

Dácio de Miranda Jordão

**PEQUENO MANUAL
DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS
EM ATMOSFERAS
POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS**

Blucher



**PEQUENO MANUAL
DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
EM ATMOSFERAS
POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS**

Blucher

Dácio de Miranda Jordão

**PEQUENO MANUAL
DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
EM ATMOSFERAS
POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS**

*Pequeno Manual de Instalações Elétricas em Atmosferas
Potencialmente Explosivas*

© 2012 Dácio de Miranda Jordão

1ª reimpressão – 2013

Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-012 – 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.

FICHA CATALOGRÁFICA

Jordão, Dácio de Miranda

Pequeno manual de instalações elétricas em
atmosferas potencialmente explosivas / Dácio de
Miranda Jordão. – São Paulo: Blucher, 2012.

Bibliografia.

ISBN 978-85-212-0686-6

1. Instalações elétricas – Requisitos de segurança
2. Substâncias perigosas
3. Descargas elétricas
através de gases
4. Segurança do trabalho I. Título

12-0122

621.31924

Índices para catálogo sistemático:

1. Descargas elétricas através de gases 537.5
2. Instalações elétricas – Requisitos de segurança 621.31924
3. Segurança do trabalho 363.11

Este *Pequeno Manual de Instalações Elétricas em Atmosferas Potencialmente Explosivas* é um resumo da matéria e foi elaborado para ser utilizado como consulta rápida e de fácil acesso, contendo informações básicas e úteis no dia a dia do trabalho em áreas classificadas.

Para maior profundidade dos tópicos descritos neste pequeno manual, deve ser consultado o livro *Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo*.

O autor

“PACIENTE EXPLODE AO SER OPERADO NA DINAMARCA”

Copenhague (*O Globo*, 01/8/78) – “O intestino de um paciente explodiu numa sala de cirurgia do Hospital de Velle, na Dinamarca, quando o médico que operava empregou um bisturi elétrico – denunciaram os cirurgiões Niels Jentoet Osnen e Vagn Berg, no último número da revista Boletim Médico, colocada ontem à venda. A operação transcorria normalmente até o momento em que os cirurgiões tentaram usar o bisturi elétrico, cuja faísca, em contato com os gases armazenados no intestino o fez explodir imediatamente. Depois de uma série de operações secundárias o paciente morreu ...”

“PACIENTE LIBERA GÁS DURANTE CIRURGIA E INCENDEIA O BISTURI DO MÉDICO”

Um dinamarquês sofreu graves queimaduras nas nádegas e nos órgãos genitais durante uma microcirurgia para retirada de uma verruga. Ele teve um ataque de flatulência quando estava na mesa cirúrgica. Os gases que escaparam de seu intestino pegaram fogo ao entrar em contato com uma fagulha no bisturi elétrico utilizado pelo médico — os gases do organismo humano são ricos em metano, material altamente inflamável. “Foi o imponderável. Não tenho culpa”, diz o microcirurgião Jorn Krinstensen, que está sendo processado pelo paciente.

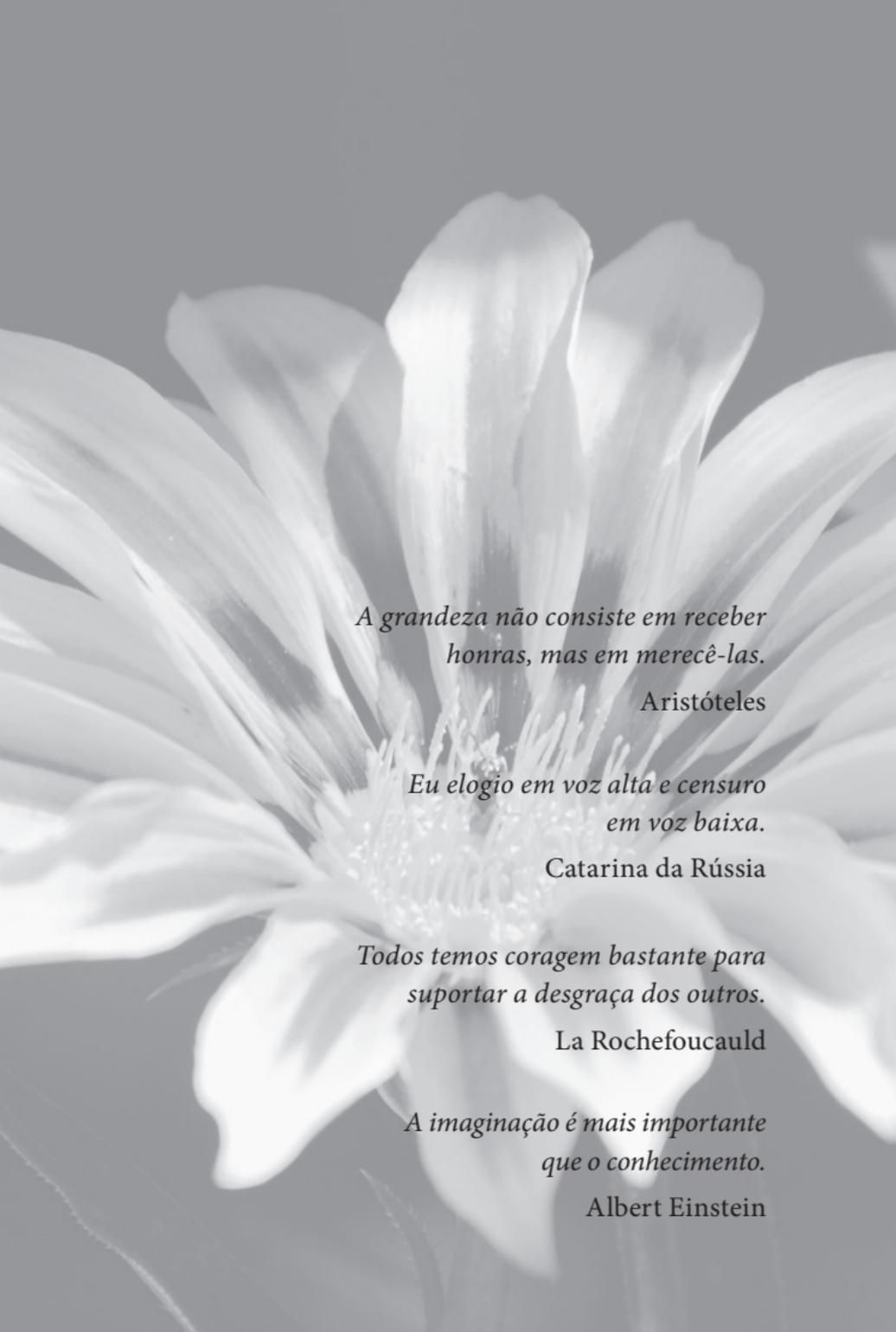
(Isto É, 24/04/2002 n. 1699)

CONTEÚDO

1 INTRODUÇÃO.....	13
Classificação de áreas.....	17
Níveis de abrangência da normalização técnica..	19
Propriedades das substâncias inflamáveis que afetam diretamente a classificação de áreas ...	20
Limites de inflamabilidade.....	20
Ponto de fulgor (<i>flash point</i>)	21
Densidade	22
Temperatura de ignição.....	23
Critérios de classificação de áreas – visão americana	23
Classe I – gases e vapores inflamáveis	24
Classe II – pós combustíveis.....	24
Classe III – fibras combustíveis	25
Conceito de divisão.....	25
Refinarias de petróleo.....	28
Transporte e armazenamento	34
Produção e perfuração.....	37
Indústrias químicas	41
Critérios de classificação de áreas – visão da norma brasileira e internacional (ABNT/IEC) ..	44
Conceito de zona.....	45

Quantificação das zonas	46
Trabalho de classificação de áreas.....	51
2 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS	55
Designação Nema (UL) para invólucros	56
Significado das letras opcionais e suplementares ..	59
Correspondência entre IP x Nema (aproximada) ..	60
Os equipamentos elétricos e eletrônicos em	
relação a seu tipo de proteção	61
À prova de explosão (Ex d)	61
Imerso em óleo (Ex o) – NBR IEC 60079-6	67
Imerso em areia (Ex q) – NBR IEC 60079-5	68
Imerso em resina (Ex m) – NBR IEC 60079-18.....	70
Segurança aumentada (Ex e) – NBR IEC 60079-7	72
Invólucros pressurizados (Ex p) – NBR IEC 60079-2..	74
Segurança intrínseca (Ex i) – NBR IEC 60079-11 ...	77
Não acendível (Ex n) – NBR IEC 60079-15.....	81
Especial (Ex s)	83
Classe de temperatura	84
Marcação conforme IEC 60079-26.....	87
3 MÉTODOS DE INSTALAÇÃO (MONTAGEM)	93
Tipos de entradas	93
Emprego de unidades seladoras.....	94
Critério do invólucro	94
Critério da fronteira.....	95

4	INSPEÇÃO.....	99
	Supervisão contínua por pessoal qualificado....	100
5	A NOVA NR 10 E AS INSTALAÇÕES EX.....	107
	Dados estatísticos sobre acidentes.....	107
	As principais exigências da nova NR-10 que impactam as áreas classificadas.....	109
	Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores, segundo a NR 10.....	112
	A responsabilidade civil e criminal aplicada a segurança em instalações e serviços com eletricidade.....	114
6	CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EX.....	119
	Certificação Ex no Brasil – histórico.....	119
	Estrutura da certificação Ex.....	137
7	O ESPAÇO CONFINADO E A CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS	139
	Introdução.....	139
	Deve-se classificar a área desses ambientes?.....	140
	Pessoas portando equipamentos elétricos ou eletrônicos.....	142
	Como seria então a classificação da área?.....	142
	Equipamentos elétricos e eletrônicos.....	144
	Resumindo.....	144
	Observações.....	144
	Conclusão.....	145
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147



*A grandeza não consiste em receber
honras, mas em merecê-las.*

Aristóteles

*Eu elogio em voz alta e censuro
em voz baixa.*

Catarina da Rússia

*Todos temos coragem bastante para
suportar a desgraça dos outros.*

La Rochefoucauld

*A imaginação é mais importante
que o conhecimento.*

Albert Einstein

1

INTRODUÇÃO

A presença de produtos inflamáveis na indústria de processo (química, petroquímica e de petróleo) é inerente à sua atividade. Como consequência, a instalação elétrica e eletrônica nesses locais necessita ter tratamento especial, uma vez que os níveis de energia presentes em suas partes e equipamentos superam em muito, na grande maioria dos casos, aqueles mínimos necessários para iniciar um incêndio ou uma explosão.

A primeira ação é *avaliar o grau de risco* encontrado no local. Significa que se tivermos um mapa do ambiente industrial com os produtos inflamáveis devidamente identificados e que mostre qual é a probabilidade de presença de mistura explosiva nesse ambiente e, além disso, nos mostre em que extensão essa mistura explosiva poderá acontecer, isto nos auxiliará na seleção e aplicação dos equipamentos elétricos.

Esse é o primeiro passo, ou seja, vamos determinar:

1. Tipo de substância ou substâncias que podem estar presentes no local;

2. A probabilidade com que essas substâncias podem acontecer naquele ambiente de modo a formar uma mistura inflamável;
3. Volume de risco, ou seja: a extensão da área onde essa mistura poderá ser encontrada.

Isto é o que chamamos de: **classificação de áreas**.

Depois de feita essa classificação de áreas, pode-se passar para a fase seguinte que é referente ao equipamento elétrico, ou seja:

Que cuidados especiais devem ter os equipamentos elétricos e seus acessórios para que possam operar num ambiente de área classificada sem que se constituam numa fonte de ignição?

Observe que o objetivo de tudo isso é evitar sempre que haja um encontro fatídico entre uma mistura inflamável e a energia elétrica presente nos equipamentos elétricos ou eletrônicos e seus acessórios. Nesse caso, deve-se levar em conta que os equipamentos elétricos que operam em ambientes com possibilidade de presença de material inflamável são equipamentos especiais, que devem ter incorporados os *requisitos construtivos* especiais que os tornam adequados à operação em atmosferas potencialmente explosivas.

Pergunta-se:

Onde encontramos escritos esses requisitos construtivos especiais?

Estão especificados nas *normas técnicas* respectivas.

Mas que garantia o usuário tem de que esses requisitos construtivos especiais, previstos pelas normas técnicas foram incorporados ao equipamento durante a sua construção?

A garantia de que o equipamento foi construído de acordo com essas normas técnicas é dada pelo processo de *certificação*, que no caso específico de equipamentos elétricos e eletrônicos para atmosferas potencialmente explosivas é de caráter compulsório no Brasil.

As normas técnicas sobre esse assunto definem várias alternativas construtivas para esses equipamentos elétricos, alternativas essas que são chamadas de “*tipos de proteção*”.

Após definida a classificação de áreas, e após escolhidos os tipos de proteção que serão aplicados naqueles ambientes, deve-se levar em conta que a *montagem desses equipamentos* requer também a aplicação de requisitos especiais, que se não forem cumpridos, poderão invalidar toda a busca pelo alto nível de segurança. Do mesmo modo, após a entrada

em operação da unidade industrial, quando os equipamentos sofrerão *manutenção*, e serão operados, estes poderão sofrer alterações que podem também invalidar o seu tipo de proteção tornando a instalação insegura. Por isso, deve-se acrescentar às etapas mencionadas, os cuidados com a montagem, manutenção e operação.

Se todas essas fases forem cumpridas, podemos dizer então que conseguimos atingir um alto nível de segurança na instalação elétrica, ou seja, teremos uma *Instalação OK*.

Levando em conta que durante a vida útil da unidade, a instalação elétrica como um todo, poderá estar sujeita a diversos tipos de agressão, como por exemplo: ataque químico, intempérie, envelhecimento dos materiais etc., torna-se necessário verificar periodicamente o estado desses dispositivos e componentes, para que o nível de segurança não seja afetado. Portanto, a garantia de que essa instalação permanecerá OK durante a vida útil da unidade pode ser obtida a partir do resultado da aplicação periódica de uma **inspeção**.

Resumidamente, podemos representar esses passos na Figura 1.1.

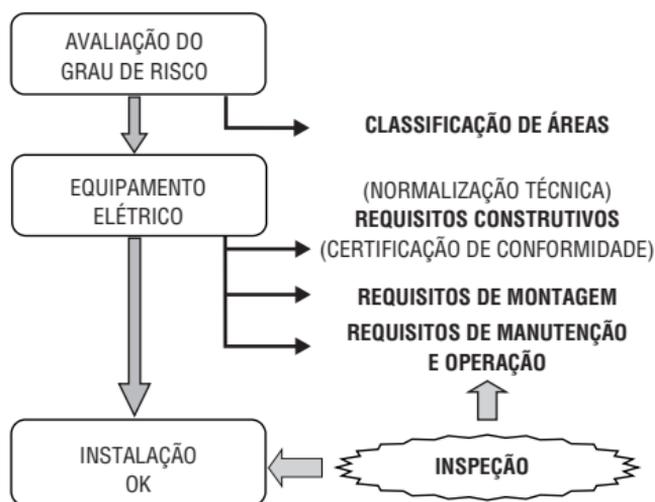


FIGURA 1.1 A instalação elétrica em atmosferas potencialmente explosivas

Estes são então os passos a serem considerados durante o projeto, operação e manutenção de uma instalação elétrica em ambientes com possibilidade de presença de material inflamável, típico das indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo.

CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS

No Brasil, por força da nossa legislação somos obrigados a utilizar a norma brasileira que está harmonizada com a norma internacional.

Como ainda hoje é possível encontrar documentos e equipamentos com terminologia americana, vamos abordar aqui as duas filosofias de classificação de áreas: a americana e a norma brasileira/internacional.

Antes de tratar dos procedimentos de classificação de áreas, uma introdução se faz necessária para o entendimento do que seja CONMETRO e INMETRO, bem como sobre os diversos níveis de abrangência da normalização.



FIGURA 1.2 Sinmetro — Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Lei n. 5.966, de 11.12.1973

O CONMETRO é o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e tem como principal atribuição estabelecer para o Brasil, políticas e diretrizes nas áreas de Metrologia, normalização e qualidade industrial.

O INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade Industrial e Tecnologia, é o órgão executivo do CONMETRO, e tem como principal atribuição a execução e fiscalização da política ditada pelo CONMETRO.

NÍVEIS DE ABRANGÊNCIA DA NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

Pode-se dizer que as normas técnicas têm um nível de abrangência diferenciado em função da sua área de impacto. Assim, podemos representar na forma de uma pirâmide os níveis de abrangência (Figura 1.3).



1. Norma da Empresa: válida somente dentro dos limites da empresa;
2. Norma Nacional: válida em todo o território nacional. Norma emitida pela ABNT;
3. Norma Estrangeira: qualquer norma nacional, porém de um outro país;
4. Norma Regional: norma técnica feita para atender a um determinado grupo de países, como Mercosul, comunidade europeia;
5. Norma Internacional: norma emitida por órgão de normalização internacional, reconhecido para esse fim, como IEC, ISO etc.

FIGURA 1.3 Níveis de abrangência da normalização técnica.

PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS QUE AFETAM DIRETAMENTE A CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS

Limites de inflamabilidade

Em função da concentração da mistura inflamável em relação ao oxigênio do ar, as substâncias inflamáveis possuem uma faixa de inflamabilidade própria, na qual se houver uma fonte de ignição haverá também uma autopropagação sustentada, podendo resultar em incêndio ou explosão.

É o que se entende por:

- *Mistura pobre* – pouco produto inflamável e muito oxigênio. Concentração abaixo do Limite Inferior de Inflamabilidade;
- *Mistura rica* – muito produto inflamável e pouco oxigênio. Concentração acima do Limite Superior de Inflamabilidade;
- *Mistura ideal* – relação volumétrica oxigênio/produto inflamável dentro da faixa de inflamabilidade, formando o que se chama de **mistura inflamável**.

Ponto de fulgor (*flash point*)

Por definição, é a menor temperatura na qual um líquido libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável. Exemplos:

- *Gasolina*: ponto de fulgor – 42°C (quarenta e dois graus abaixo de zero);
- *Álcool*: ponto de fulgor + 20°C (vinte graus acima de zero).

Para efeito de classificação de áreas, líquidos com ponto de fulgor acima de 60°C em princípio não classificam a área.

Densidade

Propriedade que indica se o gás ou vapor inflamável ao ser liberado para o meio externo dirige-se para baixo ou para cima. Toma-se a densidade do ar como referência, fazendo-a igual a um e comparando as demais substâncias com a do ar. Se for maior do que um, o gás ocupa as partes inferiores e se for menor do que um, ele tende a se encaminhar para as partes superiores, classificando-se em mais pesado ou mais leve que o ar, respectivamente.

Essa propriedade será responsável pela forma do volume de risco atribuído à substância inflamável quando da classificação de áreas.

Exemplos de produtos mais leves que o ar:

- Hidrogênio, com densidade de 0,07 em relação ao ar;
- Gás natural, com densidade média de 0,55 em relação ao ar.

Exemplos de produtos mais pesados que o ar:

- A maioria dos produtos inflamáveis é do tipo mais pesado que o ar. Exemplos: gasolina, nafta, butano, propano, hexano, GLP etc. Particularmente os produtos GLP, butano, propano etc., são mais perigosos, pois estão geralmente na forma líquida sob pressão e quando liberados para o meio externo

tendem a formar uma grande quantidade de vapor. Quando derramado na forma líquida, 45% do volume derramado se transforma instantaneamente em vapor, e pelo fato de serem muito pesados, com densidade que varia de 1,5 até 3 vezes a do ar, geram nuvens de vapor de grandes extensões, e se situando próximo do solo. Para esses casos a classificação de áreas deve ser conservativa. São chamados de *LAV (Líquidos Altamente Voláteis)*.

Temperatura de ignição

Essa propriedade é responsável por um parâmetro de marcação obrigatório no equipamento elétrico para área classificada e se refere às temperaturas máximas que podem atingir os equipamentos elétricos quando em operação. É a marcação da **classe de temperatura**.

Os equipamentos elétricos devem operar em áreas classificadas com temperaturas de superfície inferiores às temperaturas de ignição dos gases e vapores esperados ocorrer no ambiente industrial.

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS – VISÃO AMERICANA

Na filosofia americana os ambientes são denominados de: