

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Fábio Sadao Kita

**Introdução a Instalações Elétricas em Áreas
Classificadas Para o Profissional de Segurança
do Trabalho**

Taubaté - SP
2009

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Fábio Sadao Kita

Introdução a Instalações Elétricas em Áreas Classificadas Para o Profissional de Segurança do Trabalho

Monografia apresentada para obtenção do
Certificado de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho do
Departamento de Engenharia Civil e
Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Eng. de Segurança do Trabalho
João José Barrico de Souza.

Taubaté - SP
2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

**Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

K621i	<p>Kita, Fábio Sadao Introdução a instalações elétricas em áreas classificadas para o profissional de segurança do trabalho / Fábio Sadao Kita. - 2009. 52f. il.</p> <p>Monografia (especialização) - Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Civil, 2009. Orientação: Prof. Eng. José Barrico de Souza, Departamento de Engenharia Civil.</p> <p>1. Instalações elétricas. 2. Áreas classificadas. 3. Segurança do trabalho. I. Título.</p>
-------	--

Fábio Sadao Kita

Introdução a Instalações Elétricas em Áreas Classificadas Para o Profissional de Segurança do Trabalho

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

DATA: ____ / ____ / _____

RESULTADO: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Alberto Guimarães Garcez

Assinatura _____

Universidade de Taubaté

Prof. _____

Assinatura _____

Universidade _____

Prof. _____

Assinatura _____

Universidade _____

Dedico este trabalho a minha
esposa Marli Lucas Kita.

AGRADECIMENTOS

A todos os colegas e amigos da Pós-Graduação pelo excelente convívio e constante aprendizado, em especial a Vanessa Friedl Ackermann pelo grande auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos Professores pela excelente qualidade das aulas ministradas, o que incentivou a realização desta etapa da vida.

Aos meus pais, Keiji Kita (in memória) e Kyoko Kita, pelo incentivo de estudar sempre.

Ao Orientador Eng. João José Barrico de Souza aos ensinamentos passados para a elaboração deste trabalho.

E especialmente à minha esposa, Marli Lucas Kita, pela ajuda na transposição de mais um estágio em nossas vidas.

“Uma mente que se abre a uma nova idéia,
jamais retorna ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho é apenas uma introdução sobre instalações elétricas em áreas classificadas onde são oferecidos elementos que permitam orientar o profissional de segurança do trabalho quanto aos aspectos de segurança no trabalho, na montagem e na utilização de equipamentos elétricos e acessórios instalados em áreas classificadas segundo as normas IEC, ABNT.

Palavras-chave: Instalações elétricas. Áreas classificadas. Segurança.

ABSTRACT

This work is just an overview of the electrical equipment installation in restricted areas in which some aspects regarding the installation of such equipments in an explosive atmosphere are presented. These aspects must be taken into account by professionals working with environmental safety and electrical equipment. The process of area classification and selection of electrical equipment for those areas is explained according to norms IEC and ABNT.

Keywords: Electrical installation. Restricted areas. Safety

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente de evaporação, densidade relativa e ponto de fulgor de algumas substâncias inflamáveis.....	17
Tabela 2 - Exemplos de limites de inflamabilidade de algumas substâncias mais comuns	23
Tabela 3 - Folha de dados para classificação de áreas – Parte I – Lista e características dos materiais inflamáveis	33
Tabela 4 - Folha de dados para classificação de áreas - Parte II - Lista de fontes de risco.....	34
Tabela 5 – Sistema de fabricação de equipamentos Ex.....	36
Tabela 6 – Grupos de periculosidade.....	39
Tabela 7 – Máxima temperatura de superfície de acordo com a classe.....	40
Tabela 8 - Descrição dos dígitos em relação ao grau de proteção	42
Tabela 9 – método de proteção de acordo com a zona	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Símbolos preferenciais para classificação de áreas	35
Figura 2 – Exemplo de classificação de área	35
Figura 3 – Exemplo de marcação indelével.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	Características dos gases	15
2.1.1	Vaporização	15
2.1.2	Convecção, difusão e densidade relativa	17
2.1.3	Estado normal de agregação	18
2.1.4	Ponto de Fulgor (Flash Point) e Ponto de Combustão	19
2.1.5	Líquido combustível	20
2.1.6	Líquido inflamável	21
2.1.7	Limites de Inflamabilidade	22
2.1.8	Velocidade de Combustão	24
2.1.8.1	Deflagração	24
2.1.8.2	Explosão	24
2.1.8.3	Detonação	24
2.1.9	Proteção Primária contra explosão	25
2.1.9.1	Uso de líquidos não inflamáveis	26
2.1.9.3	Limites de concentração	27
2.1.9.4	Inertização	27
2.2	Ventilação	28
2.2.1	Ventilação Natural	28
2.2.2	Ventilação artificial	29
2.2.3	Graus de ventilação	29
2.2.3.1	Ventilação alta (VA)	29
2.2.3.3	Ventilação baixa (VB)	30
2.3	Classificação de área	30
2.3.1	Definições de zoneamentos	31
2.4	Desenho de classificação de área	32
2.5	Conceito de proteção	35
2.5.1	À prova de explosão – Ex d	37
2.5.2	Pressurizado – Ex p	37

2.5.3	Encapsulado – Ex m.....	37
2.5.4	Imerso em óleo – Ex o.....	37
2.5.5	Imerso em areia – Ex q.....	37
2.5.6	Intrinsecamente seguro – Ex ia ou ib.....	38
2.5.7	Segurança aumentada – Ex e	38
2.5.8	Não acendível – Ex n	38
2.5.9	Especial – Ex s.....	38
2.6	Escolha de equipamentos.....	38
2.6.1	Em função do grupo.....	39
2.6.2	Em função da classe de temperatura.....	40
2.6.3	Em função do grau de proteção	40
2.6.4	Em função da zona	42
2.7	Certificação de equipamento e identificação.....	43
3	COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS.....	48

1 Introdução

Uma das principais fontes de ignição em atmosferas potencialmente explosivas são os equipamentos elétricos. Estas fontes de ignição podem ser ocasionadas pelo centelhamento normal da abertura e fechamento de seus contatos, assim como pela temperatura elevada atingida pelo equipamento em operações normais ou devido a alguma falha neste equipamento. Com a publicação da NR-10 revisada (D.O.U. de 08/12/2004 – seção 1) do Ministério do Trabalho e Emprego, que é a norma responsável pela segurança dos trabalhadores que lidam com eletricidade, trata as áreas classificadas e equipamentos elétricos para áreas classificadas de maneira específica e obriga o usuário a tratar estas áreas de acordo com as Normas que regulamentam a matéria, o que nos remete à portaria INMETRO nº 176/00, tornando compulsória a certificação de todos os equipamentos a prova de explosão (Ex), elevando também a condição de compulsória todas as normas relacionadas com áreas classificadas, e com isso torna-se obrigatório e faz parte do prontuário de instalações elétricas (PIE) a classificação das áreas com seus riscos; adequar às instalações com equipamentos Ex apropriados e certificados e treinar seus funcionários por programas de capacitação e qualificação.

O presente trabalho apresenta uma visão resumida da classificação de áreas segundo as normas IEC/ABNT, de acordo com o que será abordado nos capítulos 2.1, 2.2 e 2.3, apresentando o que é, qual a sua importância; exemplo de desenho de classificação de área no capítulo 2.4, o conceito e tipos de proteção no capítulo 2.5, como se define o tipo de equipamento em função da classificação da área no capítulo 2.6 e a identificação destes equipamentos para áreas classificadas no capítulo 2.7 e finalmente temos os comentários e conclusões no capítulo 3.

1.1 Objetivo

O objetivo deste estudo é servir como um guia para os profissionais de segurança que trabalham em instalações elétricas em área classificada para avaliação e gerenciamento de riscos em novos projetos e nas instalações já existentes.

Este trabalho é apenas uma base para o entendimento do assunto, caso necessite de um entendimento aprofundado, deverá ser utilizada literatura especializada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para entender como se classifica uma área, devem ser conhecidas algumas características dos gases e vapores, para depois tratar da classificação propriamente dita.

2.1 Características dos gases.

Devem ser revistas algumas propriedades fundamentais do comportamento de substâncias inflamáveis, principalmente quando liberados na atmosfera. Este conhecimento é uma ferramenta muito importante no processo de avaliação do grau de risco. Segundo Jordão (2002, p6) as propriedades são os seguintes:

2.1.1 Vaporização

Uma atmosfera explosiva ocorre somente quando uma substância inflamável está presente no estado gasoso e se mistura com o ar em proporções adequadas. Se a substância inflamável ocorre não como um gás, mas como um líquido, ela deve mudar o seu estado de agregação para a forma gasosa antes que ela possa formar uma mistura explosiva.

Os líquidos mudam seu estado de agregação pelo processo físico de VAPORIZAÇÃO ou EVAPORAÇÃO. Como cada molécula de um líquido exerce uma força de atração sobre as moléculas vizinhas, decorre então que aquelas que estão internas ao líquido estão em estado de equilíbrio, devido às igualdades entre as

forças de atração. Por outro lado, aquelas que estão situadas na superfície do líquido são atraídas somente pelas que estão abaixo e ao lado de cada uma, ocasionando desta forma, um desequilíbrio de forças de tal modo que aparece então uma tensão superficial.

Por este motivo, elas podem, em função desse desequilíbrio de forças, ganhar o espaço acima do líquido. O líquido VAPORIZA ou EVAPORA. A palavra evaporação tem para alguns o significado de vaporização lenta de um líquido numa determinada temperatura. Neste trabalho, ambas as palavras terão o mesmo significado. Os esforços das moléculas do líquido para ganhar o espaço acima de sua superfície são denominados PRESSÃO DE VAPOR. Ela é uma constante física. Como a vibração natural das moléculas varia com a temperatura, o fenômeno da vaporização também varia fortemente com a temperatura. O grau de evaporação é caracterizado pelo COEFICIENTE DE EVAPORAÇÃO.

O coeficiente de evaporação de uma substância é uma característica que pode ser utilizada como fator de segurança. Como a vaporização varia com a pressão de vapor e o calor latente de vaporização, o coeficiente de evaporação é uma expressão que engloba todos os efeitos principais de significância para a velocidade de evaporação de um líquido sob condições normais, sendo definido como a relação entre o período de sua evaporação e o período de evaporação do éter. Logo, o coeficiente de evaporação indica o tempo necessário que um líquido leva para evaporar completamente sem deixar resíduo, expresso em relação ao tempo de evaporação do éter.

Para dar uma idéia da ordem de grandeza da velocidade de evaporação, pode-se tomar como exemplo a acetona (coeficiente de evaporação 2,1) distribuída numa superfície de um metro quadrado a uma temperatura de 25 graus centígrados

desenvolve em um minuto uma quantidade tal (77 gramas) de vapor de acetona capaz de formar uma atmosfera explosiva de dois metros cúbicos de volume. A Tabela 1 mostra o coeficiente de evaporação de algumas substâncias.

Tabela 1 - Coeficiente de evaporação, densidade relativa e ponto de fulgor de algumas substâncias inflamáveis.

Substância	Coeficiente de evaporação (éter=1)	Densidade relativa (ar=1)	Ponto de fulgor (°C)
Metano CH ₄	-	0,55	-
Benzeno C ₆ H ₆	3	2,7	-11
Éter etílico (C ₂ H ₅) ₂ O	1	2,55	-40
Álcool etílico C ₂ H ₅ OH	8,3	1,59	12
Dissulfeto de carbono CS ₂	1,8	2,64	<-30
Hidrogênio H ₂	-	0,07	-
Acetileno C ₂ H ₂	-	0,91	-
Óleo diesel	~120	~7	>55

2.1.2 Convecção, difusão e densidade relativa.

Quando os líquidos estão situados em ambiente aberto para a atmosfera, eles evaporam completamente numa taxa que será rápida ou lenta, em função da capacidade de difusão do vapor e do movimento do ar, não havendo equilíbrio entre a pressão de vapor do líquido em evaporação e o volume do ar acima do líquido. A DIFUSÃO, isto é, a propriedade que possuem os gases e vapores de se misturar devido ao movimento intrínseco de suas moléculas, e a CONVECÇÃO, isto é, o movimento do ar que, resultante da existência de pelo menos uma pressão diferencial ou uma diferença de temperatura, torna os gases e vapores capazes de se misturar. Nesse particular, um fator importante para tal é a densidade desses

gases ou vapores. Se analisar a densidade do ar como igual a 1, observa-se que existem poucos gases e vapores com densidade relativa menor do que um. Incluídos nesta classe podem ser citados: hidrogênio, gás de rua, metano, amônia, acetileno e eteno. Os outros gases e vapores inflamáveis são mais pesados do que o ar, e, em locais fechados, em que não haja uma forte convecção, eles podem ocupar as partes inferiores, formando nuvens de gás e podem caminhar grandes distâncias, mas sempre próximos ao solo. Neste caso eles estarão subordinados ao processo de difusão. Se, entretanto, o gás é de alta velocidade de difusão tal como o hidrogênio, que pelo fato de ser mais leve que o ar não se acumula nas regiões baixas, é possível uma rápida mistura com o ar no ambiente e, neste caso, a formação de mistura explosiva torna-se particularmente minimizada.

2.1.3 Estado normal de agregação.

Sabe-se que um gás pode ser transformado em líquido pela aplicação de um acréscimo de pressão e um decréscimo de temperatura. O estado de agregação em que o material se encontra varia com sua pressão e sua temperatura. O estado no qual uma substância existe sob condições normais, ou seja, 0°C e 1,013 bar de pressão é chamado ESTADO NORMAL DE AGREGAÇÃO. Assim, se uma substância se encontra no estado gasoso em condições normais de temperatura e pressão ela é chamada de GÁS. Se a substância é líquida ou sólida sob condições normais de temperatura e pressão, o estado gasoso criado por aquecimento ou redução da pressão é geralmente chamado de VAPOR. Na prática, a diferença física entre gases e vapores é que os vapores se desviam consideravelmente dos gases ideais. Acima das temperaturas e pressões críticas as substâncias gasosas são

consideradas como gases, e abaixo das condições críticas, quando as substâncias não são nem sólidas nem líquidas, são consideradas como vapor. Do ponto de vista prático, todos os materiais que estão no estado gasoso em condições ambientais de temperatura e pressão são considerados como gases.

Se devido à aplicação externa de calor, a temperatura de um líquido é elevada e a pressão de vapor do líquido é acrescida até a pressão externa, o líquido desenvolve bolhas de vapor no seu interior. Esse processo é chamado de EBULIÇÃO, e a temperatura na qual a ebulição se inicia é chamada de PONTO DE EBULIÇÃO. O desenvolvimento de vapor em líquidos em ebulição é muito mais violento do que os líquidos em evaporação.

2.1.4 Ponto de Fulgor (Flash Point) e Ponto de Combustão

O fato de haver uma mistura de vapor e ar acima da superfície do líquido não justifica que esta mistura seja inflamável. Quando a evaporação é devido à difusão e a convecção é fraca, o enriquecimento do ar com vapor acima da superfície do líquido pode ser tão desprezível que não resulte numa mistura inflamável. Quando a temperatura ambiente é suficientemente alta, o líquido desenvolve uma grande quantidade de vapor por evaporação, que é capaz de formar uma mistura inflamável acima da superfície do líquido. A temperatura na qual isto ocorre é chamada de PONTO DE FULGOR. Assim, o ponto de fulgor é definido como:

"MENOR TEMPERATURA NA QUAL UM LÍQUIDO LIBERA VAPOR EM QUANTIDADE SUFICIENTE PARA FORMAR UMA MISTURA INFLAMÁVEL".

Nessa temperatura, a quantidade de vapor não é suficiente para assegurar uma combustão contínua. Após ter atingido o ponto de fulgor, a pequena quantidade de vapor formada pode ser inflamada na forma de uma chama rápida ("flash"). Essa chama se extingue, uma vez que a temperatura na superfície do líquido ainda não é bastante elevada para que seja capaz de produzir vapor em quantidade suficiente para manter a combustão. Então, a menor temperatura na qual a mistura de vapor com o ar é inflamada por uma fonte externa de ignição contínua e queimar constantemente acima da superfície do líquido chama-se PONTO DE COMBUSTÃO.

Há também o PONTO DE IGNICAO, que é a temperatura na qual os materiais combustíveis se auto inflamam, não necessitando de chama externa para que haja fogo, somente a presença do comburente é suficiente para o início da combustão.

As definições de líquido inflamável e líquido combustível baseado nos valores de ponto de fulgor e pressão de vapor são definidas pela NBR-7505-Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis, que adotou as mesmas definições da norma americana NFPA 30–Flammable and Combustible Liquids Code. Conforme esta norma, surgem as definições de líquidos combustíveis e líquidos inflamáveis.

2.1.5 Líquido combustível

Líquido que possua ponto de fulgor igual ou maior do que 37,8°C (100°F) quando determinado pelo método do vaso fechado (ASTM D56-Standard Method of Test for Flash Point by the Tag Closed Tester). Os líquidos combustíveis são classificados como Classe II ou Classe III, conforme a seguir:

Líquido Classe II - qualquer líquido que possua ponto de fulgor igual ou superior a 37,8°C (100°F) e abaixo de 60°C (140°F);

Líquido Classe IIIA - qualquer líquido que tenha ponto de fulgor igual ou superior a 60°C (140°F) e abaixo de 93°C (200°F);

Líquido Classe IIIB - qualquer líquido que possua ponto de fulgor igual ou acima de 93°C (200°F).

Nota: O limite superior de 93°C (200°F) é dado porque essa Norma não se aplica aos líquidos com ponto de fulgor acima de 93°C (200°F). Isto não significa que líquidos com ponto de fulgor acima de 93°C (200°F) sejam não combustíveis.

2.1.6 Líquido inflamável

Líquido que possua ponto de fulgor ou inferior a 37,8°C (100°F) quando determinado pelo método acima mencionado. Os líquidos inflamáveis são denominados de Classe I, conforme a seguir:

-Líquidos Classe I - líquidos que tenham ponto de fulgor inferior a 37,8°C (100°F) e pressão de vapor (Reid pressure) que não exceda a 2068,6 mmHg (40 psia) a 37,8°C (100°F), quando determinado pelo método ASTM D 323 -Standard Method of Test for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method). Os líquidos da Classe I são subdivididos conforme abaixo:

Líquido Classe IA - líquidos que tenham ponto de fulgor abaixo de 22,8°C (73°F) e ponto de ebulição inferior a 37,8c (100°F);

.Líquidos Classe IB - líquidos que tenham ponto de fulgor inferior a 22,8°C (73°F) e ponto de ebulição igual ou superior 37,8°C (100°F);

.Líquidos Classe IC - líquidos que tenham ponto de fulgor igual ou superior a 22,8°C (73°F), porém inferior a 37,8 (100°F).

Nota 1: Os líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 22,8°C (73°F) acondicionados em tambores ou outros recipientes portáteis, fechados, que não ultrapassem a capacidade individual 250L, não são considerados para efeitos desta classificação.

Nota 2: A volatilidade dos líquidos aumenta com a temperatura. Quando aquecidos acima do seu ponto de fulgor, os líquidos das Classes III estarão sujeitos ao mesmo comportamento que os líquidos das Classes I e II respectivamente. O mesmo raciocínio vale para os líquidos que possuam ponto de fulgor acima de 93°C (200°F) desde que sejam aquecidos acima de seu ponto de fulgor quando serão considerados como líquidos da Classe III.

2.1.7 Limites de Inflamabilidade.

Durante o processo de evaporação de um líquido inflamável com a formação de uma mistura acima da superfície livre do líquido acontecem fases diferentes de concentração, de tal modo que com baixa concentração a mistura ainda não é inflamável. Ela é dita MISTURA POBRE. Somente a temperatura correspondente a do ponto de fulgor (ponto de combustão) a mistura se torna inflamável. Nesta concentração a mistura é inflamável sob certas condições. A mínima concentração na qual a mistura se torna inflamável é chamada LIMITE INFERIOR DE

INFLAMABILIDADE e a temperatura a ela associada é chamada de PONTO INFERIOR DE INFLAMABILIDADE. Se a concentração continua se elevando pelo acréscimo de temperatura, e atingindo um grau de concentração em que a mistura possui uma alta porcentagem de gases e vapores de modo que a quantidade de oxigênio é tão baixa que uma eventual ignição não consiga se propagar pelo meio. Esta concentração é chamada LIMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDADE e a temperatura a ela associada é chamada PONTO SUPERIOR DE INFLAMABILIDADE. Acima desta concentração, a mistura é chamada MISTURA RICA. Entre o limite inferior de inflamabilidade e o limite superior de inflamabilidade há uma faixa denominada FAIXA DE INFLAMABILIDADE que geralmente é expressa a 20°C e a pressão de 1 bar. As substâncias que possuem faixas de inflamabilidade amplas apresentam maior risco, quando comparadas com outras que possuem faixas de inflamabilidade menores, pois no caso de liberação para a atmosfera, o tempo de permanência com mistura inflamável será tanto maior quanta maior for a faixa de inflamabilidade da substância, considerando-se as mesmas condições de liberação em ambos os casos. Na Tabela 2 estão demonstrados exemplos de limites de inflamabilidade de algumas substâncias.

Tabela 2 - Exemplos de limites de inflamabilidade de algumas substâncias mais comuns

Substância	Limites de inflamabilidade			
	Inferior (% vol.)	Superior (% vol.)	Inferior (g/m ³)	Superior (g/m ³)
Metano CH ₄	5	15	33	100
Benzeno C ₆ H ₆	1,2	8	39	270
Éter etílico (C ₂ H ₅) ₂ O	1,7	36	50	1100
Álcool etílico C ₂ H ₅ OH	3,5	15	67	290
Dissulfeto de carbono CS ₂	1	60	30	1900
Hidrogênio H ₂	4	75,6	3,3	64
Acetileno C ₂ H ₂	1,5	82	16	880

2.1.8 Velocidade de Combustão

A combustão acontece em velocidades diferentes. No caso de uma combustão em regime estável, como num bico de Bunsen, a velocidade de combustão é baixa, resultando numa leve elevação de pressão. A velocidade de combustão cresce proporcionalmente na razão entre a quantidade de substância inflamável e a quantidade de oxigênio no instante da ignição. Dependendo da velocidade de combustão, pode ser distinguido:

2.1.8.1 Deflagração

A velocidade de combustão no caso de uma deflagração atinge a ordem de cm/s. Resulta num ligeiro acréscimo de pressão e um ligeiro efeito de ruído. Misturas que estejam a uma temperatura próxima de seu ponto de inflamabilidade inferior ou superior usualmente queimam na forma de deflagração.

2.1.8.2 Explosão

A velocidade de combustão no caso de uma explosão atinge a ordem de m/s. O processo de combustão ocorre de maneira instável, e há um considerável aumento da pressão (3 a 10 bar). O ruído resultante é forte, devido à expansão dos gases provocada pela alta temperatura. .

2.1.8.3 Detonação

A velocidade de combustão no caso de uma detonação é da ordem de km/s. A mistura explosiva se decompõe quase instantaneamente, e o acréscimo de

pressão pode ser superior a 20 bar. O ruído proveniente de uma detonação é extremamente forte.

A diferença entre uma explosão volumétrica e uma explosão concentrada deve ser ressaltada. Uma explosão volumétrica é uma reação de uma substância inflamável que está distribuída na forma de uma mistura com o ar circulante. Uma explosão concentrada é entendida como sendo a reação que ocorre com explosivos, isto é, a substância contendo o oxigênio necessário para a combustão está na forma quimicamente combinada. Assim sendo, uns poucos milímetros cúbicos de explosivo pode causar um grande volume para que ocorra uma explosão volumétrica de efeito equivalente. Exemplos:

- mistura de vapor de petróleo com ar explode com uma velocidade de combustão de 20 a 25 m/ s;

- a explosão de pólvora de revólver ocorre com uma velocidade de 300 m/s.

No primeiro caso, temos um exemplo de explosão volumétrica e, no segundo, o de uma explosão concentrada.

Dependendo da composição, uma mistura de gases ou vapores com ar pode queimar na forma de chama, causar deflagração, uma explosão ou uma detonação.

2.1.9 Proteção Primária contra explosão

O princípio para se evitar que uma explosão aconteça é evitando a formação de uma atmosfera explosiva. Pode-se também tentar evitar que ocorra uma ignição,

tomando-se certas precauções. De qualquer modo, um princípio universalmente aceito é aquela que diz:

“EVITAR O PERIGO É MUITO MELHOR DO QUE PROTEGER-SE DELE”

Por isso é que as medidas que evitam ou limitam a existência de uma atmosfera explosiva são prioritárias. Elas são normalmente conhecidas como "proteção primária contra explosão". Eis algumas delas:

2.1.9.1 Uso de líquidos não inflamáveis

Em primeiro lugar deve ser verificado se a substância inflamável pode ser substituída por outra que não seja capaz de formar uma atmosfera inflamável. Assim, solventes podem ser substituídos por soluções à base de água ou hidrocarbonetos halogenados não inflamáveis. Líquidos de transmissão de pressão podem ser substituídos por óleos carbohalogenados e pós-inflamáveis, por outros não inflamáveis. Estas, naturalmente, são precauções que possuem limitações de emprego.

2.1.9.2 Aumentando o ponto de fulgor

O trabalho com líquidos inflamáveis cujo ponto de fulgor se situe suficientemente acima das temperaturas ambiente e de trabalho é também uma boa opção. Conforme usualmente aceito, 5 K de diferença de temperatura são consideradas suficientemente seguras.

2.1.9.3 Limites de concentração

A formação de uma atmosfera inflamável no interior de um equipamento pode ser evitada ou minimizada pela limitação da quantidade de substância inflamável e sua concentração. Pode-se optar por manter a concentração da substância inflamável abaixo do seu limite inferior de inflamabilidade ou acima de seu limite superior de inflamabilidade. Na prática, porém, é preferível manter a concentração abaixo do seu limite inferior de inflamabilidade, pois, na outra hipótese, tem-se que passar primeiro por toda a faixa de inflamabilidade até que se atinja o limite superior de inflamabilidade e aí se manter a concentração. Logo, do ponto de vista de segurança, a primeira opção é a mais atrativa. No caso de ambientes com poeira inflamável é mais difícil conseguir-se uma limitação de concentração de modo que seja evitada a formação de uma mistura inflamável.

2.1.9.4 Inertização

A inertização é um meio bem conhecido e tradicional que pode ser empregado como proteção primária. Nitrogênio, dióxido de carbono, vapor de água, ou hidrocarboneto halogenado ou ainda substâncias inertes em pó são normalmente empregados. Sabe-se que uma atmosfera contendo menos do que 10% em volume de oxigênio não se torna explosiva. Quando a razão volumétrica entre o gás inerte e o gás inflamável é no mínimo 25, não há possibilidade de se formar uma atmosfera inflamável, independentemente da quantidade de ar que esteja misturada com os gases ou vapores.

2.2 Ventilação

A ventilação é um dos meios capazes de minimizar ou evitar a formação de uma atmosfera inflamável. É essencial que esse tipo de proteção assegure que em qualquer ponto do ambiente considerado, bem como em qualquer tempo não haverá a formação de mistura inflamável. Observe-se que é de fundamental importância uma boa avaliação das condições locais de instalação, e da quantidade máxima de gás ou vapor inflamável que pode ser liberado.

A ventilação é uma das variáveis muitas vezes até difícil de avaliar. Quando a instalação é a céu aberto, ou seja, não há obstáculos que caracterizem um ambiente confinado, dizemos que a ventilação é do tipo adequado ou natural. Porém quando há barreiras à ventilação natural, tais como prédios, paredes ou outro tipo, dizemos que a ventilação é inadequada ou limitada. Neste caso, o melhor é utilizar a ventilação artificial, onde há um grande controle sobre a velocidade de troca de gases no ambiente.

2.2.1 Ventilação Natural

É a ventilação obtida através do movimento do ar causada pelo vento e/ou gradiente de temperatura. Em ambiente externo, na maioria das vezes, é o suficiente para assegurar a dispersão de uma eventual formação de atmosfera explosiva.

Para uma avaliação, pode-se assumir que a velocidade do vento seja de no mínimo igual a 0,5 m/s. Frequentemente esta velocidade é acima de 2 m/s, mas em situações particulares, pode estar abaixo de 0,5 m/s (por exemplo, superfície imediatamente acima do solo).

2.2.2 Ventilação artificial

A ventilação é gerada por meios artificiais, por exemplo, através de ventiladores e/ou exaustores. E com a utilização deste tipo de ventilação, é possível obter a redução do tipo e/ou extensão das zonas; diminuição do tempo de permanência da atmosfera explosiva; prevenção da formação da atmosfera explosiva; etc...

2.2.3 Graus de ventilação

Há três graus de ventilação reconhecida pela Norma Internacional. Esses graus são utilizados em conjunto com o conceito de disponibilidade da ventilação para determinação do tipo e extensão da área classificada. Assim tem-se:

2.2.3.1 Ventilação alta (VA).

Ventilação que é capaz de reduzir a concentração de uma fonte de risco virtualmente, instantaneamente, resultando em uma concentração abaixo do limite inferior de inflamabilidade. A área classificada nesse caso será muito pequena ou até mesmo desprezível.

2.2.3.2 Ventilação média (VM).

Ventilação capaz de controlar a concentração, resultando em uma situação estável na qual a concentração além da fronteira da área classificada está abaixo do limite inferior de inflamabilidade, enquanto persiste o vazamento e a atmosfera explosiva não persiste após o vazamento ter cessado.

2.2.3.3 Ventilação baixa (VB).

Ventilação que não é capaz de controlar a concentração enquanto persiste o vazamento e/ou não pode evitar a persistência indevida após o vazamento ter sido cessado.

2.3 Classificação de área

O desenvolvimento de um trabalho de classificação de área de uma unidade industrial começa com a análise da “probabilidade” da existência ou aparição de atmosferas explosivas. Portanto, é necessário que existam produtos que possam gerar essas atmosferas explosivas, podendo ser gases inflamáveis, líquidos inflamáveis ou ainda poeiras/fibras combustíveis que podem ser liberadas para o ambiente pelos equipamentos de processo que representam fontes potenciais de áreas classificadas.

Em geral, parte dos equipamentos do processo, tais como tampas, tomadas de amostras, bocas de visitas, drenos, vents, respíres, flanges, etc. são considerados “fontes de risco” pela possibilidade de vazamento de produtos para o ambiente. Estas fontes de risco são classificadas em “graus”, dependendo da duração e frequência das atmosferas explosivas geradas por elas.

São de grau contínuo aquelas fontes que geram risco de forma contínua ou durante longos períodos; de grau primário aquelas fontes que geram riscos de forma periódica ou ocasional durante condições normais de operação, e de grau secundário aquela que geram riscos somente em condições anormais de operação e quando isto acontece, é por curto período de tempo.

Deve-se entender como condições “normais de operação” aquelas encontradas nos equipamentos operando dentro dos seus parâmetros de projeto. Como exemplo de fonte de risco de grau contínuo pode-se citar o interior de um

tanque de armazenamento de inflamáveis do tipo atmosférico, onde há permanentemente a presença da mistura explosiva enquanto houver produto no tanque.

Neste mesmo tanque, uma fonte de risco de grau primário será o respiro dele, por ocorrer a saída de vapores do produto toda vez que o nível do mesmo aumentar; e uma fonte de risco de grau secundário pode ser representada por flanges (que por envelhecimento da junta ou desaperto dos parafusos podem vazar, ou por perda de controle de nível (que provocará o derramamento de líquidos na bacia)). Estas duas situações representam condições anormais, não sendo, portanto freqüentes nem de longa duração.

2.3.1 Definições de zoneamentos

Para gases e vapores de acordo com a norma NBR IEC60079-10, tem-se:

Zona 0 – É um local em que a atmosfera explosiva está presente de modo permanente, por longos períodos ou ainda freqüentemente, sendo geradas normalmente por fontes de risco de grau contínuo.

Zona 1 – É um local onde a atmosfera explosiva está presente de forma ocasional e em condições normais de operação, sendo normalmente geradas por fonte de risco de grau primário.

Zona 2 – É um local onde a atmosfera explosiva está presente somente em condições anormais de operação e persiste somente por curtos períodos de tempo, sendo geradas normalmente por fontes de risco de grau secundário.

Para poeiras e fibras de acordo com a norma NBR IEC 61241-10, teremos:

Zona 20 - É um local em que a atmosfera explosiva em forma de nuvem de poeira está presente de modo permanente, por longos períodos, ou ainda

freqüentemente, (estas zonas, igual aos gases e vapores, são geradas normalmente por fontes de risco de grau contínuo).

Zona 21 - É um local em que a atmosfera explosiva em forma de nuvem de poeira, está presente de modo ocasional, em condições normais de operação, (estas zonas, igual aos gases e vapores, são geradas normalmente por fontes de risco de grau primário).

Zona 22 - É um local em que a atmosfera explosiva em forma de nuvem de poeira, está presente somente em condições anormais de operação e persiste somente por curtos períodos de tempo, (estas zonas, igual aos gases e vapores, são geradas normalmente por fontes de risco de grau secundário).

2.4 Desenho de classificação de área.

O desenho de classificação de área é um documento que mostra as áreas classificadas existentes na unidade, seus graus de risco (zonas 0, 1 e 2) e suas extensões em metros, não apenas na planta, mas também em elevação, pois não se trata apenas de áreas, mas de “volume de risco”. Devem ser identificadas também todas as fontes geradoras de risco, os produtos geradores destes riscos e suas condições de processo.

A seguir é sugerida uma planilha (tabela 3) para lista de materiais inflamáveis, uma planilha (tabela 4) para o estudo de classificação de área, os símbolos preferenciais para a classificação de área (figura 1) e um exemplo de desenho de área classificada (figura 2).

Tabela 4 - Folha de dados para classificação de áreas
Parte II - Lista de fontes de risco

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Nº	Fonte de risco		Grau da fonte de risco ^a	Referência ^b	Material inflamável		Ventilação			Área classificada			Observações e outras informações relevantes
	Descrição	Local			Temperatura e pressão de operação	Estado	Tipo ^d	Grau ^e	Disponibilidade ^e	Zona tipo 0-1-2	Extensão da zona m.	Referência	
					°C	kPa			Vertica 	Horizonta 			

^a C – Contínuo; S – Secundário; P – Primário.
^b Cite o nº da lista na parte I
^c G – Gás; L – Líquido; LG – Gás líquido; S – Sólido.
^d N – Natural; A – Artificial.
^e A – Alta; M – Média; B – Baixa.

Figura 1 – Símbolos preferenciais para classificação de áreas

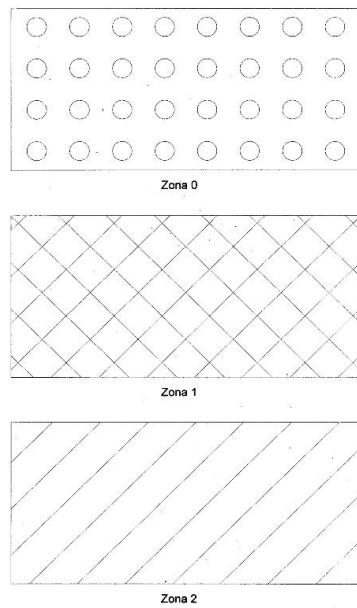
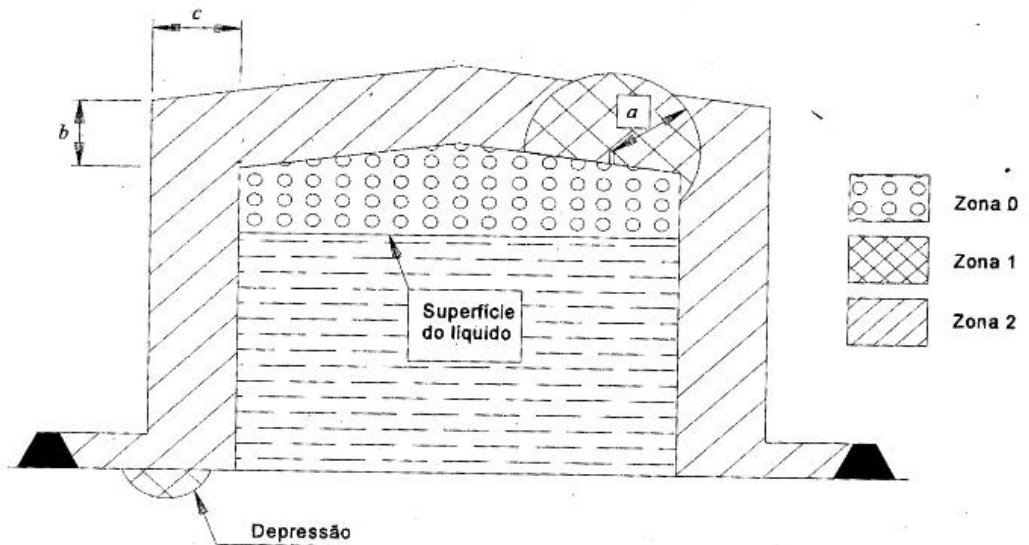


Figura 2 – Exemplo de classificação de área



2.5 Conceito de proteção

Os equipamentos elétricos instalados em áreas classificadas constituem possíveis fontes de ignição devido a arcos e faíscas provocadas pela abertura e

fechamento de contatos, ou por superaquecimento em caso de falhas. Assim, estes equipamentos devem ser fabricados de maneira a impedir que a atmosfera explosiva entre em contato com as partes que possam gerar esses riscos. Por isso, estes equipamentos, conhecidos como equipamentos Ex, são construídos baseados em três soluções diferentes:

- confinam as fontes de ignição (da atmosfera explosiva).
- segregam as fontes de ignição (da atmosfera explosiva).
- suprimem ou reduzem os níveis de energia do circuito a valores abaixo da energia necessária para inflamar a mistura presente no ambiente.

Assim, as soluções normalmente empregadas na fabricação de equipamentos Ex estão baseadas no princípio do confinamento, da segregação ou ainda da supressão, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Sistema de fabricação de equipamentos Ex

Método de proteção	Código	Princípio
À prova de explosão	Ex d	Confinamento
Pressurizado	Ex p	Segregação
Encapsulado	Ex m	
Imersão em óleo	Ex o	
Imersão em areia	Ex q	
Intrinsecamente seguro	Ex ia	Supressão
	Ex ib	
Segurança aumentada	Ex e	
Não acendível	Ex n	
Especial	Ex s	Especial

Os diferentes tipos de proteção aplicados a equipamentos elétricos acima descritos, operam de acordo com os princípios detalhados a seguir.

2.5.1 Á prova de explosão – Ex d

Invólucro capaz de suportar a pressão de explosão interna, não permitindo que ela se propague para o ambiente externo, o que é conseguido pelo resfriamento dos gases da combustão na sua passagem através do interstício existente entre o corpo e a tampa.

2.5.2 Pressurizado – Ex p

Equipamento fabricado para operar com pressão positiva interna de forma a evitar a penetração da mistura explosiva no interior do invólucro.

2.5.3 Encapsulado – Ex m

Equipamento fabricado de maneira que as partes que podem causar centelhas ou alta temperatura se situam em um meio isolante encapsulado com resina.

2.5.4 Imerso em óleo – Ex o

Equipamento fabricado de maneira que as partes que podem causar centelhas ou alta temperatura são instalados em um meio isolante com óleo.

2.5.5 Imerso em areia – Ex q

Equipamento fabricado de maneira que as partes que podem causar centelhas ou alta temperatura são instalados em um meio isolante com areia.

2.5.6 Intrinsecamente seguro – Ex ia ou ib

Equipamento projetado com dispositivo ou circuitos que em condições normais ou anormais de operação não possuem energia suficiente para inflamar uma atmosfera explosiva.

2.5.7 Segurança aumentada – Ex e

Equipamento fabricado com medidas construtivas adicionais para que em condições normais de operação não seja produzidos arcos, centelhas ou alta temperatura. Estes equipamentos possuem um grau de proteção (IP) elevado.

2.5.8 Não acendível – Ex n

Equipamento fabricado com dispositivos ou circuitos que em condições normais de operação não seja produzidos arcos, centelhas ou alta temperatura.

2.5.9 Especial – Ex s

Os equipamentos identificados como Ex-s são fabricados utilizando qualquer técnica diferente das acima mencionadas. Os equipamentos deste tipo que hoje existem funcionam baseados em princípios pneumáticos, na utilização de fibra óptica e podem ser utilizados em zona 0, desde que sejam certificados para esta condição de uso.

2.6 Escolha de equipamentos

A escolha dos equipamentos elétricos para áreas classificadas se baseia em função de alguns parâmetros que demonstramos a seguir.

2.6.1 Em função do grupo

Considerando que todos os produtos inflamáveis têm características e grau de periculosidades diferentes, os equipamentos elétricos para áreas classificadas na sua fabricação foram divididos em dois grandes grupos:

Grupo I – São equipamentos fabricados para operar em minas subterrâneas.

Grupo II – São equipamentos fabricados para operar em indústrias de superfície. Considerando as substâncias inflamáveis presentes neste tipo de indústrias, este grupo foi dividido em três subgrupos: IIA, IIB e IIC (vide tabela 6).

O subgrupo IIA inclui todos os derivados de petróleo, também conhecidos como a família do propano.

O subgrupo IIB inclui todos os produtos do grupo C do NEC, também conhecidos como elementos da família do eteno.

O subgrupo IIC inclui o hidrogênio e o acetileno.

Tabela 6 – Grupos de periculosidade

Grupo de periculosidade	Produto
I	Gás grisú
II A	Acetona Amônia Benzeno Butano Ciclohexano Gasolina Hexano Propano Tolueno Xileno
II B	Etileno Ciclopropano Sulfeto de hidrogênio
II C	Hidrogênio Acetileno

2.6.2 Em função da classe de temperatura

Os equipamentos elétricos presentes em uma área classificada podem converter-se em fontes de ignição também por superaquecimento provocado por uma condição de falha. Portanto, a classe de temperatura do equipamento é uma informação fornecida pelo fabricante e confirmada pela certificadora de que este equipamento, mesmo em condições de falha, não atingirá na sua superfície um valor acima da marcação, de acordo com a tabela 7.

Tabela 7 – Máxima temperatura de superfície de acordo com a classe

Classe de temperatura	Temperatura máxima de superfície
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

2.6.3 Em função do grau de proteção

Grau de proteção ou índice de proteção (IP) de um equipamento é uma informação fornecida pelo fabricante e confirmada pela certificadora de que o equipamento em questão foi projetado para impedir a entrada de sólidos e líquidos no seu interior. Esta informação é constituída por dois dígitos (de 0 a 8), sendo que o primeiro dígito se refere às medidas que foram tomadas para impedir a entrada de sólidos e o segundo dígito às medidas que foram tomadas para impedir a entrada de líquidos em seu interior.

Esta é uma informação importante para equipamentos Ex, especialmente quando se trata de equipamentos tipo Ex-d e Ex-e, estando estes dígitos detalhados na tabela 8.

Tabela 8 - Descrição dos dígitos em relação ao grau de proteção

Primeiro dígito (entrada de sólidos)			Segundo dígito (entrada de líquidos)		
Dígito	Grau de proteção		Dígito	Grau de proteção	
	Descrição sumária	Corpos que não devem penetrar		Descrição sumária	Proteção dada
0	Não protegido	Sem proteção especial	0	Não protegido	Nenhuma proteção especial, invólucro aberto
1	Protegidos contra objetos sólidos de dimensão maior que 50mm	Grandes superfícies do corpo humano como a mão. Nenhuma proteção contra penetração liberal	1	Protegido contra queda vertical de gotas de água	Gotas de água caindo da vertical não prejudicam o equipamento (condensação)
2	Protegidos contra objetos sólidos de dimensão maior que 12mm	Dedos ou objetos de comprimento maior que 80 mm cuja dimensão seja maior que 12 mm	2	Protegido contra quedas de água com inclinação de 15° com a vertical	Gotas de água não têm efeitos prejudiciais para inclinação de até 15° com a vertical
3	Protegidos contra objetos sólidos de dimensão maior que 2,5mm	Ferramentas, fios, etc. de diâmetro e/ou espessura maior que 2,5mm	3	Protegida contra água aspergida	Água aspergida de 60° com a vertical não tem efeitos prejudiciais
4	Protegidos contra objetos sólidos de dimensão maior que 1,0mm	Fios, fitas, objetos cuja menor dimensão seja maior que 1,0mm	4	Protegida contra projeção de água	Água projetada de qualquer direção não tem efeito prejudicial
5	Protegido contra poeira e contato a partes internas ao invólucro	Não totalmente vedado contra poeira, mas se penetrar, não prejudica a operação do equipamento	5	Protegida contra jatos de águas	Água projetada por bico em qualquer direção não tem efeito prejudicial
6	Totalmente protegido contra poeira e contato a parte interna	Não é esperada nenhuma penetração de poeira no interior do invólucro	6	Protegidas contra ondas do mar	Água em forma de onda, ou jatos potentes não tem efeito prejudicial
			7	Sob certas condições de tempo e pressão, não há penetração de água	Sob certas condições de tempo e pressão, não há penetração de água
			8	Adequada à submersão contínua sob condições específicas	Adequada à submersão contínua sob condições específicas

2.6.4 Em função da zona

A especificação dos diferentes tipos de proteção necessários aos diversos equipamentos elétricos a serem instalados na unidade sob análise, somente pode

ser feita uma vez definida a classificação de áreas da unidade. Assim, tendo sido demarcadas as diferentes áreas, conhecidas como zonas 0, 1 e 2, serão possíveis escolher estes equipamentos utilizando a tabela 9.

Tabela 9 – método de proteção de acordo com a zona

Zonas	Método de proteção	código
1 e 2	A prova de explosão	Ex-d
1 e 2	Pressurizado	Ex-p
1 e 2	Encapsulado	Ex-m
1 e 2	Imersão em óleo	Ex-o
1 e 2	Imersão em areia	Ex-q
0	Intrinsecamente seguro	Ex-ia
1 e 2	Intrinsecamente seguro	Ex-ib
1 e 2	Segurança aumentada	Ex-e
2	Não acendível	Ex-n
1 e 2	Especial	Ex-s

2.7 Certificação de equipamento e identificação.

A certificação aplicada a equipamentos para áreas classificadas, é o atestado de que o produto em questão atende às Normas e especificações técnicas que regulamentam o material. No caso de equipamentos elétricos, a certificação de conformidade é compulsória porque esses assuntos têm impacto nas Áreas de Segurança, Saúde e Meio Ambiente. A certificação é feita segundo procedimentos definidos pelo Sistema Nacional de Certificação através de Órgãos de Certificação credenciados, supervisionados pelo INMETRO e conforme o modelo de certificação nº 5 da ISO.

A portaria INMETRO nº 176/00 que obriga a certificação de todo e qualquer equipamento elétrico a ser instalado em áreas classificadas, obriga também a uma marcação indelével (Figura 3) que deve formar parte do corpo do equipamento. Essa marcação quando brasileira obedece ao seguinte modelo:

Br Ex d IIB T4

Onde:

BR – Significa que a certificação desse produto é brasileira.

Ex – Significa que o equipamento possui algum tipo de proteção.

d – Especifica o tipo de proteção que esse equipamento possui conforme a Tabela 5.

IIB – Especifica o grupo para o qual o equipamento foi construído conforme Tabela 6.

T4 – Especifica a classe de temperatura de superfície do equipamento conforme tabela 7.

Quando a certificação é concedida por uma entidade da comunidade econômica europeia, em lugar de Br a marcação começa com EE, ficando neste caso EE EX d IIC T6.

Figura 3 – Exemplo de marcação indelével



3 Comentários e conclusões

As áreas classificadas são apenas consequência da presença de produtos inflamáveis que utilizamos nos processos existentes em uma planta industrial. Estas áreas não são exclusivos de indústrias químicas ou petroquímicas, pois a grande maioria das indústrias tem alguma área com materiais inflamáveis e/ou combustível, como por exemplo, estoques de matéria-prima inflamável, tanques de GLP para cozinha industrial, cilindros de gás combustível para empilhadeiras, tanques de armazenamento de combustível para caldeiras, etc.

Devido ao pouco conhecimento dos profissionais da segurança e de eletricidade e as exigências do Ministério do Trabalho e Emprego, é interessante incluir este tipo de estudo nos currículos dos cursos técnicos de segurança, eletro-eletrônicos, engenharia elétrica, industrial, e de segurança para que estes

profissionais trabalhem para a adequação destas áreas e evitem incidentes e acidentes envolvendo materiais inflamáveis e /ou combustíveis.

Como a classificação de área e a escolha de equipamentos adequados é um processo muito detalhado e trabalhoso, é interessante formar um grupo multidisciplinar para esta tarefa. Uma sugestão para os integrantes do grupo seria um membro de manufatura/processo, pois é conhecedor dos produtos e quantidades envolvidas no processo; um químico, para levantar os dados dos produtos; um de segurança, para elaboração dos planos de contenção, emergência e outros; e um da engenharia e manutenção, para adequação dos equipamentos e áreas.

Para a instalação e manutenção destes equipamentos, o profissional da segurança do trabalho deve certificar-se que todos os profissionais estejam certificados, qualificados e autorizados pela empresa para o trabalho com eletricidade e instalações elétricas em áreas classificadas conforme item 10.8 da NR-10, inclusive os engenheiros e projetistas. Os certificados de cursos e autorizações dos funcionários devem fazer parte do prontuário de instalações elétricas (PIE) conforme determina item 10.2.4 alínea d da NR-10, assim como os certificados dos equipamentos e materiais elétricos, item 10.2.4 alínea f e os desenhos de classificação de área com todos os dados relevantes da classificação de área, item 10.2.4 alínea a.

Durante a montagem e manutenção destes equipamentos, deve-se atentar em não descaracterizar os equipamentos e acessórios, pois a certificação do equipamento fornecida pelo fabricante perderá a validade, esta descaracterização pode ser por novos furos, pintura, novas roscas, utilização de fita teflon nas roscas, utilização de adesivos ou qualquer tipo de produtos no interstício dos equipamentos, etc. Se houver atmosfera explosiva, utilizar ferramentas antifaiscantes e

intrinsecamente seguro; caso não haja, monitorar periodicamente a atmosfera e caso se torne explosivo, interromper imediatamente a atividade.

Estes são alguns cuidados básicos para trabalhar em instalações elétricas em áreas classificadas, mas contratar um consultor e/ou uma empresa de engenharia especializada é sempre recomendável.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR IEC 60079-10. **Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 10: Classificação de área.** Rio de Janeiro, 2006.

ABNT, NBR IEC 60079-10. **Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 14: Instalações elétricas em área classificadas (exceto minas).** Rio de Janeiro, 2006.

ABPEx. **Pequeno manual prático de instalações elétricas em atmosfera explosiva.** São Paulo, 2006.

JORDÃO, D. M. **Manual de instalações elétricas em indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo – Atmosferas explosivas.** Rio de Janeiro, 2002.

MTE, NR-10. **Segurança em instalações e serviço em eletricidade.** Brasília. 2004.

GLOSSÁRIO

ABNT – Associação Brasileira de normas Técnicas.

ASTM – American Society for Testing and Materials. Sociedade Americana de teste e Material.

Bar – Unidade de medida de pressão.

°C – Graus Celsius, unidade de medida de temperatura.

D.O.U. – Diário Oficial da União.

Ex – Sigla dado a equipamentos a prova de explosão.

°F – Graus Fahrenheit, unidade de medida de temperatura.

IEC – International Electrotechnical Commission.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial.

IP – Índice de Proteção.

ISO – International Organization for Standardization.

°K – Graus Kelvin, unidade de medida de temperatura.

Km/s – Kilometros por segundo.

mmHg – milímetros de mercúrio, unidade de medida de pressão.

m/s – metros por segundo.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.

NBR – Normas Brasileiras.

NFPA – National Fire Protection Association.

NR – Normas regulamentadoras.

PIE – Prontuário de Instalações elétricas.

PSI – Unidade de medida de pressão.