



PROJETO DE INSTALAÇÃO EM ÁREA CLASSIFICADA: POSTO DE COMBUSTÍVEL

Ana Ellen R. de Freitas, Francisco Magno M. Sobrinho, Idalmir de S. Q. Júnior

Resumo: Na realização de um projeto de instalação elétrica deve-se priorizar a segurança, especialmente quando em áreas com risco de explosão. Por isso existem normas específicas para a particularidade de cada tipo de risco que devem ser seguidas. As pessoas estão expostas a essas áreas classificadas (local com risco de explosão) diariamente, como é o caso de postos de combustíveis, laboratórios de pesquisa, até mesmo a cozinha de uma residência. Para classificar essas áreas é necessário determinar a zona – usada para definir a probabilidade e frequência da presença de materiais inflamáveis – para assim aplicar o tipo de proteção adequada, que determinará o nível de segurança para os dispositivos existentes no local. O propósito do trabalho será a elaboração de um projeto de instalação em um posto de combustível hipotético, de acordo com as normas da ABNT/IEC considerando as possíveis fontes de risco, as substâncias inflamáveis existentes, os equipamentos e acessórios envolvidos no processo e as condições de ventilação da localidade onde se encontra o posto, bem como discutir a respeito dos graus e os tipos de proteção associados aos equipamentos elétricos. Pois os riscos são graves, sem o cumprimento das normas existentes, os acidentes podem ser fatais.

Palavras-chave: atmosferas explosivas; posto de combustível; substâncias inflamáveis; instalação.

1. INTRODUÇÃO

É necessário muito cuidado ao trabalhar com eletricidade, pois as consequências podem ser fatais, principalmente no caso de áreas classificadas. Mas como diferenciar o que é potencialmente perigoso, do que é comum, no que diz respeito às instalações elétricas, já que diariamente as pessoas estão expostas a áreas com risco de explosão? Isso mostra como é importante conhecer as normas que regem esses riscos e o que se deve fazer para evita-los.

Mas o que pode gerar uma explosão? O fogo é um fenômeno caracterizado por um tipo de queima, de combustão ou oxidação resultante de uma reação química em cadeia, que só acontece quando atuam de maneira conjunta o combustível, o oxigênio, o calor e a continuidade da reação de combustão. A combustão é um processo de oxidação rápida e autossustentada, sempre com a liberação de luz e de calor com diferentes intensidades. Antes o fogo era representado pelo triângulo do fogo, mas hoje em dia utiliza-se o tetraedro do fogo – incluindo a reação em cadeia.

Combustível: é o material oxidável, podendo ser sólido, líquido ou gasoso, capaz de reagir com o comburente (geralmente o oxigênio) em uma reação de combustão. Comburente: é o material na forma gasosa que pode reagir com um determinado combustível, produzindo assim a combustão. Ignição: é o agente que inicia o processo de combustão, pois introduz na mistura combustível/comburente a energia mínima inicial necessária. Reação em Cadeia: é o processo que dá sustentabilidade à combustão, devido à presença de radicais livres que são gerados durante a queima do combustível. Incêndio: trata-se da presença de fogo em local não desejado e capaz de provocar, além de prejuízos materiais, prejuízos para as pessoas como: quedas, queimaduras e intoxicações por fumaça [1].

Para estudo e análise do cumprimento das normas que regem instalações elétricas (ABNT/IEC), foi realizado um projeto de instalação em um posto de combustível hipotético, com três bombas de abastecimento ligadas a três tanques subterrâneos, que contêm gasolina comum, etanol e diesel s10, na pista de abastecimento, uma área de troca de óleo e um escritório administrativo. A classificação dessas áreas é feita utilizando 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;

-
- GRUPOS – que caracterizam a natureza inflamável do material.

De acordo com essas informações pode-se determinar os métodos preventivos e cuidados a serem tomados para cada tipo de área, no caso do presente artigo, o posto de combustível hipotético. Caso as normas não sejam devidamente cumpridas o risco de acidente é enorme e podem ser fatais.

2. ÁREAS CLASSIFICADAS

Áreas classificadas são espaços ou regiões tridimensionais nas quais a probabilidade da presença de uma atmosfera explosiva exige que sejam tomadas precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos elétricos. Classificar uma área consiste em elaborar um mapa que define o volume de risco ao qual se pode ocorrer a mistura inflamável [2].

Segundo o estudo de atmosferas explosivas serve de subsídio para o planejamento, detalhamento e execução de todo o sistema elétrico de uma unidade de produção de petróleo. A Figura 1 mostra uma placa que determina a simbologia para área (a) e para os equipamentos (b) [3].

Figura 1 - Simbologia para Áreas Classificadas. a) Simbologia para área; b) Simbologia para equipamento [3].



A seleção dos equipamentos elétricos deve considerar a compatibilidade das características inerentes dos equipamentos com a atmosfera potencialmente explosiva de operação, com o mínimo risco de que causem inflamação no ambiente onde estão instalados.

2.1. CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA

A eletricidade é uma das principais fontes de ignição em áreas classificadas de ambientes com atmosfera potencialmente explosiva, principalmente por eletricidade estática que pode estar contida em equipamentos e instrumentos de medição que são operados por trabalhador autorizado [4].

Para execução correta da instalação elétrica utiliza-se como base a classificação de áreas, uma vez que é necessário ter uma área devidamente classificada para decidir o tipo de equipamento a ser instalado. Desse modo, em um local onde a concentração de gás é maior, devem-se instalar equipamentos com maior grau de proteção. Já em locais onde a concentração é menor, instalam-se equipamentos com menor grau de proteção [3].

Para realizar a classificação de áreas é necessário se atentar para as seguintes informações:

- a. Tipo de substâncias que pode estar presente no local, suas propriedades físicas e químicas quando submetidas a um processo de combustão;
- b. A probabilidade de essa substância estar no meio externo;
- c. Quais os limites da área com risco de presença de mistura explosiva [5].

2.1.1 ZONAS

Segundo a IEC/60079-10 (Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas - Parte 10 - Classificação de áreas), as zonas são divididas da seguinte forma:

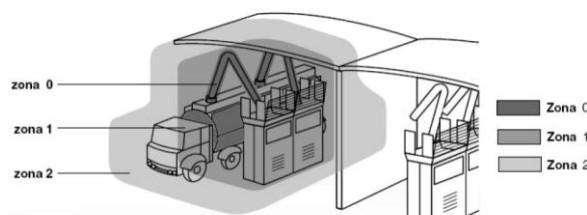
- ZONA 0: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, está presente continuamente ou por grandes períodos de tempo.
- ZONA 1: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, pode estar presente durante o funcionamento normal do processo.
- ZONA 2: Área na qual uma mistura de gás/ar, potencialmente explosiva, não está normalmente presente. Caso esteja, será por curtos períodos de tempo.

Existem ainda as definições de Zonas para os riscos de explosão a partir de poeiras combustíveis, sendo especificadas pela IEC 61241 como:

- ZONA 20: Área na qual poeira combustível, na forma de nuvem, está presente continuamente ou frequentemente, durante operação normal, em quantidade suficiente para produzir uma concentração explosiva de poeira misturada com o ar, e/ou locais onde podem ser formadas camadas de poeiras de forma incontrolada e de espessura excessiva.
- ZONA 21: Área que não é classificada como ZONA 20, mas nas quais poeiras combustíveis, na forma de nuvem, podem ocorrer durante operação normal, em quantidade suficiente para produzir uma concentração de poeira misturada com o ar.
- ZONA 22: Área não classificada como ZONA 21, mas na quais nuvens de poeiras combustíveis não podem

ocorrer frequentemente, e persistir somente por curtos períodos, ou nas quais o acúmulo ou depósito em camada de poeira combustível pode acontecer apenas em condições anormais de operação, dando origem a uma mistura explosiva com o ar. Se após uma condição anormal, a remoção do acúmulo de poeira ou das camadas não puder ser garantida, então a área deve ser classificada como ZONA 21. A Figura 2 mostra um exemplo de como acontece a classificação de área quanto as zonas, em uma unidade de abastecimento.

Figura 2: Exemplo de classificação de área quanto à zona, em unidade de abastecimento [2].



Como observado na Figura 2, pode-se perceber em torno da tubulação onde passa o combustível e no armazenamento do caminhão tanque está mais escuro, determinando a zona 0, pois a presença do combustível é constante e se encontra no processo normal de operação. A bomba de abastecimento e em torno do caminhão, onde o período da presença da mistura potencialmente explosiva é durante um curto período de tempo, zona 1, e em um raio mais distante a zona 2.

2.1.2 GRUPOS

A quantidade de energia elétrica utilizada em alguns processos da indústria como acionamento de máquinas, iluminação, controle, automação, etc. é muito superior ao mínimo necessário para provocar incêndios ou explosões, tendo em vista que a energia mínima necessária para causar a inflamação de uma atmosfera explosiva é, geralmente, muito pequena.

Para classificar uma área é necessário determinar o tipo de substância inflamável presente no ambiente, as suas características, a probabilidade com que essa substância será liberada para o meio externo e as condições ambientais. Para isso, de acordo com a normatização IEC (série IEC 60079) os produtos inflamáveis são classificados em dois grupos, sendo esses grupos referidos aos equipamentos elétricos. O Grupo I consiste nos equipamentos fabricados para operar em mineração subterrânea. O Grupo II consiste nos equipamentos fabricados para operação em outros tipos de indústrias (de superfície), sendo subdividido, de acordo com as características das substâncias envolvidas, em IIA, IIB e IIC.

A Corrente Mínima de Ignição (MIC) se refere à corrente elétrica mínima que é capaz de inflamar uma determinada substância e o Interstício Máximo Experimental Seguro (MESG) se refere ao interstício máximo que pode ocorrer num invólucro, sem que haja por ele uma propagação para o meio externo, de uma eventual explosão que aconteça em seu interior [1].

O Quadro 1 aborda a classificação desses grupos, de acordo com a IEC 60079. Dessa forma é possível observar que os combustíveis presentes no posto de serviço hipotético (gasolina, etanol e diesel) fazem parte do grupo IIA.

Quadro 1: Classificação dos produtos inflamáveis segundo a IEC 60079 [1].

		PRODUTOS	CARACTERIZAÇÃO
GRUPO I		Grisú	Minas
GRUPO II	A	Acetona, Álcool, Amônia, Benzeno, Benzol, Butano, Gasolina, Hexano, Metano, Nafta, Gás Natural, Propano, vapores de vernizes, ou gases e vapores de risco equivalente.	Gás inflamável, vapores produzidos por líquidos inflamáveis ou por líquidos combustíveis, misturados ao ar de tal modo que possam provocar incêndio ou explosão, tendo MESG – interstício máximo experimental seguro maior do que 0,9 mm ou MIC – razão de corrente mínima de ignição maior do que 0,80.
	B	Ciclopropano, Éter Etílico, Etileno, Eteno, Sulfeto de Hidrogênio, ou gases e vapores de risco equivalente.	Gás inflamável, vapores produzidos por líquidos inflamáveis ou por líquidos combustíveis, misturados ao ar de tal modo que possam provocar incêndio ou explosão, tendo MESG – interstício máximo experimental seguro maior do que 0,5 mm e menor ou igual a 0,9 mm, ou MIC – razão de corrente mínima de ignição maior do que 0,45 e menor ou igual a 0,80.
	C	Acetileno, Butadieno, Óxido de Etileno, Acroleína, Hidrogênio (ou gases e vapores de risco equivalente)	Gás inflamável, vapores produzidos por líquidos inflamáveis ou por líquidos combustíveis, misturados ao ar de tal modo que possam provocar incêndio ou

		ao do Hidrogênio, tais como certos gases manufaturados).	explosão, tendo MESH – interstício máximo experimental seguro menor ou igual a 0,5 mm ou MIC – razão de corrente mínima de ignição menor ou igual a 0,45.
--	--	--	---

2.1.3 TIPOS DE PROTEÇÃO

Nesse sentido, as medidas construtivas que são aplicadas aos equipamentos elétricos visam principalmente à eliminação de pelo menos um dos componentes que podem ocasionar uma explosão (combustível, comburente, calor e reação em cadeia), de modo a quebrar o ciclo. Essas técnicas são normalizadas e possuem o nome de “tipos de proteção” dos equipamentos elétricos. Os principais tipos de proteção e suas respectivas simbologias estão especificados no Quadro 2.

Quadro 2: Tipos de proteção e simbologia [2].

Método de Proteção	Simbologia	Zonas	Normas
À Prova de Explosão	Ex d	1 e 2	NBR 5383 IEC 60079-1
Pressurizado	Ex p	1 e 2	NBR 5420 IEC 60079-2
Encapsulado	Ex m	1 e 2	IEC 60079-15
Imerso em Óleo	Ex o	1 e 2	NBR 8601 IEC 60079-5 IEC 60079-6
Imerso em Areia	Ex q	1 e 2	NBR 8601 IEC 60079-5
Intrinsecamente Seguro	Ex i	0, 1 e 2	NBR 8447 IEC 60079-11
Segurança Aumentada	Ex e	1 e 2	NBR 9883 IEC 60079-7
Não Acendível	Ex n	2	IEC 60079-15
Especial	Ex s	0, 1 e 2 (Depende da Certificação)	

Equipamento à prova de explosão – Ex “d”: trata-se de um tipo de proteção no qual as partes que podem causar a ignição em uma atmosfera explosiva são confinadas e podem suportar a pressão desenvolvida durante uma explosão interna de uma mistura explosiva e que impeça a transmissão da explosão ao redor do invólucro. Este tipo de equipamento pode ser utilizado nas Zonas 1 e 2 [6].

Equipamento pressurizado – Ex “p”: a pressurização é definida como a técnica de proteger contra a entrada de atmosfera externa, que pode ser explosiva, em um invólucro, mantendo-se o gás protetor em seu interior a uma pressão acima daquela da atmosfera externa. Este tipo de equipamento pode ser usado em Zonas 1 e 2 [7].

Equipamento imerso em óleo – Ex “o”: trata-se de um tipo de proteção na qual o equipamento ou as partes do equipamento elétrico estão imersos em óleo, de maneira que uma atmosfera explosiva, que pode estar localizada acima do óleo ou ainda fora do invólucro, não possa sofrer ignição. Este tipo de equipamento pode ser usado em Zonas 1 e 2 [8].

Equipamento imerso em areia – Ex “q”: trata-se de um tipo de proteção na qual o invólucro do equipamento elétrico é preenchido com um tipo de material em estado finamente granulado, de modo que, nas condições desejadas de funcionamento, qualquer centelha que venha a ocorrer no interior do invólucro de um equipamento elétrico não produza ignição na atmosfera ao redor. Dessa forma, nas superfícies do invólucro nenhuma ignição será causada por temperatura excessiva ou chama. Esse equipamento pode ser utilizado nas Zonas 1 e 2 [9].

Equipamento de segurança aumentada – Ex “e”: trata-se de um tipo de proteção no qual medidas adicionais são tomadas para prevenir a possibilidade de temperatura excessiva, arcos ou então faíscas ocorrerem em partes internas ou partes externas do equipamento, estes estando em operação normal. Este tipo de equipamento pode ser usado em Zonas 1 e 2 [10].

Equipamento não acendível – Ex “n”: trata-se de um tipo de proteção aplicada a um determinado equipamento elétrico, de forma que, em operação normal, ele é incapaz de causar a ignição em uma atmosfera explosiva circundante e é improvável que ocorra uma falha que possa gerar uma ignição. Este tipo de equipamento só pode ser utilizado na Zona 2 [11].

Equipamento de segurança intrínseca – Ex “i”: define um circuito intrinsecamente seguro como sendo aquele no qual nenhuma centelha ou efeito térmico produzido nas condições de ensaio prescritas na norma (inclui operação normal e condições de falha especificadas) é capaz de causar ignição de uma atmosfera explosiva. Pode ser utilizado nas Zonas 0, 1 e 2 [12].

Equipamento especial – Ex “s”: se um equipamento elétrico não segue os requisitos de construção de uma determinada norma específica e este, porém, é capaz de operar com segurança dentro das condições para as

quais ele foi projetado, tendo sido submetido a exames detalhados e ensaios, este equipamento terá a certificação de proteção especial Ex “s”. Este tipo de equipamento pode ser utilizado nas Zonas 0, 1 e 2 [1].

a. Classes de temperatura

O equipamento elétrico deve ser selecionado de forma que sua temperatura máxima de superfície não alcance a temperatura de ignição de qualquer gás, vapor ou névoa que possa estar presente. Para isso, os equipamentos são agrupados em diferentes classes de temperatura, de acordo com a NBR IEC 60079-14, como mostrado no Quadro 3 [13].

Quadro 3: Classes de Temperatura [14].

ABNT/IEC		Temperatura de Ignição dos gases e vapores (°C)
Classe de Temperatura	Temperatura máxima de superfície (°C)	
T1	450	> 450
T2	300	> 300
T3	200	> 200
T4	135	> 135
T5	100	> 100
T6	85	> 85

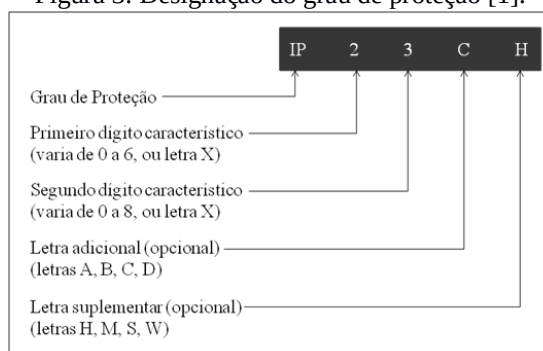
Essas são as normas da ABNT que classificam a máxima temperatura de superfície que uma parte qualquer de um equipamento pode atingir em operação normal ou de sobrecarga prevista, considerando a temperatura ambiente máxima igual a 40°C, ou em caso de defeito. Essas classes de temperatura devem ser menores que a temperatura de ignição dos gases e vapores do meio circundante ao equipamento. Caso o equipamento necessite operar em ambientes com temperaturas acima de 40°C, uma marcação adicional deve ser colocada no equipamento.

b. Equipamentos elétricos

Para minimizar os riscos de inflamação dos locais nos quais são instalados, os equipamentos e dispositivos elétricos devem seguir algumas normas e possuir certas características que os tornem capazes de operar em atmosferas com risco de explosão. Devido a essa necessidade, são aplicadas algumas técnicas construtivas que reduzem os riscos provocados pela operação.

As normas que definem o grau de proteção para equipamentos elétricos são a NBR60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP) e IEC 60034-5: 2006 - *Rotating electrical machines Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) - Classification*. A Figura 3 mostra como se dá a representação da designação do grau de proteção dos equipamentos.

Figura 3: Designação do grau de proteção [1].



O grau de proteção são as medidas aplicadas ao invólucro de um equipamento elétrico, visando à proteção de pessoas contra o contato a partes energizadas sem isolamento; contra o contato a partes móveis no interior do invólucro e proteção contra a entrada de corpos sólidos estranhos; à proteção do equipamento contra o ingresso de água em seu interior. A Figura 4 explica o significado dos elementos designativos do grau de proteção dos equipamentos. As letras adicionais só devem ser utilizadas se for apresentado um grau maior de proteção, do que o apresentado no primeiro dígito característico ou apresentar um x (para não mencionado).

Figura 4: Significado dos elementos designativos do grau de proteção [15]

ÍNDICE DE PROTEÇÃO - IP					
PRIMEIRO ALGARISMO			SEGUNDO ALGARISMO		
IP	PROTEÇÃO CONTRA CORPOS SÓLIDOS		IP	PROTEÇÃO CONTRA LÍQUIDOS	
0		Sem proteção	0		Sem proteção
1		Proteção contra corpos superiores a 50mm (ex.: contactos involuntários da mão)	1		Protegido contra as quedas verticais de gota de água (condensação)
2		Protegido contra corpos sólidos superiores a 12mm. (ex.: dedos da mão)	2		Protegido contra quedas de águas com direção até 15° na vertical
3		Protegido contra corpos sólidos superiores a 2,5mm. (ex.: ferramentas, cabos)	3		Protegido contra a água da chuva com direção até 60° da vertical
4		Protegido contra corpos sólidos superiores a 1mm. (ex.: ferramentas finas, pequenos cabos)	4		Protegido contra as projeções de água em todas as direções
5		Protegido contra pó (sem sedimentos prejudiciais)	5		Protegido contra jatos de água em todas as direções
6		Totalmente protegidos contra o pó	6		Protegido contra os jatos de água semelhante a golpes de mar
			7		Protegido contra a imersão
			8		Protegido contra os efeitos prolongados da imersão sob pressão

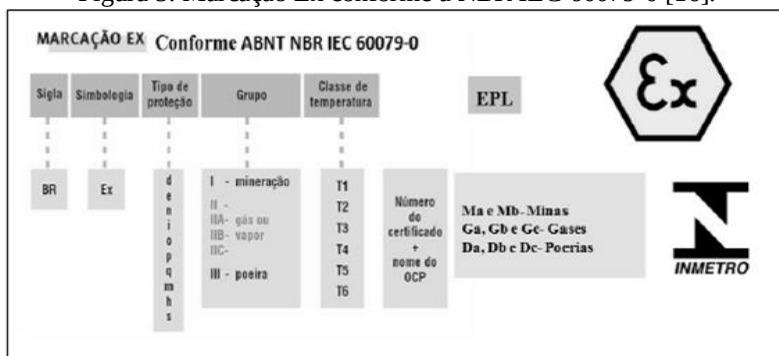
Letra Adicional	Descrição Breve	Definição
A	Protegido contra o acesso com o dorso da mão	A esfera de 50mm deve ter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas
B	Protegido contra o acesso com um dedo	O dedo-de-prova normalizado de 12mm e comprimento de 100mm deve manter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas
C	Protegido contra o acesso com uma ferramenta	A haste de 2,5mm e comprimento de 100mm deve manter distância apropriada das partes perigosas
D	Protegido contra o acesso com um fio	O fio de 1,0mm e comprimento de 100mm deve manter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas

Letra Suplementar	Definição
H	Equipamento de alta tensão
M	Ensaado para efeitos prejudiciais devidos à penetração de água quando as partes perigosas móveis do equipamento (por exemplo, o rotor de uma máquina rotativa) estão em movimento
S	Ensaado para efeitos prejudiciais devidos à penetração de água quando as partes móveis do equipamento (por exemplo, o rotor de uma máquina rotativa) estão estacionários
W	Apropriado para uso sob condições ambientais especificadas e fornecido com características ou processos de proteção adicionais

c. Marcação e certificação

Conforme a NBR IEC 60079-0 os equipamentos elétricos devem receber uma marcação visível para ser colocado em funcionamento em áreas classificadas. A Figura 5 mostra um resumo dos componentes que devem estar especificados nessa marcação. Como a sigla, simbologia referente ao tipo de proteção, o grupo, a classe de temperatura, o número da classificação, da OCP (Organismos de Certificação de Produtos credenciados pelo INMETRO) e o EPL, que refere-se ao nível de proteção do equipamento representados por duas letras. A primeira letra refere-se ao local da instalação (M - minas; G - gases; D - poeiras) e a segunda letra ao nível de proteção (a - muito alto; b - alto; c - elevado). Na marcação também deve estar presente o símbolo do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia e Normatização Industrial) e o de equipamento para atmosfera explosiva.

Figura 5: Marcação Ex conforme a NBR IEC 60079-0 [16].



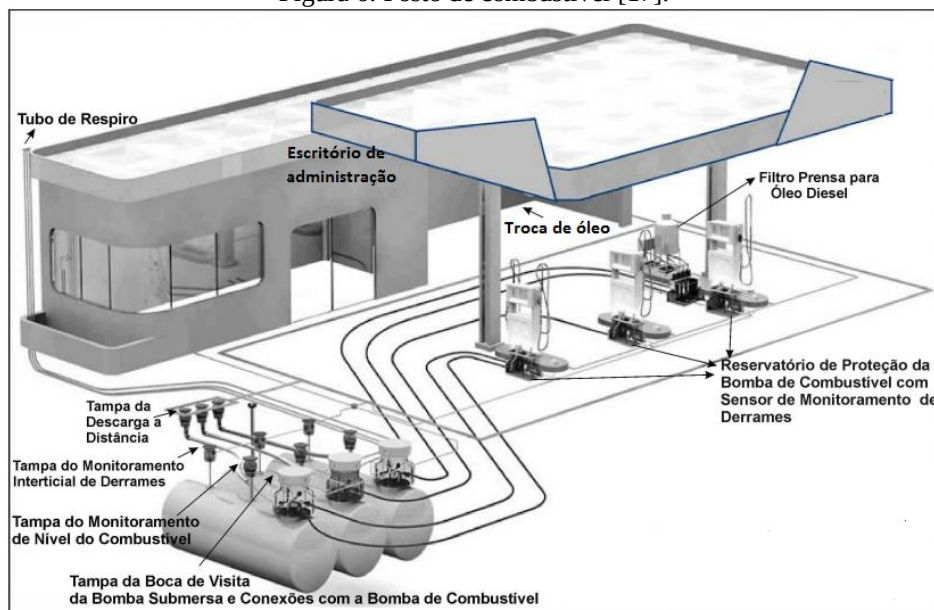
Certos equipamentos que trabalham em áreas classificadas precisam de um certificado de conformidade, e seguindo as instruções da NR-10 todos estes certificados devem compor o prontuário de instalações elétricas do local. No Brasil, o processo de certificação é coordenado pelo INMETRO que utiliza a ABNT para elaborar as normas técnicas para os vários tipos de proteção.

O processo de certificação é realizado pelas OCPs, onde fazem uso de laboratórios aprovados para ensaios de tipo de proteção nos produtos e emitem o Certificado de Conformidade [1].

3. O POSTO HIPOTÉTICO

Como mostrado na Figura 6, o posto dispõe de uma sala da administração, um espaço para troca de óleo, uma pista de abastecimento onde estão localizadas três bomba de abastecimento, ligados pelos dutos de passagem dos combustíveis, aos três tanques subterrâneos que comportam diesel S10, gasolina comum e etanol, cada um com capacidade de 10m³.

Figura 6: Posto de combustível [17].



Cada tanque possui quatro tampas, e o respiro. Uma tampa de boca vista, que os conecta com a bomba de combustível, uma tampa de monitoramento do nível de combustível, outra de monitoramento interticial (espaço entre as duas paredes do tanque de parede dupla) de derrames e a da descarga à distância. As bombas de abastecimento possuem cada uma, um reservatório de proteção com sensor de monitoramento de derrames e a bomba ligada ao tanque de diesel possui também um filtro prensa para o óleo diesel. Na troca de óleo tem uma rampa, com um elevador elétrico, um calibrador de pneus e um compressor de ar. No escritório administrativo tem um computador, uma impressora e um geláguia.

3.1. EXIGÊNCIAS DO POSTO E DOS COMBUSTÍVEIS

A primeira exigência é que os tanques de combustíveis sejam subterrâneos de dupla camada, a interna de aço e a externa de fibra de vidro. Entre as duas camadas deve haver um espaço para instalação de equipamentos de detecção de vazamentos. Os tanques também devem ter um bocal para visita e outro pra enchimento. Ambos devem ter um compartimento de contenção para evitar vazamentos para o solo. As tampas de acesso aos tanques devem ficar numa área concretada. Sob as bombas também deve haver uma bacia coletora para evitar vazamentos.

A pista de abastecimento (área onde ficam as bombas) deve ser pavimentada com concreto impermeável para evitar contaminação do solo. Todo entorno da pista deve ter uma canaleta impermeável ligada a uma caixa separadora de água e óleo. A pista também deve ser coberta considerando que deve haver fácil circulação de veículos, não pode haver paredes na pista, assim a estrutura da cobertura deve ser resistente a ventos.

As tubulações de combustível devem se fabricadas e instaladas de modo a evitar explosões, vazamentos e corrosão. Também é preciso uma tubulação de “respiro” dos vapores, com válvulas retentoras. Os eletrodutos e fios devem ser todos à prova de explosão [18].

Ponto de Fulgor (Flash Point): consiste na menor temperatura na qual um determinado líquido, em certas condições padronizadas, libera vapor para o ambiente em quantidade suficiente para gerar uma mistura inflamável ar/vapor [19].

Líquido Combustível: é aquele que possui ponto de fulgor igual ou maior do que 100°F (37,8°C). Líquido Inflamável: é aquele que possui ponto de fulgor inferior a 100°F (37,8°C) [20].

O Quadro 4 detalha as propriedades físico-químicas do etanol, diante disso observa-se que o ponto de fulgor dessa substância (13°C) é < 37,8°C, dessa forma caracterizada como um líquido inflamável. Já nos Quadros 5 das propriedades físico-químicas do diesel e no Quadro 6 das propriedades físico-químicas da gasolina, é possível perceber que os devidos pontos de fulgor são (38°C e 42,8°) > 37,8°C, o que os caracteriza, líquidos combustíveis. Dessa forma todos podem gerar uma explosão quando liberam gases continuamente, para isso é necessário que todas as normas estabelecidas e os equipamentos da instalação elétrica sejam instalados de acordo com as devidas recomendações.

Quadro 4 - Propriedades físico-químicas do etanol [21].

Produto	→	Etanol
Estado físico	→	Líquido
Cor	→	incolor
Composição	→	52.24 % de Carbono, 13.13 % de Hidrogênio e 34.73 % de Oxigênio
Peso molecular	→	46,07 g/mol
Fórmula	→	CH ₃ CH ₂ OH (ou C ₂ H ₆ O)
Ponto de ebulição, a 10 psig (68,9 kPa)	→	78,4 °C
Ponto de congelamento, a 10 psig (68,9 kPa)	→	-114,3 °C
Ponto de Fulgor	→	13 °C
Temperatura de auto-ignição	→	363 °C
Limite de Inflamabilidade no ar, % em volume		
Inferior	→	3,3 %
Superior	→	19 %

Quadro 5 - Propriedades físico-químicas do óleo diesel [22].

Produto	→	Óleo diesel S10
Estado físico	→	Líquido
Cor	→	marrom amarelado
Composição	→	Mistura de hidrocarbonetos de 15 a 18 átomos de carbono e também possui impurezas de enxofre (máximo de 10mg/kg, no caso do s10), nitrogênio e oxigênio.
Peso molecular	→	226.44 g/mol
Fórmula	→	C ₁₆ H ₃₄
Ponto de ebulição, a 10 psig (68,9 kPa)	→	288 a 338°C
Ponto de congelamento, a 10 psig (68,9 kPa)	→	-18 a -34 °C
Ponto de Fulgor	→	38 °C
Temperatura de auto-ignição	→	254,6 a 285,2 °C
Limite de Inflamabilidade no ar, % em volume		
Inferior	→	1,3 %
Superior	→	6 %

Quadro 6 - Propriedades físico-químicas da gasolina [23]

Produto	→	Gasolina comum
Estado físico	→	Líquido
Cor	→	Incolor a amarela
Composição	→	Os principais hidrocarbonetos que a compõem são o Butano (C ₄ H ₁₀) e o Isopentano (C ₅ H ₁₂)
Densidade relativa	→	0,669 - 0,702 a 20°C (líquido) e 3,4 (vapor)

Fórmula	→	C_8H_{18}
Ponto de ebulição, a 10 psig (68,9 kPa)	→	14 a 135 °C
Ponto de congelamento, a 10 psig (68,9 kPa)	→	-100 °C
Ponto de Fulgor	→	42,8 °C
Temperatura de auto-ignição	→	246 °C
Limite de Inflamabilidade no ar, % em volume		
Inferior	→	1,3 %
Superior	→	7,1 %

3.2 CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS SEGUNDO A NBR 14639

- SASC (sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis): Conjunto de tanques, tubulações e acessórios, interligados e submersos:

O interior do tanque apresenta zona 0. Durante o descarregamento o caminhão tanque, como indicado na Figura 7, deve estar a uma distância raio de 3m. A região intersticial do tanque de parede dupla, o interior das câmaras de acesso e de contenção e dentro de um raio de 1,00 m, a partir do bocal do respiro, em todas as direções apresentam zona 1, como mostrado na Figura 8. Acima das tampas das câmaras e/ou contenção e verticalmente 0,05m acima do nível da pista se estendendo horizontalmente por um raio de 1,50m e na região em torno do respiro, numa esfera de 1,50 m de raio do bocal, excluindo a esfera que delimita a zona 1, representam zona 2.

Figura 7: Classificação de área de um caminhão tanque durante o descarregamento [24].

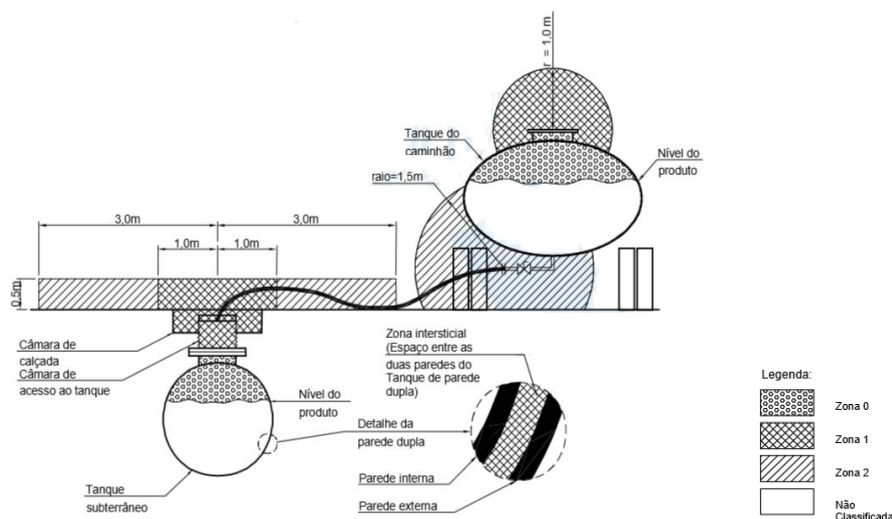
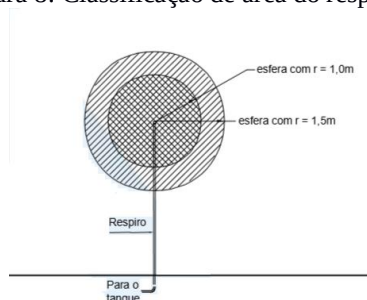


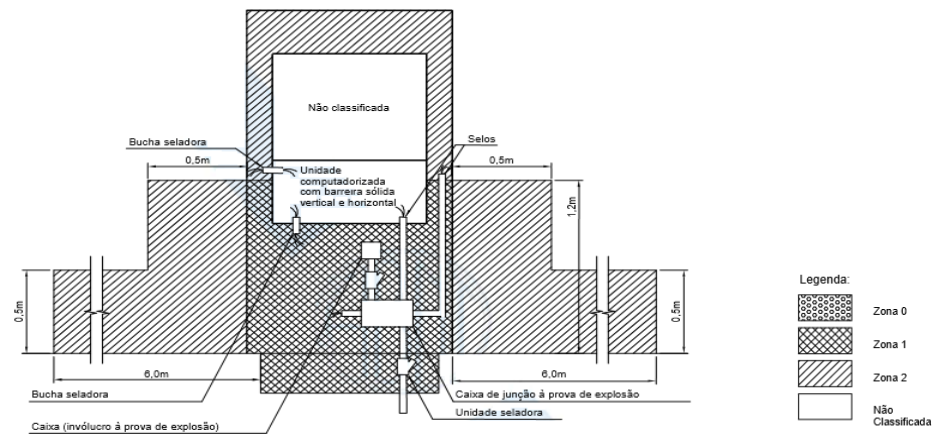
Figura 8: Classificação de área do respiro [24].



- Unidade abastecedora:

No interior do gabinete hidráulico e depressões sob a unidade abastecedora e no interior do receptáculo do bico de abastecimento classifica-se zona 1. Já externamente, num raio horizontal de 6,00 m, e verticalmente a uma altura de 0,50 m, medidos acima do piso e verticalmente, a partir da base, estendendo-se horizontalmente num raio de 0,50 m classifica-se zona 2, como mostra a Figura 9.

Figura 9: Classificação de área de uma unidade abastecedora [24].



- Unidade de filtragem de diesel:

No interior do reservatório, está presente zona 0. Na região externa abaixo da unidade de filtragem de diesel, na região entre a caixa de filtragem e o reservatório e externamente, num raio horizontal de 6,00 m e verticalmente a uma altura de 0,50 m, medidos acima do piso, são classificados como zona 2.

- Operação de descarga de combustível:

- Descarga não selada: em 1,00 m de perímetro da projeção do tanque e 1,0 m acima da boca-de-visita do caminhão-tanque é zona 1 e em 3,00 m de raio de afastamento, do bocal onde se realiza a descarga de produto com 0,50 m de altura é zona 2.

- Descarga selada: durante a descarga: 1,00 m de perímetro e 0,50 m acima da boca de visita do caminhão-tanque apresenta zona 1. Mas quando não estiver descarregando, 1,50 m de raio de afastamento do bocal, com 0,50 m de altura e a 1,5 m de raio de afastamento, do bocal onde se realiza a descarga de produto com 0,50 m de altura será classificada como zona 2.

Qualquer depressão, valetas, mesmo que parcialmente contida em zona 1, zona 2 serão classificadas como zona 1. Os fios ou cabos devem ser de cobre com isolamento de PVC, classe de isolamento 750 V, sólido ou encordado [25], para instalações gerais embutidas ou aparentes e para circuitos de iluminação em instalações subterrâneas, cabo de cobre com isolamento e capa externa de PVC [26]. A bitola mínima para os circuitos de força (alimentação de quadros, motores e bombas) deve ser 2,5 mm² e para os circuitos de iluminação 1,5 mm².

Nas instalações subterrâneas, onde não há pavimentação, as tubulações devem estar no mínimo a 0,60 m de profundidade, com inclinação mínima de 0,5% no sentido da caixa de passagem. Onde houver pavimentação a profundidade mínima deve ser 0,45 m [27].

O aterramento de proteção deverá ser feito utilizando-se hastes de aço com revestimento de cobre com 254 µm de espessura e cabo de cobre nu de no mínimo 25 mm², enterrado a 0,25 m de profundidade no mínimo. Os quadros devem ser instalados em locais de fácil acesso e em área não classificada. Todos os equipamentos interligados em áreas classificadas devem possuir um tipo de proteção adequado à respectiva classificação da área [14].

Nas instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, devem ser adotados dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação [25].

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicável, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança. As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, devendo contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas.

É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa. O projeto elétrico deve atender ao que dispõem as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança no Trabalho, as regulamentações técnicas oficiais estabelecidas, e ser assinado por profissional legalmente habilitado.

4. CONCLUSÕES

Ao projetar uma instalação elétrica, deve-se ter em mente todos os riscos que estão envolvidos e todos os equipamentos que podem ser utilizados no local. Ao instalar os equipamentos e realizar manutenções, é

necessário manter as características iniciais do produto para que o grau de proteção seja mantido ao longo do tempo e garanta a segurança de pessoas, eficiência e durabilidade do equipamento.

O estudo para instalação dos equipamentos e acessórios, de acordo com as normas ABNT IEC relatou que em caso de utilização de processos de abastecimento veicular e reabastecimento dos tanques de combustíveis, a possibilidade de ocorrência de mistura inflamável/explosiva existe, tendo em vista que a substância inflamável utilizada nesses processos é o álcool etílico e a gasolina e o combustível é o diesel que é um líquido altamente inflamável/explosivo, o que pode gerar riscos sérios as pessoas e as instalações.

Assim, conclui-se que todas as normas devem ser obedecidas para um melhor aproveitamento dos equipamentos e maior segurança das pessoas. O estudo foi realizado com um posto hipotético, mas os riscos abordados são reais. Com isso, percebe-se que a melhor forma de manter a segurança das pessoas e dos equipamentos em áreas com riscos de explosão, é seguindo as normas necessárias.

5. REFERÊNCIAS

- [1] GALVÃO JUNIOR, Raclenir Lopes. Estudo de Instalações Elétricas em Áreas Classificadas: Uma Verificação do Laboratório de Soldagem do Curso de Engenharia Mecânica da Ufersa. 2011. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2011.
- [2] INSTRUMENTISTA reparador: Áreas Classificadas. Áreas Classificadas. Paraná: Promimp, 2018. 43 p.
- [3] MIGUEL, Diego Barros; RIBEIRO, Guilherme Vitale. SOLUÇÕES PADRÃO PARA SISTEMAS DE DETECÇÃO INCÊNDIO E CFTV EM ATMOSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS. 2012. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Usp, São Carlos, 2012.
- [4] RACHADEL, Jayme Passos. NR 10: SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/36712103/3a-apostila---nr-10-areas-classificadas>>. Acesso em: 25 jul. 2018.
- [5] JORDÃO, D. M. Manual de instalações elétricas em indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo – atmosferas explosivas. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC60079-01**: Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 1: Invólucros à prova de explosão “d”. Rio de Janeiro, 2007.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC60079-02**: Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 2: Invólucro pressurizado. Rio de Janeiro, 2007.
- [8] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – **IEC 60079-06**: Explosive Atmospheres -- Part 6: Equipment protection by oil immersion “o”. Geneva, Switzerland, 2007.
- [9] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60034-05**: 2006: Rotating electrical machines Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) - Classification. Geneva, Switzerland: Abnt, 2009. 18 p.
- [10] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – **IEC 60079-07**: Explosive Atmospheres -- Part 7: Equipment protection by increased safety. Geneva, Switzerland, 2006.
- [11] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – **IEC 60079-15**: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection “n” electrical apparatus. Geneva, Switzerland, 2007.
- [12] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – **IEC 60079-11**: Explosive Atmospheres -- Part 11: Equipment protection by intrinsic safety. Geneva, Switzerland, 2006.
- [13] PADOVANI NETO, Fábio Casale. SELEÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS PARA ÁREAS CLASSIFICADAS EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS. 2013. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Ufrj, Rio de Janeiro, 2013. Acesso em: 19 jul. 2018.
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 60079-14**: Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas. 14 ed. Rio de Janeiro, 2016.
- [15] ÍNDICE de proteção IP. 2017. Disponível em: <<http://www.legrand.com.br/blog/noticias/referencias/indice-de-protecao-ip>>. Acesso em: 26 ago. 2018.
- [16] SILVA, André Luiz de Oliveira e. Avaliação das instalações elétricas e de instrumentação em um processo de manufatura com etanol. 2009. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Instrumentação, Ufpe, Recife, 2009.
- [17] DUARTE, Ednaldo. Posto de combustível. 2015. Disponível em: <<http://monteseuposto.blogspot.com/2015/12/posto-de-gasolina-vendareforma-e.html>>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- [18] DEMORAIS. Quanto custa pra implantar um posto de combustível? 2013. Disponível em: <<http://poucodemoraais.blogspot.com/2013/07/quanto-custa-para-implantar-construir.html>>. Acesso em: 19 jul. 2018.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC60079-10**: Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Parte 10: Classificação de áreas. Rio de Janeiro, 2006.

- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17505-4:2015** VERSÃO CORRIGIDA:2015: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 4: Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis até 3 000 L. Rio de Janeiro, 2015.
- [21] PROPRIEDADES físico-químicas do etanol. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/propriedades-fisico-quimicas/>>. Acesso em: 17 ago. 2018.
- [22] CETESB (São Paulo) (Org.). Ficha de informação de Produto químico: óleo diesel. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=%D3LEO%20DIESEL>. Acesso em: 17 ago. 2018.
- [23] CETESB (São Paulo) (Org.). Ficha de informação de Produto químico: Gasolina. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=GASOLINA:%20NATURAL>. Acesso em: 17 ago. 2018.
- [24] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14639**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Posto revendedor veicular (serviços) e ponto de abastecimento — Instalações elétricas. Rio de Janeiro, 2014.
- [25] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 247-3:2002**: Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas. Rio de Janeiro: Abnt, 2002. 24 p.
- [26] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7288**: Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV. Rio de Janeiro: Abnt, 1994. 13 p.
- [27] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – **NR10**: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2004.