

RICARDO RANDO

ATERRAMENTO EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Práticas recomendadas



Blucher

Ricardo Rando

ATERRAMENTO EM
ATMOSFERAS EXPLOSIVAS
Práticas recomendadas

Aterramento em Atmosferas Explosivas: Práticas recomendadas

© 2021 Ricardo Rando

Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher

Editor Eduardo Blücher

Coordenação editorial Jonatas Eliakim

Produção editorial Catarina Tolentino

Preparação de texto Beatriz J.F. Acencio

Diagramação Guilherme Henrique

Redesenho de figuras Villa D'artes

Revisão de texto Danilo Villa

Capa Leandro Cunha

Imagem da capa iStockphoto

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel.: 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico,
conforme 5. ed. do *Vocabulário Ortográfico*
da Língua Portuguesa, Academia Brasileira
de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por
quaisquer meios sem autorização escrita da
editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Rando, Ricardo
Aterramento em atmosferas explosivas : práticas
recomendadas / Ricardo Rando. – São Paulo : Blucher, 2021.
302 p. : il

Bibliografia
ISBN 978-65-5506-192-5

1. Sistemas de energia elétrica – Proteção 2. Aterramento
elétrico 3. Atmosferas explosivas 4. Linhas elétricas
subterrâneas I. Título

21-2468

CDD 621.319233

Índices para catálogo sistemático:
1. Aterramento elétrico

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO.....	17
1. ATMOSFERA EXPLOSIVA	19
1.1 Atmosfera explosiva.....	19
1.2 Classificação de área – visão americana (NEC/API).....	20
1.3 Classificação de área – visão brasileira e internacional (ABNT/IEC).....	22
1.4 Equipamentos elétricos permitidos em áreas classificadas.....	24
1.5 Características de proteção dos equipamentos elétricos <i>Ex</i> e suas classificações.....	25
1.6 Tipos de proteção de equipamentos contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis	27
1.7 Conclusão.....	29
2. ATERRAMENTO.....	31
2.1 Aterramento	31
2.2 Razões.....	32
2.3 Resistividade	35
2.4 Resistência de terra (RA).....	38
2.5 Hastes de aterramento	38

2.6	Fundações.....	39
2.7	Concreto	40
2.8	Malha de aterramento única	41
2.9	Gradientes de potencial associados à malha de terra	44
3.	TENSÕES E CORRENTES ADMISSÍVEIS	45
3.1	Tensões e correntes admissíveis	45
3.2	Potenciais de toque e de passo	46
3.3	Fibrilação	49
3.4	Choque elétrico.....	49
3.5	Dispositivo Diferencial Residual – DR.....	51
3.6	Dispositivo de Proteção de Surtos – DPS	53
4.	EQUACIONANDO O ATERRAMENTO	59
4.1	Equacionando o sistema de aterramento	59
4.2	Subsistema de aterramento de força S1.....	61
4.3	Subsistema de aterramento para descargas atmosféricas S2.....	63
4.4	Subsistema de aterramento para equipamentos sensíveis S3.....	63
4.5	Subsistema de aterramento para energia estática S4.....	65
4.6	Subsistema de aterramento para atmosferas explosivas S5	66
5.	ESQUEMAS DE ATERRAMENTO E SISTEMAS DE ATERRAMENTO	69
5.1	Esquemas de aterramento em baixa tensão.....	69
5.2	Sistemas de aterramento em baixa tensão.....	76
5.3	Observações a serem consideradas nas ligações através de impedâncias ...	79
6.	INDÚSTRIAS QUÍMICAS E PETROQUÍMICAS	81
6.1	Indústrias químicas e petroquímicas	81
6.2	Atmosfera salina	81
6.3	Atmosfera química	83
6.4	Considerações sobre o aterramento de poeiras e gás	92
6.5	Equalização de potencial	92
6.6	Equipamento eletrônico sensível.....	94

6.7	Proteção de equipamento eletrônico sensível – EES	96
6.8	Considerações.....	113
7.	CANTEIRO DE OBRAS	115
7.1	Canteiro de obras.....	115
7.2	Sistema de aterramento	116
7.3	Malha de aterramento.....	120
7.4	Medição do aterramento.....	121
8.	CAMPO DE APLICAÇÃO PLATAFORMA MARÍTIMA.....	127
8.1	Campo de aplicação plataforma marítima.....	127
8.2	A plataforma marítima.....	128
8.3	Particularidades do aterramento	129
8.4	Navios petroleiros.....	131
8.5	Sistemas de corrente contínua	131
8.6	Partes metálicas expostas não condutoras	133
8.7	Método de aterramento por contato metálico.....	133
8.8	Anel de aterramento.....	136
8.9	Aterramento de blindagem e armadura metálica de cabos.....	139
8.10	Equipamentos móveis em áreas classificadas	141
8.11	Aterramento de sistema de corrente contínua.....	141
8.12	Cordoalhas de aterramento bonding trap	141
8.13	Descargas atmosféricas em estruturas marítimas	142
8.14	O SOLAS	143
9.	CONSIDERAÇÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ÁREAS CLASSIFICADAS.....	145
9.1	Considerações das instalações elétricas em áreas classificadas	145
9.2	Necessidade do seccionamento de emergência.....	145
9.3	Dimensionamento de condutores	146
9.4	Considerações.....	150
9.5	Eletrodutos	151
9.6	Arco elétrico em baixa tensão	152

9.7 Sistema de aterramento adequado	154
9.8 Potencial de ignição	157
9.9 Detector de falta para terra	157
10. INSTRUÇÕES LIMITADAS DE ATERRAMENTO	159
10.1 Aterramento de equipamentos	159
10.2 Aterramento de sistema	160
10.3 Aterramento de redes elétricas subterrâneas	163
10.4 Aplicação específica do aterramento.....	163
10.5 Proteção contra descargas atmosféricas.....	163
11. TANQUES DE ARMAZENAMENTO	167
11.1 Tanques de armazenamento.....	167
11.2 Análises de risco	169
11.3 Comportamento impulsivo do aterramento.....	174
12. ATERRAMENTO E SUAS IMPLICAÇÕES.....	177
12.1 Aterramento para descargas atmosféricas	177
12.2 Aterramento dos equipamentos eletrônicos	177
12.3 Aterramento de equipamentos de telecomunicação: análise de problemas.....	179
12.4 Aterramento de equipamentos de telecomunicações.....	183
13. ATERRAMENTO INTRINSECAMENTE SEGURO	187
13.1 Aterramento intrinsecamente seguro.....	187
13.2 Requisitos para instalações de segurança intrínseca	190
14. PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	193
14.1 Prevenção e combate a incêndio	193
14.2 Agente extintor	193
14.3 Utilização dos extintores em instalações elétricas.....	194
15. ESTUDO DE CASO PRÁTICO DE ATERRAMENTO E SPDA EM ÁREAS CLASSIFICADAS.....	195

15.1	Caso ocorrido em um ambiente industrial	195
15.2	Demonstração da temperatura de um raio sobre um vergalhão.....	196
15.3	Conclusão	198
15.4	Considerações.....	199
15.5	Proteção da cobertura	200
15.6	Proteção da armazenagem	201
16.	CONCEITO DE NÍVEL DE PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS EPL	203
16.1	A abordagem da avaliação do risco	203
16.2	Minas de carvão sujeitas à presença de gás metano/grisu (Grupo I) ...	204
16.3	Gases inflamáveis (Grupo II)	204
16.4	Fibras combustíveis e partículas combustíveis em suspensão (Grupo III).....	205
17.	SALA DE BATERIAS.....	207
17.1	Sala de baterias.....	207
17.2	Dutos.....	209
17.3	Acumuladores	209
17.4	Sala de baterias.....	209
18.	INSPEÇÃO EX	213
18.1	Inspeção Ex	213
18.2	Início da inspeção	219
18.3	Considerações.....	221
19.	ATERRAMENTO EM SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	223
19.1	Sistemas fotovoltaicos	223
19.2	Classificação dos sistemas fotovoltaicos.....	224
19.3	Sistemas fotovoltaicos isolados	224
19.4	Sistemas fotovoltaicos híbridos	225
19.5	Sistemas fotovoltaicos puros	226
19.6	Aterramento e equalização dos potenciais.....	230
19.7	Sistema conectado à rede.....	232

19.8 Usinas fotovoltaicas	233
19.9 Exemplo de aplicação de um sistema conectado à rede	234
19.10 Aterramento e equalização de potenciais	237
20. ELETRICIDADE ESTÁTICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS: RISCOS, CONTROLE E MITIGAÇÃO POR ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO.....	241
20.1 Introdução sobre os riscos de explosão em áreas classificadas.....	241
20.2 A geração da eletricidade estática em atmosferas explosivas	243
20.3 Os riscos de ignição relacionados com a geração e o acúmulo de eletricidade estática em atmosferas explosivas.....	246
20.4 Os riscos da eletricidade estática associados aos condutores isolados...	249
20.5 Os riscos do acúmulo de cargas eletrostáticas em diesel de baixo teor de enxofre	250
20.6 Aterramento e equipotencialização.....	251
20.7 Aterramento de caminhões e vagões para controle de eletricidade estática.....	253
20.8 Limitação de área superficial de partes ou equipamentos não metálicos....	255
20.9 Umidificação de materiais sólidos para evitar o carregamento eletrostático.....	255
20.10 Valores de resistência de “terra” para fins de controle de eletricidade estática em atmosferas explosivas	256
20.11 Requisitos de inspeção de aterramento e de equipotencialização de equipamentos e instalações em atmosferas explosivas	258
20.12 Normas Técnicas Brasileiras adotadas ABNT IEC TS 60079-32-1 e ABNT NBR IEC 60079-32-2	259
20.13 Soluções de problemas e controle de riscos relacionados à eletricidade estática em atmosferas explosivas	260
20.14 Avaliação e mitigação dos riscos da eletricidade estática em equipamentos elétricos e mecânicos “Ex”: Norma Brasileira adotada ABNT NBR ISO 8007936	262
REFERÊNCIAS	265

APÊNDICES.....	273
1. Conceitos	273
2. Abreviaturas.....	276
3. Glossário de Aterramento.....	277
ANEXOS	279

CAPÍTULO 1

ATMOSFERA EXPLOSIVA

1.1 ATMOSFERA EXPLOSIVA



Figura 1.1 Área Classificada. Fonte: Acervo pessoal do autor.

Conforme o Item 3.1 da NBR IEC 60079-10-1, define-se como atmosfera explosiva a “[...] mistura com ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis, na forma de gás, vapor, poeira, fibras ou partículas suspensas, na qual, após ignição, permite autosustentação de propagação” (ABNT, 2019). As fontes de ignição podem ser oriundas de:

- Centelhamento na abertura e fechamento de contato elétrico;
- Curto-circuito;
- Sobreaquecimento devido à sobrecarga de equipamento ou sistema elétrico;
- Arco elétrico proveniente da diferença de potencial entre corpos.

Área Classificada *Ex* é uma especificação de uma determinada área dentro de uma planta de processo. Ela é classificada pela formação de uma atmosfera *potencialmente explosiva* na forma de gás, vapor, névoa, poeira ou fibras combustíveis, devido a uma mistura ideal de oxigênio e produto inflamável.

O documento a que a isso se refere, seja na planta industrial ou marítima, é o *desenho da classificação de áreas*. Ele disponibiliza para consulta a base de dados para a correta especificação de equipamentos, dispositivos e acessórios elétricos de instrumentação e telecomunicação, nas atividades de projeto, empreendimentos de implantação de novas unidades e de manutenção. E ainda fornece a base de informações para:

- A inspeção periódica das instalações elétricas de instrumentação e telecomunicação pela equipe de manutenção de acordo com a lista de verificação constante na norma ABNT NBR IEC 60079-17– Inspeção *Ex* (ABNT, 2017c);
- O grupo operacional de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) na elaboração da Análise Preliminar de Risco (APR) e para a emissão de Permissão de Trabalho (PT);
- Compor o *prontuário das instalações elétricas* atendendo os requisitos da NR-10 conforme diretriz do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2020).

Devemos ter em mente que a planta de classificação de áreas necessita estar em contínuo processo de atualização, para a implementação de projetos para melhorias operacionais, ampliações de unidades ou novos empreendimentos.

Por força de nossa legislação, utilizamos a norma brasileira (NBR) que está harmonizada com a norma internacional IEC (embora parte da nossa planta industrial tenha terminologia americana). Abordaremos duas filosofias para classificação de área: a norma americana (NEC) e a norma brasileira (ABNT NBR/IEC).

1.2 CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA – VISÃO AMERICANA (NEC/API)

O documento que define a forma de aplicação dos equipamentos elétricos em áreas classificadas é o *National Electrical Code* (NEC), que estabelece os requisitos que devem ser obedecidos na ocasião da construção e montagem desses equipamentos.

Temos, no Brasil, um número muito grande de indústrias de processo que ainda adotam a tecnologia americana por força da origem de seus projetos. Os ambientes nesse caso são conceituados como Classe I, Classe II e Classe III. A Classe I (destinada a gases e vapores inflamáveis) é subdividida nos seguintes grupos:

- Grupo A: acetileno;
- Grupo B: hidrogênio, butadieno;
- Grupo C: éter etílico, ciclopropano;
- Grupo D: álcool, gasolina.

A Classe II (destinado a pós combustíveis) é subdividida nos seguintes grupos:

- Grupo E: pós metálicos combustíveis, como alumínio e magnésio;
- Grupo F: pós carbonáceos combustíveis, como carvão, grafite e coque;
- Grupo G: pós combustíveis não enquadrados nos Grupos EeF, como açúcar, farinhas, grãos, plásticos etc.

A Classe III (destinado para algodão, madeira, rayon etc.) *é a de menor risco, pois os materiais inflamáveis estão sob a forma de fibras mais pesadas, que praticamente não ficam suspensas no ar.* Não há subdivisão em grupos e os critérios de instalação são menos rigorosos que os aplicáveis às Classes I e II.

A possibilidade da presença da mistura inflamável é definida por dois níveis de probabilidade. A alta probabilidade é conceituada como Divisão 1 e a baixa probabilidade, como Divisão 2.

Na Divisão 1, a mistura inflamável ocorre:

- Em condições normais de operação do equipamento de processo;
- Frequentemente devido a vazamentos provocados por reparos de manutenção;
- Quando do defeito de um equipamento de processo ou operação incorreta.

Na Divisão 2, a mistura inflamável ocorre:

- Somente em caso de quebra acidental ou operação anormal do equipamento do processo;
- Em áreas adjacentes à Divisão 1;
- Locais onde exista um sistema de ventilação forçada.

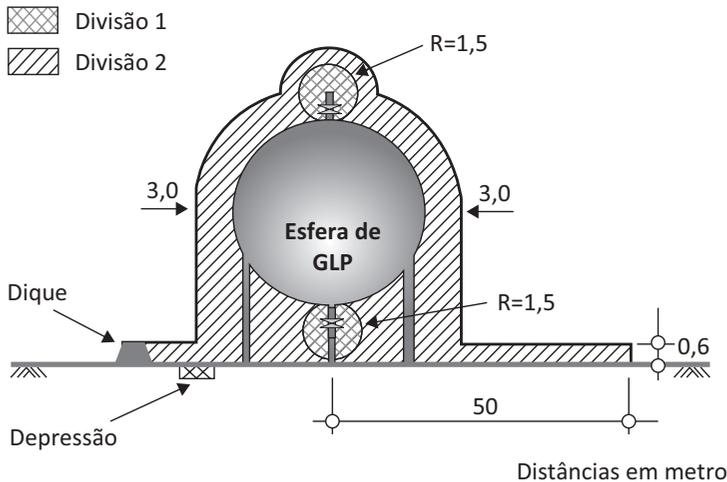


Figura 1.2 Esfera de GLP. Fonte: Jordão (2012, p. 29).

1.3 CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA – VISÃO BRASILEIRA E INTERNACIONAL (ABNT/IEC)

A partir do momento em que o Brasil passou a adotar a normalização internacional, assumimos também a parte conceitual e a terminologia praticada internacionalmente. Em vez de classificar ambientes em classes, a norma internacional fala de grupos, porém referidos aos equipamentos elétricos:

- Grupo I – são equipamentos fabricados para operar em mineração subterrânea.
- Grupo II – são equipamentos fabricados para operação em indústrias (indústria de superfície) e é subdividido, conforme as características das substâncias envolvidas, em Grupo IIA, Grupo IIB e Grupo IIC.

A subdivisão em Grupos IIA, IIB e IIC segue o mesmo princípio da normalização americana, isto é, essa ordem também indica uma gradação de periculosidade da substância do ponto de vista do comportamento durante uma explosão. A diferença está no fato de que a ordem é inversa à norma do NEC, além de serem apenas três grupos de substâncias, em vez de quatro.

As substâncias e seus respectivos grupos estão definidos assim:

- Grupo IIA – atmosfera contendo as mesmas substâncias do Grupo D do NEC, exceto pela inclusão de acetaldeído e monóxido de carbono (esses pertencentes ao Grupo C do NEC);
- Grupo IIB – atmosfera contendo as mesmas substâncias do Grupo C do NEC, exceto pela inclusão de acroleína.

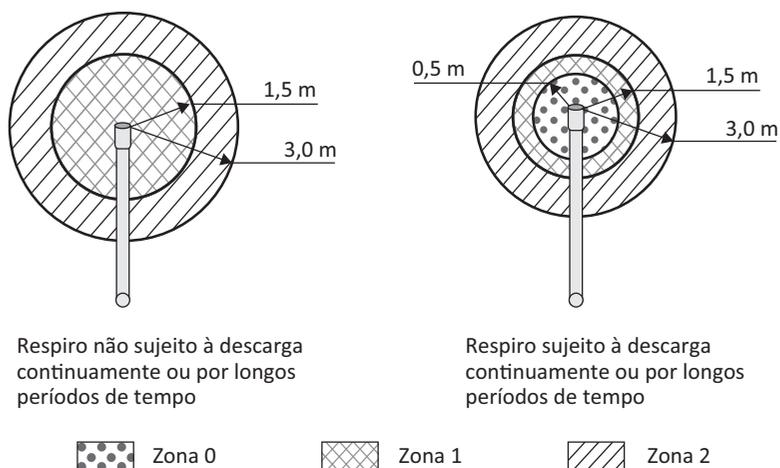
Tabela 1.1 Classificação de Área

Gás representativo do Grupo	ANBT/IEC 60079	API/NEC Art.500
Propano	Grupo II A	Grupo D
Eteno	Grupo II B	Grupo C
Hidrogênio	Grupo II C	Grupo B
Acetileno	Grupo II C	Grupo A

- Grupo III – quando se trata de pós ou fibras combustíveis, e é subdividido em:
 - III A – aplicável em ambientes com fibras combustíveis;
 - III B – aplicável em ambientes com pós combustíveis de característica não condutora de eletricidade;
 - III C – aplicável em ambientes com pós combustíveis condutores de eletricidade.

Os ambientes são designados como Zona 0, Zona 1 e Zona 2 para as indústrias que operam com gases e vapores inflamáveis, com o seguinte significado, segundo a NBR IEC 60079-10-1 (ABNT, 2019):

- Zona 0 – área em que uma atmosfera explosiva de gás está presente continuamente ou por longos períodos ou frequentemente;
- Zona 1 – área em que é provável que uma atmosfera explosiva de gás ocorra periodicamente ou eventualmente em condições normais de operação;
- Zona 2 – área em que não é provável que uma atmosfera explosiva de gás ocorra em condições normais de operação, mas, se ocorrer, irá existir somente por um curto período.

**Figura 1.3** Classificação de áreas gás e vapor inflamável. Fonte: Jordão (2012, p. 50).

Os ambientes são designados como Zona 20, Zona 21 e Zona 22 para as indústrias que operam com fibras e pó combustível, com o seguinte significado, segundo a ABNT NBR IEC 60079-10-2 (ABNT, 2016):

- Zona 20 – Local no qual uma atmosfera explosiva de poeira, na forma de nuvem de poeira no ar, está presente continuamente, por longos períodos ou frequentemente.
- Zona 21 – Local no qual uma atmosfera explosiva de poeira, na forma de nuvem de poeira no ar, é provável de ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação.
- Zona 22 – Local no qual uma atmosfera explosiva de poeira, na forma de nuvem de poeira no ar, não é provável ocorrer em condições normais de operação, mas, se ocorrer, persistirá somente por um curto período.

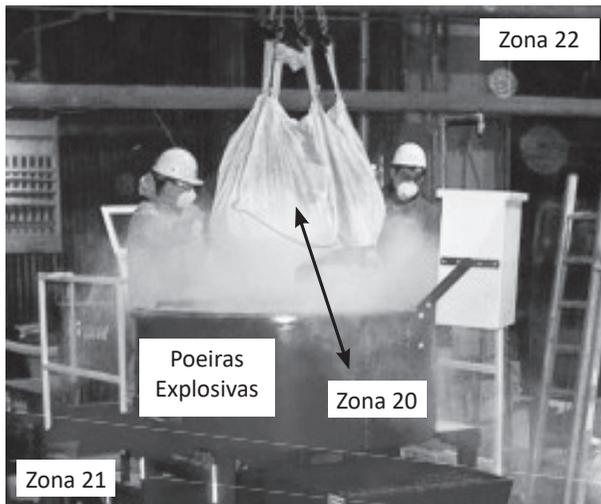


Figura 1.4 Classificação de área zona 20. Fonte: Composição do autor.

1.4 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PERMITIDOS EM ÁREAS CLASSIFICADAS

Os equipamentos elétricos adequados para os diferentes tipos de áreas classificadas devem seguir de forma ténue as características de determinado tipo de atmosfera explosiva, obedecendo aos requisitos estabelecidos no projeto da classificação de área. Qualquer equipamento elétrico ou eletrônico e/ou acessórios que vão operar numa área classificada devem possuir o Certificado de Conformidade. O sistema IECEx (*International Electrotechnical Commission System for Certification Standards Relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres*) é o sistema internacional de avaliação da conformidade da IEC.

O objetivo inicial do sistema IECEx foi o de facilitar o comércio internacional de equipamento e serviços para utilização em atmosferas explosivas por meio da redução de custos decorrentes de múltiplas repetições dos mesmos ensaios e certificações para os fabricantes.

O IECEx atua por meio de seus países membros na elaboração de sistemas internacionais de avaliação da conformidade para fins de certificação, pelos organismos de certificação reconhecidos, de empresas prestadoras de serviços “Ex”, para a certificação de competências pessoais “Ex” e para certificações de equipamentos elétricos e mecânicos “Ex” (BULGARELLI, 1998, p. 329).



Figura 1.5 IECEx – Sistemas Internacionais de avaliação da conformidade da IEC. Fonte: IECEx (c2021)

1.5 CARACTERÍSTICAS DE PROTEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS EX E SUAS CLASSIFICAÇÕES

São conhecidos como métodos de proteção e baseiam-se nos seguintes princípios:

1.5.1 CONFINAMENTO DA EXPLOSÃO

Em uma área classificada, dentro do equipamento elétrico de tal característica, caso haja uma ignição provocando uma explosão, essa explosão ficará confinada no equipamento. Dessa forma, o equipamento resiste à pressão interna da explosão, não a propagando para o meio externo.



Luminária Led Ex-d



Caixa de passagem Ex-d

Figura 1.6 Figuras Ex-d. Fonte: Telbra (c2020).



Sistema de monitoramento de carga e descarga Ex

Figura 1.6 Figuras Ex-d. Fonte: Telbra (c2020).

1.5.2 SEGREGAÇÃO DE FAÍSCA

Essa característica de proteção busca a separação entre as partes energizadas do equipamento e a atmosfera explosiva, logo, há a separação entre a potencial fonte de ignição e a mistura inflamável presente. Com isso, as partes energizadas podem ser encapsuladas, imersas em produtos isolantes ou pressurizadas.



Figura 1.7 Equipamento pressurizado Ex-p. Fonte: SCEPP (c2016).

1.5.3 PREVENÇÃO

Nesse método, controla-se a fonte de ignição de modo que não possua energia elétrica e térmica suficiente para detonar a atmosfera explosiva. O circuito Ex-i é composto por instrumento de campo, cabos de interligação e componente associado (barreira/isolador galvânico), tipo de proteção aplicável em Zona 0 (Ex ia), Zona 1 (Ex ib) e Zona 2 (Ex ic).

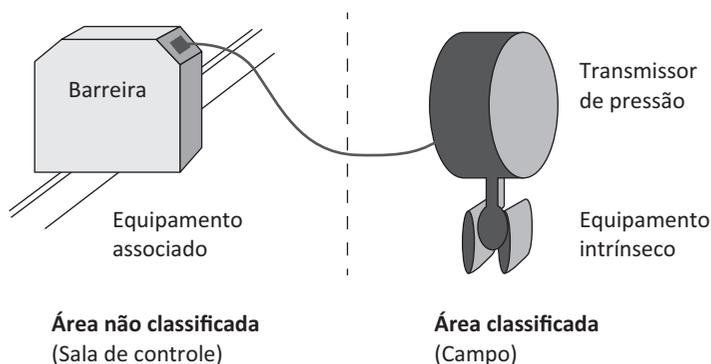


Figura 1.8 Equipamento Ex-i, segurança intrínseca. Fonte: Borges (1997, p. 53).

1.6 TIPOS DE PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS CONTENDO ATMOSFERAS EXPLOSIVAS DE GASES INFLAMÁVEIS

Os tipos de proteção para equipamentos para uso em ambientes potencialmente explosivos *Ex*, conforme normas, definição e simbologia, estão relacionadas na tabela a seguir:

Tabela 1.2 Tipos de proteção

Tipo e Proteção	Símbolo IEC/ABNT	Definição	Normas ABNT NBR IEC
À prova de explosão (<i>Flameproof</i>)	Ex-d	Capaz de suportar explosão interna sem permitir que essa explosão se propague para o meio externo.	ABNT NBR IEC 60079-1
Pressurizado (<i>Purged ou Pressurized</i>)	Ex-p	Invólucros com pressão positiva interna, superior à pressão atmosférica, de modo que, se houver presença de mistura inflamável ao redor do equipamento, ele não entre em contato com partes que possam causar uma ignição.	ABNT NBR IEC 60079-2
Imerso em óleo ¹ (<i>Oilfilled</i>) Imerso em areia ² (<i>Sand ou powder filled</i>) Imerso em resina (<i>Resin-moulded</i>)	Ex-o Ex-q Ex-m	As partes que podem causar centelhas ou alta temperatura se situam em um meio isolante.	ABNT NBR IEC 60079-6 ABNT NBR IEC 60079-5 ABNT NBR IEC 60079-18

1 Não é aceito pelas classificadoras em virtude da inflamabilidade do óleo isolante.

2 Não é comumente utilizado – tecnologia antiga.

Tipo e Proteção	Símbolo IEC/ABNT	Definição	Normas ABNT NBR IEC
Segurança aumentada (<i>Increased safety</i>)	Ex-e	Medidas construtivas adicionais são aplicadas a equipamentos que, em condições normais de operação, não produzem arcos, centelhas ou alta temperatura.	ABNT NBR IEC 60079-7
Segurança intrínseca (<i>Intrinsically safety</i>)	Ex-ia Ex-ib	Dispositivo ou circuito que, em condições normais ou anormais (curto-circuito etc.) de operação, são incapazes de liberar energia suficiente, através de meios térmicos ou elétricos, para causar ignição em materiais inflamáveis (gases ou partículas de poeiras).	ABNT NBR IEC 60079-11
Especial	Ex-s	Usado para casos ainda não previstos em norma.	ABNT NBR IEC 60079-33

Os equipamentos *Ex* construídos e certificados para uso em Zona 1, como os de tipo à prova de explosão *Ex-d*, podem ser utilizados em Zona 2, porém o contrário não é válido, ou seja, equipamentos certificados para Zona 2, como os do tipo não acendível *Ex-n*, não podem ser utilizados em Zona 1, tampouco em Zona 0, pois são de concepção mais simples e seus requisitos construtivos são menos rigorosos para a aplicabilidade, respeitando as normas, em Zona 0 e Zona 1.

Tabela 1.3 Temperaturas máximas de superfície dos equipamentos

Classes de Temperatura	Máxima Temperatura de Superfície dos Equipamentos	Temperatura de Ignição do Material Combustível
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

1.7 CONCLUSÃO

A segurança das instalações elétricas em atmosferas explosivas pode ser prevista quando se obtêm informações específicas das substâncias inflamáveis, da probabilidade com que essas substâncias podem se propagar devido às condições existentes da planta industrial e dos processos diferentes para cada caso, cada tipo de indústria, plataforma marítima etc.

Ao se avaliar o grau de risco, é possível *identificar o tipo de substância inflamável* que pode ser encontrada nesse local, e o estudo da classificação de áreas se propõe a isso, no qual se obtém um conjunto de informações, como:

- O tipo de substância (gás, poeiras, fibras) e suas características (ponto de fulgor, ponto de ignição, limites de inflamabilidade, índice de explosividade, energia de ignição);
- As condições ambientais, como ventilação, altitude, temperatura ambiente, presença, radiação solar e agente corrosivo na atmosfera;
- As características dos equipamentos de processo, ou seja, lugares nos quais essas substâncias se encontram presentes (bombas, compressores, tanques e vasos), bem como as condições operacionais desses equipamentos.

Essas informações dão origem a um documento conhecido como *Planta de Classificação de Áreas*, que detalha os locais classificados nas unidades e permite identificar as zonas (com medidas de suas extensões) em planta e elevação, assim como o *volume de risco*, que identifica as fontes geradoras, os produtos e suas condições de processo.

Com isso, os equipamentos elétricos devem ter incorporados requisitos construtivos especiais que os tornem adequados a operarem nesses ambientes, de forma a eliminar ou isolar a fonte de ignição, evitando, com isso, um encontro fatídico entre mistura inflamável e energia elétrica. Para que uma planta *Ex* seja considerada segura, existe a necessidade de que as seguintes atividades sejam executadas de forma correta:

- Classificação de áreas;
- Projetos elétricos;
- Seleção de equipamentos *Ex*;
- Equipamentos *Ex* devidamente certificados;
- Instalação adequada dos equipamentos, sistemas e instalações *Ex*;
- Comissionamento adequado dos equipamentos, sistemas e instalações *Ex*;
- Inspeção inicial *Ex* detalhada;
- Partida e operação *Ex* adequadas;

- Inspeções periódicas *Ex* adequadas e programadas;
- Serviços de manutenção *Ex* adequados;
- Serviços de reparo e recuperação de equipamentos *Ex* adequados;
- Auditorias periódicas;
- Contratação de empresas de prestação de serviços *Ex* devidamente qualificadas;
- Alocação de pessoal devidamente treinado, qualificado, experiente, competente e certificado de acordo com as Normas Técnicas série ABNT NBR IEC 60079 (ABNT, 2020b);
- Procedimentos adequados.

Somente com a execução de todas essas atividades de forma correta, de acordo com os requisitos normativos das séries ABNT NBR IEC 60079 (ABNT, 2020b) e ABNT NBR ISO/IEC 80079 (ABNT, 2020d), os usuários podem ter a confiança de que as instalações *Ex* estão seguras. A segurança das instalações em atmosferas explosivas pode ser comparada com uma corrente: todos os elos devem estar fortes.

Este livro aborda o tema do aterramento em locais com a presença de atmosfera explosiva, trazendo uma compilação de métodos, recomendações de práticas e apresentando instruções e parâmetros para o leitor. A obra traça uma discussão indispensável e atual sobre a segurança das instalações nesses locais e uma abordagem direta de seus conceitos fundamentais.

Dentro desse cenário, esta obra vem preencher uma lacuna de informações sobre os requisitos básicos de segurança em atmosferas explosivas nas instalações elétricas, eletrônicas e mecânicas, trazendo uma contribuição singular para a ampliação do conhecimento sobre o tema. Aponta, ainda, para a relevância de informações detalhadas e destaca a importância das certificações envolvendo fabricantes, laboratórios de ensaios e organismos de certificações *Ex*, além das competências pessoais com requisitos específicos, desde a fase de elaboração de projetos, construção e montagem à inspeção (visual, acurada e detalhada), visando as auditorias periódicas de forma a verificar a conformidade com todos os requisitos normativos, diante dos riscos inerentes às áreas classificadas como *Ex*.

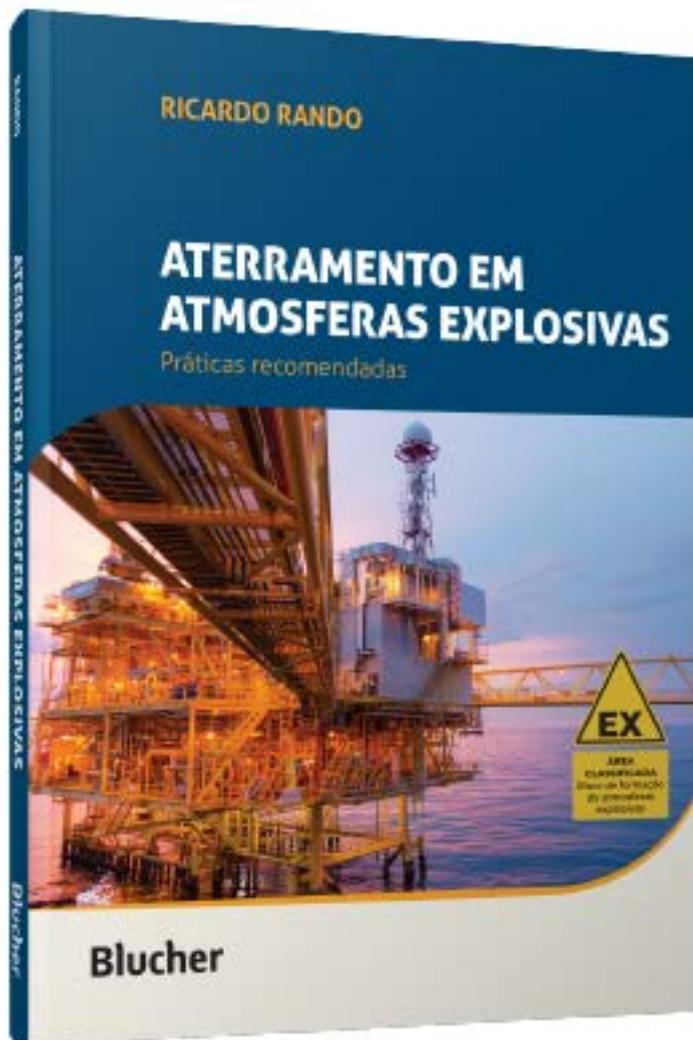
O livro se destina aos profissionais de eletricidade e estudantes que necessitem de suporte técnico e informação e busquem uma abordagem clara e precisa sobre o tema.



www.blucher.com.br

ÁREA
CLASSIFICADA
Risco de formação
de atmosferas
explosivas

Blucher



Clique aqui e:

VEJA NA LOJA

Aterramento em Atmosferas Explosivas

Práticas recomendadas

Ricardo Rando

ISBN: 9786555061925

Páginas: 304

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2021
