61008-1:1996, MOD)

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61024-1, *Protection of structures against lightning – Part 1: General principles*

CENELEC/TR 50427, *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

CENELEC/TR 50404, *Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity*