



**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS
(APMA)**

FABIANO RODRIGUES PEREIRATORRES

**INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS: Um
estudo sobre as soluções integrais para a prevenção de explosões
e segurança do trabalho**

INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS: Um estudo sobre as soluções integrais para prevenção de explosões e segurança do trabalho

Monografia entregue em 31 / 05 / 2011, na conclusão do Programa de Pós-Graduação do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha para obtenção do título de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas.

Professor Orientador: M.s. Osvaldo P. de Souza e Silva

Monografia entregue em 31 / 05 / 2011, na conclusão do Programa de Pós-Graduação do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, para obtenção do título de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas.

Banca examinadora

Prof. Msc.

Prof.

Prof. Ms.

Média final: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Meu Deus por me dar saúde, e em especial à minha família, por estarem ao meu lado nesta caminhada.

A todo o esforço mostrado até aqui pelo Professor Osvaldo P. de Souza e Silva que muito me ajudou na realização desta monografia, me indicando o caminho correto a seguir .

A todos os meus amigos que nunca mediram esforços pra me ajudar nas horas mais difíceis.

A minha namorada KatyusciaAyala que tem demonstrado paciência e carinho comigo durante essa jornada.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui...

Meus eternos agradecimentos.

Dedico essa Monografia
a minha família que
sempre me ajudou nos
momentos mais difíceis.

“Grandes realizações são possíveis quando se dá importância aos pequenos
começos” .
(Lao-Tzu)

RESUMO

A classificação de área para instalação elétrica em atmosferas explosivas tem sido considerada uma atividade de competência da engenharia elétrica na maioria das organizações industriais e empresas de consultoria. Se analisarmos do ponto de vista da segurança industrial das instalações com atmosferas explosivas, verifica-se que a implementação das medidas de controle de segurança transcende as atividades de competência da engenharia elétrica, necessitando de uma gestão da organização para administrar as diferentes competências que devem ser envolvidas para assegurar o bom desempenho da segurança operacional das indústrias. O presente trabalho apresenta uma visão resumida da classificação de áreas segundo as normas IEC/ABNT, apresentando também, vários detalhes citados nas normas e que devem ser observados quando da instalação de equipamentos elétricos, cabos e acessórios em locais de atmosfera explosiva. Analisa também o envolvimento das diferentes competências em diferentes fases do empreendimento avaliando a necessidade de uma gestão de segurança nestes locais, apresentando uma visão resumida da classificação de áreas segundo as normas IEC/ABNT, cujos detalhes citados nas normas devem ser metodicamente observados quando da instalação de equipamentos elétricos, cabos e acessórios em locais de atmosfera explosiva.

Palavras-chave: Instalações elétricas, atmosferas explosivas, promoção da segurança e prevenção de acidentes

ABSTRACT

The area classification for electrical installations in potentially explosive atmospheres has been considered an activity of competence of electrical engineering at the majority of industrial organizations and consulting firms. If we analyze from the standpoint of industrial safety of installations with potentially explosive atmospheres, it appears that the implementation of control measures, security transcends the activities of competence of electrical engineering, requiring a management organization to manage the various skills that should be involved to ensure the proper performance of the operational safety of the industries. This paper presents a brief overview of the classification of areas according to IEC/ABNT, presenting also various details mentioned in the rules that must be observed when installing electrical equipment, cables and accessories to an explosive atmosphere. It also reviews the involvement of different skills at different stages of evaluating the need for enterprise security management at these sites. Presenting a brief overview of the classification of areas according to IEC/ABNT, the details mentioned in the rules must be observed when methodically installing electrical equipment, cables and accessories to an explosive atmosphere.

Keywords: Electrical installations, explosive atmospheres, safety promotion and accident prevention

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	10
2 – REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 – A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA RELATIVA A SEGURANÇA E AS ÁREAS CLASSIFICADAS	13
2.2 – ÁREAS CLASSIFICADAS POR GASES, VAPORES, POEIRAS E FIBRAS	22
2.3. INSTALAÇÕES EM ÁREAS EXPLOSIVAS	28
2.4 – EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS NO MERCADO	31
2.5 – PROGRAMAS DE TREINAMENTO DE PROFISSIONAIS	34
3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 – INTRODUÇÃO

Sabemos que os riscos de explosões devidos à presença de gases inflamáveis, estão associados ao ambiente industrial, como: refinarias de petróleo, indústrias químicas, farmacêuticas e outras. A ocorrência destes eventos no ambiente urbano, leva às seguintes questões: Estamos seguros em nossas casas? As escolas de nossos filhos estão seguras? Que garantias dispomos para evitar novas explosões semelhantes?

Um risco invisível e sorrateiro não pode ser visto nem tocado, ouvido ou cheirado, a não ser depois que ele atingiu a vítima como no caso de um choque elétrico, por exemplo. Assim são os acidentes com eletricidade, perigosos e muitas vezes fatais.

O ideal seria evitar qualquer possibilidade de formação de atmosferas explosivas e, para isto, a primeira averiguação é analisar a real necessidade da utilização de um produto inflamável e, se possível, substituí-lo por outro que não forme uma atmosfera potencialmente explosiva. Porém, se não se puder evitar esta situação, pode-se eliminar fontes de ignição. Quando o perigo é a parte elétrica, aplicam-se equipamentos elétricos que atendam as especificações de um ou mais tipos de proteção normalizados

A classificação de área para instalação elétrica em atmosferas explosivas tem sido considerada uma atividade de competência da engenharia elétrica na maioria das organizações industriais e empresas de consultoria. Se analisarmos do ponto de vista da segurança industrial das instalações com atmosferas explosivas, verifica-se que a implementação das medidas de controle de segurança transcende as atividades de competência da engenharia elétrica, necessitando de uma gestão da organização para administrar as diferentes competências que devem ser envolvidas para assegurar o bom desempenho da segurança operacional da indústria.

A presença de misturas inflamáveis, associada a uma fonte de ignição de origem elétrica, é uma das causas de acidentes envolvendo explosões, por isso é muito importante ter nas instalações equipamentos elétricos e eletrônicos certificados. Os equipamentos elétricos em áreas com atmosferas explosivas constituem uma das principais fontes de ignição dessas atmosferas, quer pelo centelhamento normal como na abertura e fechamento de contatos, como

devido a temperatura elevada atingida pelo mesmo em operação normal ou em falhas.

Todas as instalações elétricas devem ter medidas preventivas de controle do risco elétrico, especialmente se a área for classificada, pois a segurança da instalação e do profissional deve ser garantida com base em técnicas de análise de risco. Esta deveria ser uma recomendação óbvia, entretanto nem todas as empresas a cumprem. A nova versão da NR-10, publicada em dezembro de 2004, surge como forma de ratificar o compromisso das empresas em se regularizar.

A classificação de área para instalação elétrica em atmosferas explosivas tem sido considerada uma atividade de competência da engenharia elétrica na maioria das organizações industriais e empresas de consultoria. Se analisarmos do ponto de vista da segurança industrial, verificamos que a implementação das medidas e controle de segurança transcende as atividades de competência da engenharia elétrica, necessitando de uma gestão da organização para administrar as diferentes competências que devem ser envolvidas para assegurar o bom desempenho da segurança operacional.

As operações desenvolvidas nas indústrias que processam pós combustíveis, como, por exemplo, dos segmentos de processamento, armazenamento de grãos, alimentícia e farmacêutica, entre outros, merecem atenção especial quanto aos riscos de explosões, pois, embora aparentemente “inofensivos”, sob determinadas condições os pós podem gerar explosões de considerável magnitude, atingindo comunidades vizinhas e ceifando vidas. Este artigo aborda alguns conceitos sobre o tema e tece considerações para as devidas medidas de prevenção.

A área de eletricidade é composta por diversos segmentos cobertos por normalizações. Porém, o campo de especialidade sobre atmosferas explosivas é particularmente complexo e abrangente, em razão do grau de periculosidade destes ambientes. Por conta disso, existem normalizações específicas para cada tipo de instalação em atmosferas explosivas. Todas essas normalizações são exigidas por meio da NR nº 10 do MTE, que especifica as condições de segurança em instalações e serviços em eletricidade, além de serem exigidas por portarias do Inmetro. O objetivo principal deste trabalho é apresentar as determinações de segurança para proteção de ambientes de atmosfera explosiva, bem como mostrar todo o aparato que envolve a segurança e proteção destes ambientes.

O presente trabalho apresenta uma visão resumida da classificação de áreas segundo as normas IEC/ABNT, apresentando também, vários detalhes citados nas normas e que devem ser observados quando da instalação de equipamentos elétricos, cabos e acessórios em locais de atmosfera explosiva. Analisa também o envolvimento das diferentes competências em diferentes fases do empreendimento avaliando a necessidade de uma gestão de segurança nestes locais., apresentando uma visão resumida da classificação de áreas segundo as normas IEC/ABNT, cujos detalhes citados nas normas devem ser metodicamente observados quando da instalação de equipamentos elétricos, cabos e acessórios em locais de atmosfera explosiva.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA RELATIVA A SEGURANÇA E AS ÁREAS CLASSIFICADAS

2.1.1 A Legislação Brasileira aplicada a sistemas eletro-eletrônicos “ex”

Todas as unidades industriais que nos seus processos produtivos armazenam, manipulam ou processam gases, vapores, poeiras ou fibras, terminam gerando riscos de explosões. Por força da legislação brasileira existente, todas estas empresas estão obrigadas a regularizar os suas plantas para prevenir estes riscos. Estes trabalhos de regularização devem envolver todos os sistemas, que incluem as áreas: mecânica, elétrica, eletrônica, eletrostática, etc.

2.1.2 A Compulsoriedade da Certificação

A Portaria INMETRO N° 83/2006 obriga à utilização de equipamentos e materiais elétricos certificados quando estes forem instalados em áreas classificadas, seja pela presença de gases, vapores, poeiras ou fibras. Todos estes materiais e equipamentos devem ser adequados para o Grupo e para a Classe de Temperatura, obedecendo à marcação definida pela norma de certificação.

2.1.3 A Interpretação do Código Civil Brasileiro

Todas as normas que regulamentam os assuntos “Ex” (de áreas classificadas), são de uso obrigatório como resultado da compulsoriedade da certificação definida pela Portaria INMETRO N° 83/06, portanto, são entendidas como “leis”, ficando então sujeitas ao campo do direito (civil, criminal, ambiental e do trabalho), podendo levar aos profissionais que lidam com estes assuntos a responder processos em qualquer uma destas esferas, pela responsabilidade decorrente.

2.1.4 A interpretação da NR-10

Todas as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho são de observância obrigatória pelas empresas privadas ou públicas que tenham empregados regidos pela CLT.

A NR-10 revisada, instituída pela Portaria do MTE N° 598 em 7.12.2004, que alterou a NR-10 aprovada pela Portaria N° 3214 de 1978, foi finalmente publicada no Diário Oficial da União em 8/12/2004. Uma das grandes mudanças introduzidas nesta NR diz respeito aos sistemas elétricos instalados nas áreas classificadas, já que pelo fato de estarem sujeitos a riscos de explosão, os sistemas elétricos e eletrônicos, que são possíveis fontes de ignição, terminarão provocando os mesmos efeitos devastadores de uma explosão provocada, por exemplo, por vasos de pressão, que são assuntos tratados por uma outra NR, conhecida como N° 13. Isto está exigindo que: todos os ambientes de processo sejam identificados quanto ao risco potencial de explosões; que os componentes dos sistemas eletro-eletrônicos instalados nesses ambientes sejam certificados; que esses sistemas eletro-eletrônicos sejam rotineiramente inspecionados para verificação das suas integridades e que finalmente, todos os profissionais envolvidos com a segurança e operação dessas unidades sejam treinados, obedecendo a um programa de capacitação ou qualificação, conforme suas responsabilidades de trabalho.

2.1.5 A Interpretação das Entidades Ambientais

Todas as entidades nacionais que cuidam do Meio Ambiente (CETESB em SP; FEEMA em RJ; CRA no nordeste, etc.), até o final da década de 90 tinham como responsabilidades cuidar do solo, das águas e do ar. Esta situação posteriormente foi alterada, acrescentando a estas responsabilidades de “a segurança das unidades industriais”, já que foi entendido que a falta dela colocava em risco o Meio Ambiente em torno dessas plantas. Isto só é válido quando a unidade industrial pertence aos segmentos químico, petroquímico, do petróleo, farmacêutico, de tintas e vernizes, de resinas, etc., pelos riscos de explosão e incêndios, vazamentos e derramamentos que elas oferecem.

Assim entendido, todas as entidades que cuidam do Meio Ambiente exigem que essas empresas gerenciem estes riscos, o que determinou a necessidade de identificar os riscos potenciais de explosão por meio de trabalhos de classificação de áreas, de inspeção de todos os sistemas eletro-eletrônicos existentes e da verificação da possível presença de elementos geradores de eletrostática.

2.1.6 A interpretação do sistema segurador

Até fins da década de 90, não havia rigor no tratamento das áreas classificadas, pois as normas eram de uso voluntário, os materiais e equipamentos eletro-eletrônicos utilizados obedeciam a um processo de certificação que é entendido como “não confiável”, e não existia um conhecimento aprofundado dos assuntos “Ex” pelos profissionais demontagens

Como consequência destes fatos, o sistema segurador entendia que não havia um efetivo “gerenciamento dos riscos de explosão” e determinava a taxa máxima, conhecida como taxa petroquímica para a cobertura do seguro. Hoje, com normas de uso obrigatório e de reconhecimento internacional, com o uso de equipamentos certificados conforme um modelo reconhecido internacionalmente, existindo também um profundo conhecimento dos assuntos “Ex” pelos profissionais que lidam com “gerenciamento dos riscos de explosão”, o sistema segurador passa a adotar uma postura, aplicando taxas de cobertura condizentes com o mercado segurador e ressegurador internacional.

2.1.7 Segmentos industriais sujeitos a riscos de explosões

A Norma Regulamentadora (NR-10) obriga a todas as empresas industriais/comerciais a regularizar seus sistemas elétricos nas áreas entendidas como “classificadas”. As empresas onde estes riscos existem encontram-se nos seguintes segmentos:

RISCO POR GASES E VAPORES



No segmento industrial encontramos: Indústrias Químicas, Indústrias Petroquímicas, Indústria do Petróleo (Plataformas, Refinarias, Terminais e Bases de Distribuição), Fabricantes de Gases Industriais, Distribuidores de Combustíveis, Usinas de Açúcar e Álcool, Fábricas de Tintas e Vernizes, Fábricas de Resinas, Indústrias Farmacêuticas, Indústrias de Fertilizantes, Fabricantes de Defensivos Agrícolas, Fabricantes de Borrachas, Fabricantes de Essências e Fragrâncias, Fabricantes de Adesivos e Colas, entre outras.

No segmento urbano encontramos: Postos de Gasolina, Distribuidoras de GLP, Comércio de Alimentos (utilizando GLP), Hospitais, Estações de Tratamento de Esgotos, Usinas de Reciclagem de Lixo Orgânico, Galerias de Concessionárias para Distribuição de Gás Natural, Telefonia e Energia Elétrica, Condomínios Residenciais Verticais utilizando Grupos Geradores movidos a Óleo Diesel, entre outros.

RISCO POR POEIRAS E FIBRAS



No segmento industrial encontramos: Produtores e Distribuidores de Grãos, Armazéns e Silos de Grãos, Moinhos de Cereais, Indústrias de Alimentos, Indústrias Farmacêuticas, Indústrias de Processamento de Carvão e Madeiras, Cervejarias, Indústrias de Negro de Fumo, Fábricas de Resinas Sólidas, Indústrias Têxteis, Indústrias de Celulose e Papel, entre outras.

2.1.8 As exigências na NR-10 para indústrias sujeitas a riscos de explosão

A publicação NR-10 do Ministério do Trabalho, feita em 08/12/04 no Diário Oficial da União, alterou significativamente a redação anterior desta norma, que estava em vigor desde 1978. Grande parte dessas alterações atinge as unidades industriais que lidam com riscos de explosões pela presença de áreas classificadas com gases e vapores inflamáveis ou por poeiras e fibras combustíveis.

Apresentamos abaixo um breve resumo das novas exigências em vigor:

- 1 - Obriga a “identificar” as áreas classificadas;
- 2 - Obriga a “tratar” das áreas classificadas com equipamentos adequados;
- 3 -Obriga a “regularizar” os sistemas eletro-eletrônicos existentes nessas áreas classificadas e
- 4 - Obriga a “treinar” os profissionais que operam os sistemas eletro-eletrônicos nas áreas classificadas.

- EM RELAÇÃO À CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS

Pela NR-10, passa a ser obrigatória identificação dos riscos de explosão existentes em uma planta, por meio de um trabalho de classificação de áreas, que deve ser feito de acordo com a norma técnica que regulamenta a matéria e que corresponde à NBR/IEC 60079-10.

Este documento, uma vez desenvolvido, deverá formar parte do prontuário exigido, devendo ser assinado por profissionais habilitados e qualificados, com os devidos recolhimentos da ART.

- EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

De acordo a NR-10, fica sendo obrigatória a utilização de equipamentos eletro-eletrônicos “Ex” adequados aos riscos evidenciados pelos diversos zoneamentos.

Estes equipamentos devem ser certificados conforme determina a Portaria INMETRO no 83/2006 e instalados de acordo à norma pertinente, que corresponde a IEC 60079-14.

Todos os “certificados de conformidade” correspondentes a cada um dos equipamentos instalados nas diferentes áreas deverão formar parte também do prontuário exigido por esta norma regulamentadora.

- EM RELAÇÃO À REGULARIZAÇÃO DOS SISTEMAS

Se considerarmos que grande parte das plantas industriais brasileiras em operação foram constituídas a partir da década de 70, quando as normas que regulamentavam estes assuntos não exigiam a posse dos “certificados de conformidade”, devemos entender que em um processo de regularização para atender as atuais exigências NR-10, os materiais e equipamentos existentes naquela época poderão ser mantidos, desde que seja garantida a sua integridade pelo ponto de vista de segurança, que pode ser obtido por meio de uma inspeção feita por profissionais qualificados e habilitados, conforme a norma que regulamenta a matéria, que corresponde à NBR/IEC 60079-17.

À luz destas considerações, um processo de regularização de uma planta industrial existente, deve ser feito de acordo com as seguintes etapas:

- 1) Executar os trabalhos de classificação (ou de reclassificação) de áreas;
- 2) Utilizar estes documentos de classificação de áreas para fazer uma inspeção de todos os componentes dos sistemas eletro-eletrônicos, levantando eventuais “não conformidades”, que deverão ser relatadas;
- 3) Providenciar a regularização das “não conformidades” e;
- 4) Emitir um documento de “regularização de sistema elétrico em área classificada (Laudo), devidamente assinado por profissionais habilitados e com os devidos recolhimentos da ART.

- EM RELAÇÃO AO TREINAMENTO DOS PROFISSIONAIS

Ao considerar que as normas técnicas que regulamentam os assuntos “Ex” são obrigatórias, ou seja, são entendidas como leis, passando, portanto ao campo do direto, os profissionais que operam nesse tipo de ambiente podem, em caso de acidentes, ser responsabilizados civil ou criminalmente.

Nas indústrias de processo, embora a responsabilidade deva recair nos técnicos e no pessoal que gera os riscos, a segurança é uma questão que deve abranger toda a empresa.

Assim, é necessário que todos os envolvidos nos trabalhos técnicos tenham formação, qualificação e experiência adequadas para estar permanentemente gerenciando possíveis riscos, evitando acidentes derivados da sua ação (ou omissão).

Esta é em definitivo a atual postura da NR-10: todos os profissionais que lidam com riscos de explosão devem ser permanentemente treinados, devendo ser “qualificados” por meio de programas de treinamento correspondentes ao nível de cada um.

Nas indústrias de processo, embora a responsabilidade deva recair nos técnicos e no pessoal que gera os riscos, a segurança é uma questão que deve abranger toda a empresa.

Assim, é necessário que todos os envolvidos nos trabalhos técnicos tenham formação, qualificação e experiência adequadas para estar permanentemente gerenciando possíveis riscos, evitando acidentes derivados da sua ação (ou omissão). Esta é em definitivo a atual postura da NR-10: todos os profissionais que lidam com riscos de explosão devem ser permanentemente treinados, devendo ser “qualificados” por meio de programas de treinamento correspondentes ao nível de cada um. Formam parte dos quadros que devem ser treinados, os seguintes profissionais:

- De Segurança, Saúde e Meio Ambiente;
- Operadores de Processos;
- Pessoal técnico e administrativo ligado a processos;
- Eletricistas;
- Instrumentistas;

- Técnicos e operadores de Laboratórios e;
- Profissionais ligados à especificação e aquisição de equipamentos.

Além destes quadros operacionais, é também necessário incluir os quadros supervisores e gerenciais que por força de suas funções adentram nas áreas classificadas.

2.1.9 Inspeção de Sistemas Elétricos e Eletrônicos

As instalações elétricas em áreas classificadas possuem características especialmente projetadas para torná-las adequadas para tais atmosferas, assim é essencial que durante a vida útil dessas instalações a integridade dessas características especiais seja preservada. Para isto, existem inspeções iniciais, inspeções periódicas e supervisão contínua que devem ser executadas por pessoal qualificado de acordo com a Norma NBR/IEC 60079-17 e NR-10.

Tipos de Inspeção:

As instalações elétricas em áreas classificadas devem, portanto, ser inspecionadas rotineiramente, existindo então, três tipos de inspeção, conforme detalhado a seguir:

-Inspeção Visual que tem como objetivos identificar, sem o uso de equipamentos de acesso ou ferramentas, defeitos evidentes como, por exemplo, falta de parafusos, vidros quebrados, ou seja, avarias visuais.

-Inspeção Apurada abrange os aspectos cobertos pela inspeção visual identificando também defeitos como, por exemplo, parafusos sem o devido aperto, que são detectáveis somente como auxílio de equipamentos de acesso como, por exemplo, escadas e ferramentas. Vale a pena observar que essas inspeções não exigem que os invólucros sejam abertos.

-Inspeção Detalhada abrange os aspectos cobertos pela inspeção apurada e, além disso, identifica defeitos (como terminais sem o devido aperto), que só poderão ser detectados com a abertura do invólucro e uso, se necessário, de ferramentas e equipamentos de ensaio.

Existem na Norma de inspeção listas de verificação que detalham os aspectos que devem ser inspecionados, que incluem detalhes do equipamento, da sua instalação e do ambiente onde está instalado.

O Prontuário especificado pela NR-10 exige para áreas classificadas a existência de um Laudo de Inspeção/Vistoria dos sistemas eletro-eletrônicos existentes, assim como a posse dos certificados de conformidade de cada um dos seus componentes, mesmo se tratando de uma instalação existente, com o objetivo de prover uma efetiva segurança aos trabalhadores que operam nas áreas classificadas.

2.2 – ÁREAS CLASSIFICADAS POR GASES, VAPORES, POEIRAS E FIBRAS

Áreas perigosas (Hazardous Areas) são locais onde existe ou pode existir uma atmosfera potencialmente explosiva ou inflamável devido à presença de gases, vapor, poeiras ou fibras.

Na Europa e atualmente no Brasil a classificação das áreas perigosas é feita usando-se o conceito de:

ZONAS – usadas para definir a probabilidade da presença de materiais inflamáveis;

TIPOS DE PROTEÇÃO – que denota o nível de segurança para um dispositivo e;

GRUPOS – que caracterizam a natureza inflamável do material.

2.2.1 Zonas

ABNT	Descrição
ZONA 0	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é contínua, ou existe por longos períodos.
ZONA 1	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo;
ZONA 2	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é pouco provável de acontecer e se acontecer é por curtos períodos, estando associado à operação anormal do equipamento de processo.

2.2.2 Tipos de Proteção

Tipo de proteção	Simbologia
Equipamento à Prova de Explosão	Ex d
Equipamento Pressurizado	Ex p
Equipamento Imerso em Óleo	Ex o
Equipamento Imerso em Areia	Ex q
Equipamento Imerso em Resina	Ex m
Equipamento de Segurança Aumentada	Ex e
Equipamento Não Acendível	Ex n
Equipamento Hermético	Ex h
Equipamento de Segurança Intrínseca	Ex i
Equipamento Especial	Ex s

2.2.3 Grupos

GRUPO	EQUIPAMENTOS	SUBSTÂNCIAS
GRUPO I	Para operação em mineração subterrânea suscetíveis a exalação de grisú	Metano (grisú) e pó de carvão
GRUPO IIA	Para operação em instalações de superfície onde pode existir perigo devido ao grupo do propano.	Acetona, Acetaldeído, monóxido de carbono, Álcool, Amônia, Benzeno, Benzol, Butano, Gasolina, Hexano, Metano, Nafta, Gás Natural, Propano, vapores de vernizes.
GRUPO IIB	Para operação em instalações de superfície onde pode existir perigo devido ao grupo do etileno.	Acroleína, óxido de Eteno, Butadieno, óxido de Propileno, Ciclopropano, Éter Etilico, Etileno, Sulfeto de Hidrogênio.
	Para operação em instalações de	Acetileno, Hidrogênio e Dissulfeto de

GRUPO IIC	superfície onde pode existir perigo devido aos grupos do hidrogênio e acetileno.	Carbono.
-----------	--	----------

2.2.4 Classes de temperatura

Para equipamentos elétricos do Grupo I, a temperatura máxima de superfície não deve exceder:

□□150°C sobre qualquer superfície onde possa formar uma camada de pó de carvão;

□□450°C quando o risco acima é evitado, por exemplo, através de vedação contra poeira ou por ventilação.

As normas (NBR 9518) também classificam as temperaturas máximas de superfície para equipamentos elétricos do Grupo II.

As Classes de Temperatura identificam a máxima temperatura de superfície que uma parte qualquer de um equipamento pode atingir em operação normal ou de sobrecarga prevista, considerando a temperatura ambiente máxima igual a 40°C, ou em caso de defeito. Essas classes de temperatura devem ser menores que a temperatura de ignição dos gases e vapores do meio circundante ao equipamento.

Classe de temperatura	Temperatura Máxima de Superfície (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

2.2.5 Descrição dos Tipos de Proteção.

- À Prova de Explosão Ex d (“Explosion Proof” ou “Flame Proof”)

Invólucro à prova de explosão: é um sistema suficientemente resistente e vedado para não propagar uma explosão, e cuja temperatura superficial não provoque a ignição de uma atmosfera explosiva. Isto implica uma construção robusta, com tampas roscadas ou parafusadas. Esses invólucros são construídos de forma a, ocorrendo a ignição de uma mistura dentro dele, resistir mecanicamente à pressão, impedindo que a explosão se propague para o meio externo.

A NBR 5363 especifica os interstícios máximos entre as peças dos invólucros blindados (entre a tampa e a caixa, ou entre o eixo e o furo da tampa do invólucro de um comutador, por exemplo). Tais interstícios auxiliam no alívio da pressão interna ao invólucro, quando de uma explosão no interior deste. A largura e comprimento destes interstícios (limitados aos valores normalizados) devem ser suficientes para que o gás se resfrie antes de alcançar o ambiente externo.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

-Segurança Aumentada (Ex e) (NBR 9883/87 e IEC 79-7)

Equipamento elétrico de segurança aumentada é aquele que “sob condições normais de operação não produz arcos, faíscas ou aquecimento suficiente para causar ignição da atmosfera explosiva para a qual foi projetado, e no qual são tomadas as medidas adicionais durante a construção, de modo a evitar com maior segurança, que tais fenômenos ocorram em condições de operação e de sobrecarga previstas”. Equipamentos típicos com segurança aumentada são os motores de gaiola, transformadores de potência e de medição, luminárias e caixas de distribuição e de ligação.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

Classe de temperatura	Temperatura Máxima de Superfície (°C)
T1	450
T2	300

T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

- Equipamento Elétrico Imerso em Óleo - Ex o (NBR 8601 e IEC 60079-6)

O equipamento elétrico é imerso em óleo de tal modo que não inflame uma atmosfera inflamável acima do líquido ou na parte externa do invólucro. Este tipo de proteção é aplicável somente para equipamentos fixos.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

- Equipamentos Pressurizados – Ex p

Neste tipo de proteção uma pressão positiva superior à pressão atmosférica, é mantida no interior do invólucro de modo a evitar a penetração de uma atmosfera explosiva que venha a existir ao redor do equipamento.

São definidos três tipos de pressurização que reduz a classificação no interior do invólucro pressurizado de:

- px – Zona 1 para não classificada ou Grupo I para não classificada;
- py – Zona 1 para Zona 2;
- pz – Zona 2 para não classificada.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

-- Equipamentos Imersos em Areia – Ex q

Neste tipo de proteção as partes que podem inflamar uma atmosfera explosiva são imersas por uma material de enchimento de modo a evitar a ignição de uma atmosfera explosiva externa. Este tipo de proteção só se aplica a equipamentos com corrente nominal menor ou igual a 16A; que consumam potência menor ou igual a 1000VA cuja tensão de alimentação não seja superior a 1000V.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

- Equipamento Elétrico Encapsulado – Ex m

As partes que podem causar ignição são encapsuladas por uma resina de modo a não conseguir inflamar uma atmosfera explosiva externa.

Aplicação: Zonas 1 e 2.

-Equipamentos de Segurança Intrínseca – Ex i

São aqueles que em condições normais (isto é, abertura e fechamento do circuito) ou anormais (curto circuito, falta à terra) não liberam energia suficiente para inflamar a atmosfera explosiva.

Os equipamentos elétricos de segurança intrínseca são classificados em duas categorias: “ia” – estes são projetados de tal forma que não são capazes de causar uma ignição em operação normal e mesmo com aplicação de duas falhas evidentes mais as falhas não evidentes; e “ib” – que são aqueles incapazes de causar uma ignição em operação normal e com a aplicação de uma falha evidente mais a aplicação das falhas não evidentes.

Aplicação: “ia” – Zona 0; e “ib” – Zonas 1 e 2.

-Equipamento Elétrico não Acendível – Ex n

Equipamentos que, em condições normais de operação e sob determinadas condições anormais especificadas, não causam a ignição da atmosfera explosiva de gás existente no ambiente.

Aplicação: Zona 2

-Equipamento com proteção Especial

Não há uma definição neste tipo de proteção, que foi previsto para permitir o desenvolvimento de novos tipos de proteção pelos fabricantes.

2.3. INSTALAÇÕES EM ÁREAS EXPLOSIVAS

A norma IEC 79-14 prevê três métodos de instalação a ser adotado: o de conexão por eletrodutos (conexão direta) ao invólucro a prova de explosão; o sistema por cabos com conexão indireta ao compartimento à prova de explosão; e o sistema por cabos com conexão direta ao compartimento à prova de explosão.

2.3.1 Sistema por eletrodutos.

Esta normalização só admite fiação contida em eletrodutos rígidos metálicos roscados (mais comum) ou na forma de cabos com isolação mineral (cabo do tipo MI).

Este método de instalação implica, naturalmente, o uso de equipamentos Ex-d, uma vez que não teria sentido prático o emprego de segurança aumentada, por exemplo, em conjunto com cablagem confinada em eletrodutos. Cada invólucro alojando um equipamento deve ser estanque com relação ao eletroduto de conexão, e isto é conseguido com uso de unidades seladoras.

Todas as conexões devem ter no mínimo cinco fios de rosca perfeitamente encaixados.

2.3.2 Conexão direta de cabos.¹

Neste caso os cabos são introduzidos diretamente nos invólucros à prova de explosão através de um prensa-cabos também à prova de explosão. Os cabos podem ser não armados ou armados, sendo que os prensa-cabos são diferentes, com relação ao material de vedação, para cada uma delas, bem como é também específica a capa externa do cabo.

¹Nota: deve-se ter cuidado na seleção e instalação dos prensacabos, que devem se ajustar adequadamente ao tipo e diâmetro do cabo utilizado, uma vez que a junta à prova de explosão é formada pelo anel de vedação em conjunto com a capa externa do cabo.

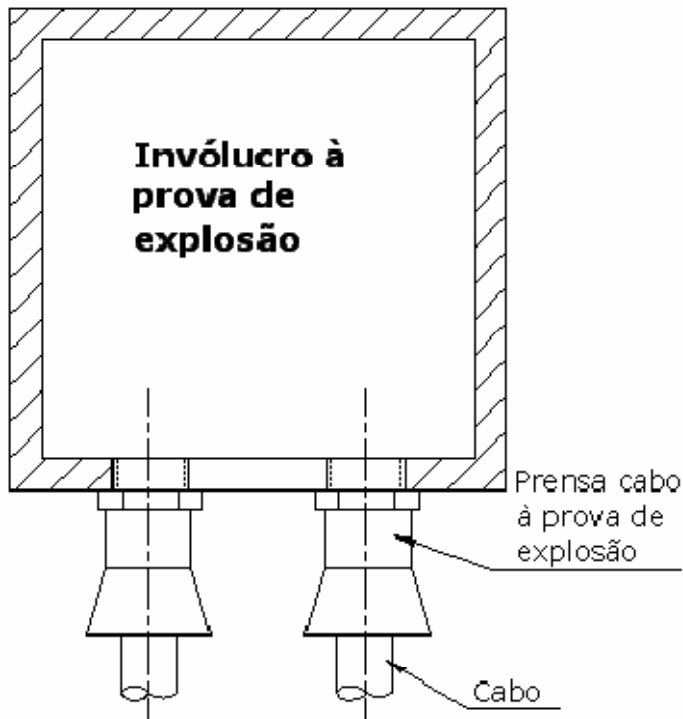


Fig. 1 - Sistema de instalação por cabos com conexão direta

Importante ressaltar que deve-se ter cuidado na seleção e instalação dos prensacabos, que devem se ajustar adequadamente ao tipo e diâmetro do cabo utilizado, uma vez que a junta à prova de explosão é formada pelo anel de vedação em conjunto com a capa externa do cabo.

2.3.3 Conexão indireta de cabos

Neste sistema os cabos são conectados indiretamente ao compartimento à prova de explosão. Esse sistema baseia-se no emprego de equipamentos “Ex d e”, ou seja, que combinam em sua concepção as técnicas de proteção à prova de explosão e de segurança aumentada. Assim, o invólucro que contém o dispositivo de manobra é dividido em duas partes: o compartimento à prova de explosão, propriamente dito, e que contém apenas as partes do aparelho passíveis de produzir

centelha, arco ou faísca (como a bobina e contatos de um contator, por exemplo); e outro compartimento, basicamente contendo a caixa de ligação, do tipo segurança aumentada.

Os cabos, do tipo industrial comum, são introduzidos através de prensa-cabos também comuns, no compartimento de segurança aumentada. Entre este compartimento e o à prova de explosão, existem buchas passantes, que já vêm moldadas de fábrica. Do lado Ex e, os terminais das buchas obedecem às normas específicas da técnica de segurança aumentada.

Assim, entre si os terminais devem obedecer às distâncias mínimas de isolamento e escoamento e devem ainda ser inafrouxáveis e não possuir cantos vivos, (conforme NBR 9883).

O outro lado das buchas, já dentro do compartimento à prova de explosão, é conectado ao dispositivo de manobra.

2.4 – EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Os equipamentos identificados como Ex-s (especial) são fabricados utilizando qualquer técnica diferente das acima mencionadas. Os equipamentos deste tipo que hoje existem funcionam baseados em princípios pneumáticos (luminárias de inspeção de vasos), na utilização de fibra óptica (sistemas de sinalização), etc, podendo serem utilizados em Zona 0, desde que certificados para essa condição de risco.

Equipamentos **Ex** disponíveis no mercado Brasileiro

A Associação Brasileira para Prevenção de Explosões ABP-Ex, interessada na divulgação de produtos que atendam efetivamente a legislação brasileira em vigor, está colocando à disposição dos interessados a relação desses produtos fabricados no Brasil.

Além dos equipamentos Ex. fabricados no Brasil existem também soluções vindas do exterior que a Portaria 83/06 aceita, desde que seja feita a sua homologação por Entidade Certificadora Brasileira utilizando o procedimento conhecido como “importação de pequenas quantidades” que limitam este valor a 25 peças para o período de 3 meses para o mesmo certificado.

A relação parcial de fabricantes brasileiros de equipamentos e acessórios certificados que formam parte desta associação são:

- . **Alpha**, Equipamentos Elétricos, fabricante de equipamentos Ex. d Ex-e e Ex-n para iluminação ,potência e comandos.
- . **BS& B**, fabricante de sistemas de proteção contra explosões (discos de ruptura e janelas de explosão).
- . **Blinda**, fabricante de equipamentos Ex-d, Ex-e e Ex-n para iluminação, potência e comandos
- . **Engelc**, serviços de engenharia especializada Ex em montagens elétricas, manutenção, para-raios e aterramentos;
- . **Fike**, fabricante de sistemas de proteção contra explosões (discos de ruptura, janelas de explosão, supressão de explosões e proteção contra incêndios).
- . **Herco**, empresa de seguros e de consultoria de riscos em áreas classificadas;

- . **Hummel**, fabricante de sistemas/instrumentos para detecção de gases explosivos do tipo Ex-d, Ex-ia e IP-67;
- . **Lumens**, fabricante de equipamentos Ex-d, EX-e, Ex-n para iluminação, potência e comandos.
- MAEX**, Serviços de montagem e manutenção especializados em áreas classificadas;
- MSA**, fabricante de sistemas Ex para monitoração de gases inflamáveis/explosivos/tóxicos e oxigênio.
- Nutsteel**, fabricante de equipamentos Ex-d, Ex-e e Ex-n e acessórios para iluminação, potência e comandos;
- . **Pepperi+Fuchs**, fabricante de barreiras de segurança intrínseca e de sistemas para pressurização de painéis;
- Project-Explo**, empresa de consultoria especializada em prevenção de explosões e na capacitação e certificação de profissionais em áreas classificadas;
- . **Steute**, soluções para instalações em atmosferas explosivas. Chaveamentos complexos e críticos.
- . **Toledo**, fabricante e fornecedor de sistemas de pesagem certificados para áreas classificadas.
- VL, Indústria**, serviços de montagem e manutenção de sistemas de potência e automação para áreas classificadas;
- . **Wetzel**, fabricante de materiais e equipamentos elétricos para instalações em atmosferas explosivas.

2.4.1 – Métodos de Instalação

A normalização atual permite a utilização de métodos da instalação conhecidos como “americano e IEC” que são detalhados a seguir:

- Em eletrodutos com unidades seladoras

Este sistema, conhecido no meio Ex como “ a solução NEC ” está baseado na utilização de eletrodutos metálicos do tipo pesado, protegendo os condutores de fiação e providos de unidades seladoras que devem ser preenchidas por meio de massa de selagem certificada.

Esse sistema é amplamente usado por investidores, projetistas e montadores em EUA e Canadá, assim com também em parte de América do Sul e nos países do Oriente, onde é utilizada a norma NEC do NFPA. O sistema utiliza unidades seladoras que devem ser preenchidas com uma massa que tem a função de selar e que deve ser certificada.

. **Vantagens do sistema:** Assegura a proteção dos condutores contra dano mecânico e possíveis ataques químicos.

. **Desvantagens do sistema:** Sendo este sistema totalmente rígido, a fiação não pode ser facilmente mudada. Ainda, todos os acessórios do sistema são caros e o material está sujeito a corrosão, que normalmente é interna.

- Em cabos multifilares com prensa cabos (IEC)

Este sistema conhecido como “o método IEC”, permite a execução utilizando cabos multifilares tendidos diretamente em leitos, bandejas, calhas ou perfilados, utilizando prensa-cabos na entrada dos invólucros.

Este método de instalação é utilizado preferencialmente em locais onde o risco de dano mecânico é pequeno. É utilizado em todos os países da comunidade econômica europeia com exceção de Inglaterra, que utiliza o cabo armado, ainda, usado nos países do leste europeu, parte da África e parte do Oriente Médio. Os investidores, projetistas e montadores utilizam este sistema pela grande flexibilidade na distribuição e utilização de circuitos. A vedação deste sistema está baseada na utilização de um acessório conhecido como “prensa cabo”.

. **Vantagens do sistema:** Este método de instalação é muito flexível e de execução muito rápida, já que consiste basicamente em instalar os cabos de distribuição nos elementos de fixação escolhidos (leito para cabos ou eletrocalhas), Trata-se portanto de uma solução realmente econômica.

. **Desvantagens do sistema:** Sendo o sistema totalmente aberto, a fiação fica sujeita a eventuais danos, portanto não deve ser usada em locais sujeitos a danos mecânicos ou a agentes químicos (Nesse caso recomenda-se a utilização de cabos protegidos “parcialmente” nesses locais.

Além dos métodos descritos anteriormente (NEC e IEC) é aceitável também executar instalações utilizando uma “mistura” destas soluções que ficou conhecida no meio Ex como “Sistema Híbrido”.

2.5 – PROGRAMAS DE TREINAMENTO DE PROFISSIONAIS Ex.

2.5.1 – Capacitação, Qualificação e Certificação

Como os profissionais que lidam com áreas classificadas conhecidos como “profissionais Ex” em caso de acidentes podem ser responsabilizados civil ou criminalmente (vide cap. 1.2 dese manual), existe no Brasil pela NR-10 e no mundo a tendência a exigir que todos estes profissionais sejam “efetivamente treinados”.

Independentemente das atuais exigências na NR=10 no sentido de “qualificar” todos estes profissionais, a Petrobrás desde 2002 exige que os profissionais, de eletricidade, instrumentação e comunicações que lidam com áreas classificadas, tanto das suas próprias equipes, como também das prestadoras de serviço que embarquem em plataformas, ou entrem nas suas unidades de refino sejam “qualificados em áreas classificadas”, de acordo a um programa de treinamento daprópria Petrobrás.

Por ser a maior usuária de áreas clasificadas no Brasil, as exigências da Petrobrás em geral terminam definindo tendências e a curto prazo acreditamos “não será de apenas qualificar, mas de certificar os profissionais”. É por isto que a ABP Ex, que desde 2002 está qualificando profissionais, apartir do segundo semestre de 2007, estará junto com uma certificadora de reconhecido prestígio “certificando” esses profissionais Ex.

Hoje para atender as atuais exigências impostas pela NR-10, a ABP-Ex está também qualificando profissionais de segurança, eletricidade e instrumentação, assim como também capacitando outros profissionais que indiretamente lidam com áreas classificadas, como é o caso dos operadores de processo. Todos estes treinamentos estão sendo ministrados no novo CentroInternacional de Treinamento e Avaliação de Profissionais para Áreas Classificadas CITAPAC. Os programas que estão sendo colocados à disposição de todos os profissionais são os seguintes:

- **CAPACITAÇÃO DE PROFISSIONAIS Ex. CONFORME NR-10**

Os programas que estão sendo colocados à disposição de todos os interessados são os seguintes:

- Eletricidade
- Instrumentistas
- Profissionais de Telecomunicações
- Operadores
- Profissionais de Laboratórios
- Profissionais de Segurança
- Profissionais de Suprimentos, etc.

- **QUALIFICAÇÃO DE PROFISSIONAIS EX.**

Os programas que estão sendo colocados à disposição de todos os interessados são os seguintes:

- Eletricistas de campo Ex
- Instrumentistas de campo Ex
- Técnicos de Telecomunicações Ex
- Inspetores Eletro-Eletrônicos Ex
- Inspetores de Segurança do Trabalho para ambientes Ex.

CERTIFICAÇÃO DE PROFISSIONAIS Ex.

Os programas que numa primeira fase de certificação estão sendo colocados a disposição dos interessados são os seguintes:

- Inspetores Ex 1 (para técnicos)
- Inspetores Ex 2 (para engenheiros)

Eletricistas de campo Ex

Instrumentistas de campo Ex

Além desses programas, o treinamento inclui work-shops ligados a áreas classificadas como: Sistemas intrinsecamente seguros, classificação de áreas, etc.

Os programas que atendem as exigências da NR-10 que são os de Capacitação (15.1) e Qualificação (15.2) poderão ser montados nas instalações do cliente (cursos in company). Para isto a ABP-Ex atenderá todos os estados

brasileiros de acordo ao seguinte calendário. As empresas localizadas nessas regiões deverão solicitar os programas com antecedência de 60 dias.

3 – CONCLUSÃO

Desde a emissão da Lei de Defesa dos Direitos do Consumidor, em 1990, as normas técnicas brasileiras são consideradas de uso obrigatório, abandonando-se o conceito “voluntário” que até então era empregado. Os equipamentos elétricos vendidos no mercado nacional devem atender, obrigatoriamente, à norma técnica brasileira vigente ou, caso ela não exista, à norma internacional aplicável. Este artigo mostra as determinações legais que regulam esse comércio e por que não compensa, para o revendedor, trabalhar com produtos de má qualidade.

A classificação de área para instalação elétrica em atmosferas explosivas tem sido considerada uma atividade de competência da engenharia elétrica na maioria das organizações industriais e empresas de consultoria. Se analisarmos do ponto de vista da segurança industrial das instalações com atmosferas explosivas, verifica-se que a implementação das medidas de controle de segurança transcende as atividades de competência da engenharia elétrica, necessitando de uma gestão da organização para administrar as diferentes competências que devem ser envolvidas para assegurar o bom desempenho da segurança operacional da indústria

Além disso, o custo desses sistemas é bastante alto, e a idéia é utilizar equipamentos com segurança aumentada “Ex e” ou Equipamentos de Segurança Intrínseca – “Ex i”, ou outros tipos normalizados, que apresentam o mesmo grau de segurança com custo relativamente mais baixo.

Para operar com segurança em instalações offshore, os equipamentos elétricos devem atender a ABNT IEC 60079, que também traz diretrizes sobre metodologia de instalação e as classificações de atmosfera explosiva. Essa classificação é baseada em parâmetros como os tipos de equipamentos envolvidos no processo, pressão, vazão, volume, velocidade do vento, temperatura ambiente e de operação. A partir disso, a norma define o volume de risco dessa área, podendo ser classificada como Zona 0, Zona 1 e Zona 2, sendo que a primeira é a mais perigosa.

Os equipamentos elétricos instalados nessas áreas devem trazer um certificado de conformidade de acordo com a zona. Para isso devem trazer uma alternativa construtiva diferente dos equipamentos comuns.

Os equipamentos metálicos à prova de explosão existem há mais de cem anos, mas com a evolução da tecnologia de materiais hoje é possível encontrar equipamentos para atmosferas explosivas não metálicos com segurança aumentada, ou seja, com requisitos construtivos adicionais aplicáveis aos equipamentos que, em condição normal ou anormal de operação, não produz centelhamento ou aquecimento. Também podem ser usados equipamentos com segurança intrínseca, ou seja, aquele que não possui energia capaz de causar ignição em condição normal ou anormal de operação e mesmo que ocorra um defeito, a energia liberada não é capaz de causar ignição.

Ainda não somos autossuficientes em produção de equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, mas já houve grande ampliação na gama oferecida pelos fabricantes nacionais frente ao existente nos anos 1980, por exemplo.

Além da necessidade de desenvolvimento tecnológico nacional, Jordão ressalta que a segurança nessas instalações também depende da qualificação dos profissionais envolvidos e este tem sido um problema nas instalações offshore. “Uma coisa muito importante é que, se hoje existe desinformação por parte de quem executa, opera, faz manutenção e projeta as instalações, também não existe pessoal com conhecimento técnico que seja capaz de fiscalizar essas instalações. Faltam muitos profissionais qualificados de modo geral em atmosferas explosivas”, afirma.

De acordo com Jordão, esse problema está ligado ao fato de que os cursos de engenharia elétrica, eletrotécnica e eletrônica não incluem em sua grade o trabalho em atmosferas explosivas, apesar de habilitar o estudante para atuar em qualquer tipo de instalação. Com base nisso, o especialista Dácio Jordão idealizou um curso de extensão – que pode ser feito mesmo durante a graduação – de instalação elétrica em atmosfera explosiva de 180 horas na UFRJ.

Os aspectos aqui mencionados mostram os cuidados que devem ser tomados na instalação de equipamentos elétricos em áreas com atmosferas explosivas, pelo critério de utilização de invólucros à prova de explosão. Vale dizer que a eficiência deste sistema depende em muito do instalador e do eletricista de manutenção, dando margem a falhas, como por exemplo, unidades seladoras sem massa seladora, parafusos frouxos ou faltantes, etc.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 8370 Instalações e Equipamentos para Atmosferas Explosivas

ABNT – NBR 5363 Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Invólucros à prova de explosão – Tipo de proteção “d” - Especificação.

ABP- Ex - Associação brasileira para prevenção de explosões . PEQUENO MANUAL PRÁTICO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS, 2ª Ed. São Paulo:PROJECT, 2007

API – American Petroleum Institute – RP500 Recommended Practice for Classification of Areas for Electrical Installations in Petroleum Refineries.

ELETRICIDADE MODERNA – março 1991 – Atmosferas Explosivas 1

IEC – International Electrotechnical Commission – IEC 60079-10 – Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmosphere - Classification of Hazardous Areas

JORDÃO, Dácio de Miranda– Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo Atmosferas Explosivas – 3ª edição, São Paulo: Ed. Qualitymark, 2002.

NEC -National Electrical Code – Article 500 Hazardous (Classified Locations)

SOR, Inc. Useful Information – Hazardous Área Classification

SYSTEMS: WIRING HAZARDOUS AREAS – McGraw Hill – Electrical Construction and Maintenance.

TECHNIQUES OF ELECTRICAL CONSTRUCTION AND DESIGN – Vol. 14: Industrial Electrical, 2009