

ATERRAMENTO ELÉTRICO E ATMOSFERA EXPLOSIVA EM POSTO DE COMBUSTÍVEL

Claudio Neves Alves*

Marcus Vinicius Pimenta**

RESUMO

Este trabalho foi apresentado na Faculdade Santo Agostinho, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de conhecimentos do curso de Engenharia Elétrica.

Sendo o foco principal o aterramento elétrico em uma área classificada como atmosfera explosiva direcionada a posto de combustível, inserida num contexto de segurança para as pessoas que circulam ou trabalham nessa área. Este trabalho traz alguns tópicos importantes relacionados ao tema. Baseado na NBR 5410, 5418 e no livro de Instalações Elétricas Industriais. O conteúdo analisado mostra uma visão de como propor adequação de aterramento elétrico, discutindo a norma e padrão definido, assim como possível omissão e falha existente no decorrer do tempo. O aterramento pode ser dividido em dois tipos principais, a saber: Aterramento do sistema ou funcional e Aterramento de proteção das pessoas e equipamentos. O artigo concentrar-se-á no aterramento do sistema, sintetizando os métodos e os conceitos mais utilizados em baixa tensão a NBR 5410 no Brasil. Em seguida, serão mostradas as formas de proteção e arranjos de malhas de cabos de cobre nu, pautando a norma e o requisito citado na NBR 5410, 5418 e no livro.

Palavras-chave: Aterramento elétrico. Atmosfera explosiva em posto de combustível. NBR 5418.

* Graduando da Instituição Faculdades Santo Agostinho – FASA, Graduação em Engenharia Elétrica, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: kallalves91@gmail.com

** Professor da Instituição Faculdades Santo Agostinho - FASA, Bacharel em Engenharia Elétrica, Montes Claros, MG, Brasil.

ABSTRACT

This work was presented at the Santo Agostinho University, as part of the necessary requirements to obtain knowledge of the Electrical Engineering course.

Being the main focus in electrical grounding in an area classified explosive atmosphere directed to the fuel station, inserted in a context of safety for the people that circulate or work in that area. This paper brings some important topics related to the topic. Based on NBR 5410, 5418 and in the book of Industrial Electrical Installations. The analyzed content shows a view of how to propose adequacy of electrical grounding, discussing the norm and defined standard, as well as possible omission and fault existing over time. The grounding can be divided into two main types, namely: Grounding of the system or functional grounding and protection of people and equipment. The article will focus on the grounding of the system, synthesizing the methods and concepts most used in low voltage to NBR 5410 in Brazil. Next, the forms of protection and arrangements of naked copper wire meshes will be shown, according to the norm and requirement quoted in NBR 5410, 5418 and in the book.

Key words: Electrical grounding. Explosive atmosphere in fuel station. NBR 5418.

1 INTRODUÇÃO

Toda instalação elétrica deveria ter o sistema de aterramento adequado de acordo com cada projeto a ser executado, assim, todos os equipamentos elétricos e partes metálicas devem ser conectados à malha do aterramento.

A finalidade de um aterramento é permitir que quaisquer picos de eletricidade sejam diretamente encaminhados para o solo, sendo assim longe das instalações elétricas, de modo que sejam absorvidos sem maiores danos.

A eletricidade estática pode acumular-se em um circuito através do isolamento deficiente e criar uma situação perigosa, na qual o circuito acaba ficando extremamente sobrecarregado com a eletricidade.

Um posto de combustível apresenta aspecto de atmosfera explosiva, pois o uso de produtos inflamáveis pode propagar explosão através de ignição por centelha da instalação elétrica, por uso de aparelho celular, por eletricidade estática ou por superaquecimento de algum equipamento.

As condições de um bom sistema de aterramento têm desempenho satisfatório, suficiente e seguro contra risco de acidentes fatais; o que garante a integridade física das pessoas.

A análise dos riscos que podem causar danos físicos e materiais pode ser classificada em áreas perigosas, que são locais onde existem ou podem existir uma atmosfera potencialmente explosiva ou inflamável devido à presença de gases, vapores, poeiras ou fibras. Mostra que o equipamento possui proteção para área explosiva através de identificação. Um item muito importante e que requer atenção na hora do planejamento e da escolha de qual equipamento a ser utilizado, é a classe de temperatura de utilização, pois alguns equipamentos, mesmo em condições normais de operação, atuam em temperatura elevada.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT possui uma norma que rege o campo de instalações elétricas em baixa tensão. Essa norma é a NBR 5410, a qual, como todas as demais normas da ABNT, possui subseções. As subseções: 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 referem-se aos possíveis sistemas de aterramento que podem ser feitos na indústria. Além disso, existe ainda, a NBR 5418 que declara sobre as instalações elétricas em atmosferas explosivas. Como relatam as seguintes subseções: 4.2.1, 4.2.2, 4.3.1.4, 4.3.1.5 e 4.3.1.6 citam-se os sistemas de atmosferas explosivas que podem ser utilizadas de forma adequada, em locais apropriados para o armazenamento de produtos inflamáveis.

2 JUSTIFICATIVA

O trabalho desenvolve um estudo do sistema de aterramento em posto de combustível, que visa nível de segurança de atuação de proteção e de equipotencialização dos potenciais elétricos em toda a área. Sabe-se que, para que um sistema de energia elétrica opere corretamente com uma adequada continuidade de serviço, com um desempenho seguro do sistema de proteção e, mais ainda, a fim de garantir os limites (dos níveis) de segurança pessoal é fundamental que o quesito aterramento mereça um cuidado especial.

Esse cuidado deve ser tomado na hora da elaboração do projeto específico, no qual, com base em dados disponíveis e parâmetros pré-fixados, seja considerada toda a possível condição a que o sistema possa ser submetido.

Especifica o material para o aterramento específico daquele local mencionado. Dentre o relato acima também foi citada área de atmosfera explosiva de modo que o invólucro seja 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.

Os motores das bombas que captam o combustível nos tanques de armazenamento, dos líquidos inflamáveis no posto.

Portanto, é preciso que haja a garantia da segurança, do local, dos equipamentos e das pessoas, conforme a norma acima citada.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Estudar as características do solo, medir e efetuar cálculos da resistividade do solo;
- Usar a adequação do sistema de aterramento para que haja confiabilidade e segurança;
- Apresentar os riscos da área classificada, onde se armazenam produtos inflamáveis.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Saber qual é o tipo de solo para a implantação do sistema de aterramento;
- Conformidade e adequação do aterramento de acordo com a norma;
- Usar o material corretamente e método de medição;
- Calcular a resistividade do solo;
- Analisar os riscos de atmosfera explosiva na área apresentada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa aborda os problemas encontrados em postos de combustíveis em área urbana, especificando os principais entraves para um desenvolvimento do setor. Para chegar ao objetivo desejado. Este estudo apresenta-se como uma pesquisa de caso. Para analisar os problemas encontrados sobre o tema realizou-se um estudo literário através da internet e do acervo da biblioteca das Faculdades de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho - FACET. Como estratégia de pesquisa serão utilizadas palavras chaves da instalação elétrica: posto de combustível, aterramento elétrico em atmosfera explosiva. As buscas se limitam apenas ao idioma português e a livros, NBR norma brasileira regulamentadora, artigos e TCC (trabalho de conclusão de curso), que foram disponibilizadas por inteiro. O presente material foi estudado e escolhido de acordo com critérios de coesão com o tema proposto. Esta seleção foi obtida pela pesquisa para aproveitar o material que oferecesse maior valor informativo.

O estudo aqui apresentado não necessitou da aprovação do comitê de ética em pesquisa por não envolver seres humanos na coleta de dados não público, tratando-se apenas de uma averiguação de caso, qualitativa na língua portuguesa.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 ATERRAMENTO

A eletricidade foi um dos fenômenos mais revolucionários de todos os tempos. Hoje a eletricidade é indispensável, e a cada dia surge uma nova possibilidade através deste fenômeno que já se tornou essencial à vida humana. De modo geral, instalações elétricas devem ser aterradas, garantindo o bom funcionamento dos equipamentos e a segurança de seres humanos e animais. Uma boa adequação do sistema de aterramento soluciona problema de instalação elétrica ao desrespeito dos equipamentos eletrônicos e todos os outros que depende de ser conectada à malha de aterramento.

Segundo Flandoli (2017), um ponto importante é a manutenção do aterramento ou inspeção do mesmo evitando danos em equipamento conectado nesta malha garantindo o funcionamento da instalação elétrica. O aterramento, uma vez instalado, apresenta duas etapas de funcionamento: permanente e ocasional. É necessário inspecionar tudo isso quando se requer efetuar conservações ou renovações no sistema de aterramento.

5.2 FUNCIONAMENTO PERMANENTE

A dispersão de pequenas correntes durante o funcionamento de aparelhos por produto de vazamentos por falha de isolamento, desbalanceamento de cargas, percurso

errático, indução, evita energizações instantâneas e perigosas que indiretamente podem ocasionar acidentes às pessoas e incorreto funcionamento dos equipamentos eletrônicos (FLANDOLI, 2017).

5.3 Funcionamento Ocasional

As grandes correntes à terra proveem das falhas do isolamento dos aparelhos e circuitos elétricos falhas francas ou falhas amortizadas e, ainda, dos impactos diretos ou indiretos das descargas atmosféricas. Em todos estes casos há perigo para as pessoas.

A conexão de todas as massas e estruturas metálicas ao aterramento proporciona segurança, considerando o correto funcionamento dos dispositivos de proteção, para evitar que ocorra falhas na instalação como queima de aparelhos ou choques elétricos. Esta prática é conhecida como equipotencialização.

O projeto que determina como será feito o aterramento de um empreendimento seja qual foi ele. Sendo assim há uma recomendação da melhor forma de realizar um aterramento quando aplicada em sistema TN, TT, IT.

Significado das Letras:

Primeira letra: - Situação da alimentação em relação à terra:

T: um ponto diretamente enterrado;

I: isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento através de uma impedância.

Segunda Letra: Situação das massas da instalação em relação à terra;

T: massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação;

N: massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro). Outras Letras: Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção;

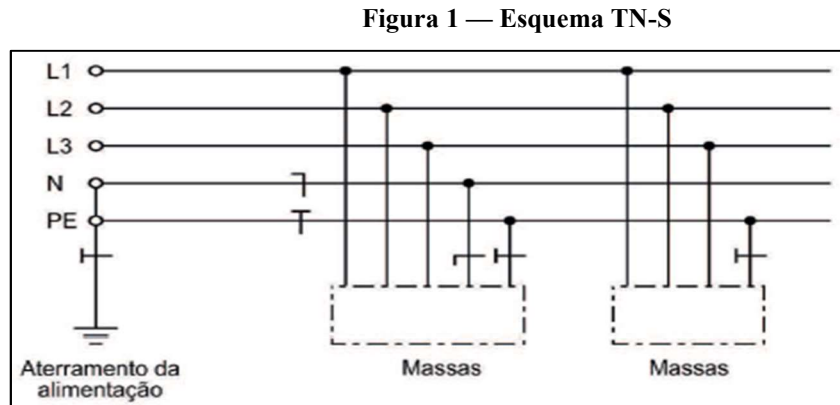
S: funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;

C: funções de neutro e de proteção combinadas em um único (Condutor PEN).

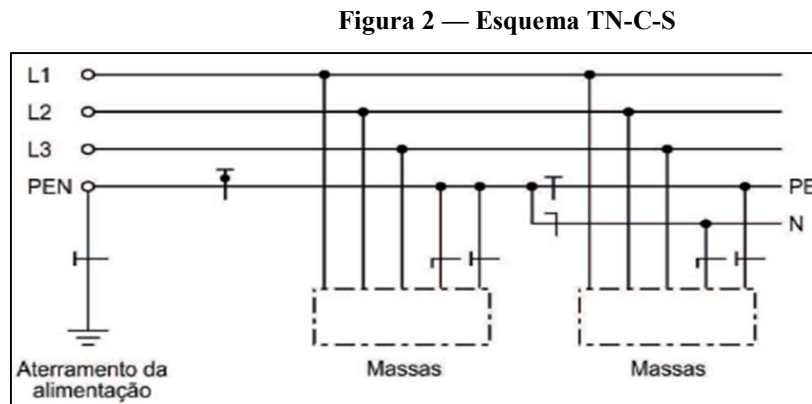
O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. São consideradas três variantes de esquema TN, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção, a saber.

O sistema TN-S é aquele no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos.

Esquema TN-S, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos (Figura 1);



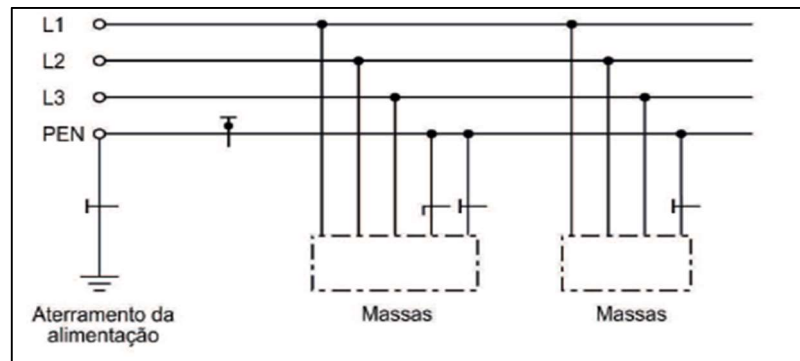
Esquema TN-C-S, em parte do qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor (Figura 2):



O sistema TN-C é conhecido como sistema a 4 condutores, ele é um dos mais utilizados em instalação de pequeno porte devido a redução de custo com a supressão do quinto condutor. Há uma restrição do uso do DR diretamente no neutro, e caso o neutro rompa no sistema TN-C pode colocar as massas dos equipamentos no mesmo potencial de fase, e para uso do TN-C, o condutor de neutro, não deve ser inferior a 10 mm².

Esquema TN-C, no qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, na totalidade do esquema (Figura 3):

Figura 3 — Esquema TN-C

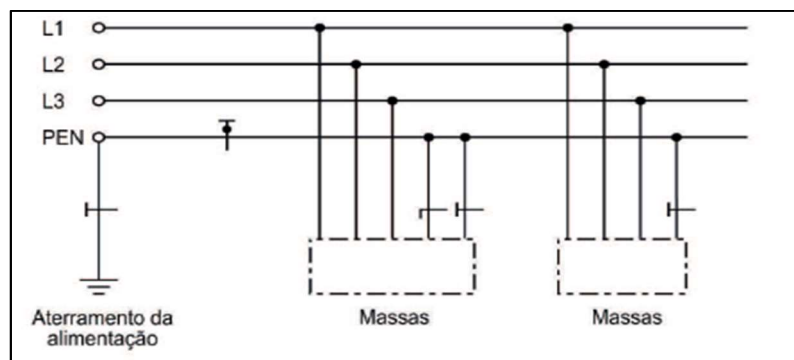


Fonte: ABNT NBR 5410

As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas num único condutor em parte do esquema.

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento, eletricamente distinto do eletrodo de aterramento da alimentação (Figura 4).

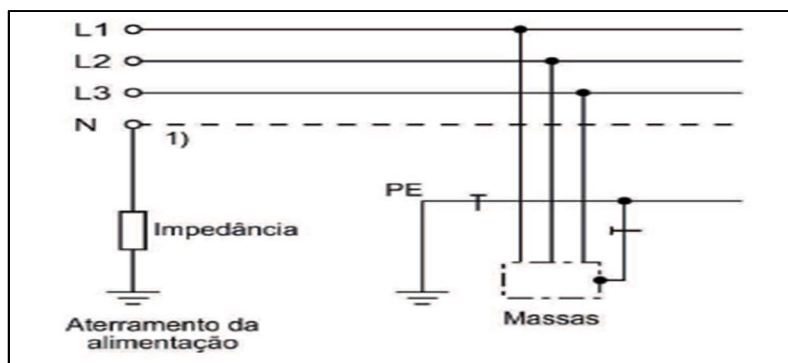
Figura 4 — Esquema TT



Fonte: ABNT NBR 5410

No esquema IT todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância (Figura 5). As massas da instalação são aterradas, verificando-se a seguinte possibilidade: Massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente; e massa aterrada em eletrodo de aterramento próprio, seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação.

Figura 5 — Esquema IT



Fonte: ABNT NBR 5410

O neutro pode ser ou não distribuído; alimentação aterrada através de impedância. Segundo a norma “As subseções: 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 referem-se aos possíveis sistemas de aterramento que podem ser feitos” (NBR 5410, 2004, p. 125).

A manutenção recomendada para qualquer instalação depende do tipo e tamanho dela, sua função e o nível de tensão. Cabe com frequência inspecionar, avaliar e analisar toda malha de aterramento corrigindo onde houver falha ou a troca dos cabos nus quando necessário. Recomenda-se que este exame seja realizado com frequência não inferior a 5 anos.

O tratamento do terreno tem por finalidade melhorar os aterramentos de uma instalação antiga. No caso de terrenos rochosos ou de alta resistividade deverá realizar-se ao redor dos eletrodos um enchimento com terra de resistividade favorável para melhorar a qualidade de contato entre o eletrodo e a terra de enchimento.

Investigações realizadas mostram que 90% da resistência elétrica total de um terreno que envolve um eletrodo nele enterrado se encontra geralmente dentro de um raio de 1,8 a 3,5 m do eixo geométrico do referido eletrodo. Dessa forma explica-se porque é normal durante o tratamento do solo, através de produtos químicos, retirar a terra em torno do eletrodo e misturá-la a substâncias redutoras de resistência pode ser dada pela conhecida do solo. Na realidade, produz-se artificialmente um eletrodo de grande seção transversal cuja resistência pode ser conhecida expressão $R = \rho \times L/S$, em que R é inversamente proporcional à área S (MAMEDE, 2006, p. 545).

Para o projeto de um sistema de aterramento, é de primordial importância o conhecimento prévio das características do solo, principalmente no que diz respeito à homogeneidade de sua constituição. Lembrando que a aplicação das normas de forma correta garante maior confiabilidade do serviço executado.

A presença e a de sais solúveis e ácidos que normalmente se acham agregados ao solo influenciam predominantemente no valor da resistividade deste. Sabe-se que,

quando é necessário reduzir a resistência de uma determinada malha de terra, adicionam-se adequadamente produtos químicos ao solo circundante ao eletrodo de terra. Há vários produtos químicos a base de mistura de sais, que, combinados entre si e na presença de água, formam o GEL, produto de uso comercial e de grande eficiência na redução da resistividade do solo. Esses compostos têm as seguintes características:

- são higroscópios;
- dão estabilidade química ao solo;
- não são corrosivos;
- não são atacados pelos ácidos;
- são insolúveis na presença de água;
- têm longa duração (geralmente de 5 a 6 anos) (MAMEDE, 2006, p. 549).

Segundo a NR-20 – Norma Regulamentadora que estabelece requisitos para a gestão da segurança e da saúde no trabalho, com o intuito de reduzir os riscos de acidentes provenientes das atividades que envolvem combustíveis e inflamáveis. “As fiscalizações sempre ocorrem de surpresa, e é importante que os revendedores cumpram todas as exigências para que não tenham problemas com o MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.

O fato de saber como aplica as normas vigentes em um aterramento elétrico demonstra um vasto embasamento tanto, do projetista quanto do executor do serviço, tornando confiável, seguro e eficaz. A qualificação dos envolvidos no trabalho faz um diferencial enorme, pois envolve patrimônio e o mais importante são as pessoas presentes no dia-a-dia.

Tudo que foi relatado mostra a importância do aterramento, em todo o ambiente de uma instalação elétrica, partes metálicas expostas entre outras e a vida útil de equipamentos conectados a um bom aterramento será bem maior. Esse texto refere-se ao posto de combustível onde há atmosfera explosiva atendendo as exigências das normas.

Instalações elétricas em posto de gasolina que armazenam substâncias inflamáveis apresentam um elevado grau de risco tanto no que se refere a dano pessoal, quanto material.

Os equipamentos elétricos e suas interligações devem ser protegidos contra influências externas de origem química, mecânica ou térmica, a que possam estar sujeitos. Esta proteção deve garantir que o tipo de proteção seja mantido quando os equipamentos elétricos e suas interligações forem utilizados sob as influências externas especificadas. Os equipamentos elétricos devem ser selecionados de tal modo, que sua temperatura máxima de superfície não exceda a temperatura de ignição do gás ou vapor que possa estar presente na atmosfera onde estes serão instalados (NBR 5418, 1995, p. 2).

“A fiação e seus componentes devem atender aos requisitos de 4.3, com exceção de instalações intrinsecamente seguras, para as quais não é necessário atender aos requisitos de 4.3.1.2, 4.3.2, 4.3.3 e 4.3.4” (NBR 5418, 1995, p. 3).

Para equipamentos elétricos portáteis ou móveis, com tensão nominal que não exceda 1000 Vca entre fases (ou 600 Vca para terra) ou 1500 Vcc entre pólos (ou 900 Vcc para terra), o cabo de alimentação deve ter uma cobertura de borracha, policloropreno, polietileno clorossulfonado, polietileno clorado ou polímeros similares para serviços pesados, ou deve ter construção igualmente robusta. Se for necessário um condutor de proteção, ele deve ser isolado separadamente, de modo similar aos demais condutores, e deve ser reunido com os condutores fase e/ou neutro, exceto onde o condutor de proteção estiver na forma de malha. A armação ou malha metálica flexível dos cabos não deve ser usada como condutor de proteção, a menos que tenha condutibilidade suficiente e seus elementos sejam contínuos (NBR 5418, 1995, p. 2).

O aterramento é composto pelos seguintes elementos: cabo de cobre nu, eletrodo de terra ou haste com revestimento de aço galvanizado, ou seja, aço cobreado. Além do uso das emendas ou derivações dos cabos nus e interligados com hastes através das conexões aparafusadas, exotérmicas em T e exotérmicas em X.

A haste de aterramento normalmente é feita com alma de aço revestida de cobre. Seu comprimento pode variar de 1,5 a 4,0 m. As de 2,5m são as mais utilizadas, pois diminuem o risco de atingirem dutos subterrâneos em sua instalação.

Todo o eletroduto deve ter um mínimo de cinco fios de rosca e todos estes fios devem ser encaixados entre o eletroduto e um invólucro ou conexão. O eletroduto deve estar firmemente roscado em todas as conexões, mantendo a continuidade elétrica.

Após os cabos serem instalados nos eletrodutos, as unidades seladoras devem ser preenchidas com massa seladora, aprovada conforme ensaio de vedação da NBR 5363. A massa seladora deve ser impermeável, não retrátil e não afetada por produtos químicos encontrados na área classificada. A profundidade da massa na unidade seladora deve ser igual ao diâmetro interno do eletroduto, porém em nenhum caso, menor que 16 mm.

6 CONCLUSÃO

O trabalho pesquisado e desenvolvido foi observado a relevância do aterramento elétrico, em atmosfera explosiva do posto de combustível atendendo a norma citada.

Sendo que a atuação do sistema previne e diminui a queima de equipamento, choque elétrico e estáticos. Com este estudo foi possível, concluir que a utilização de um aterramento

de qualidade, dentro dos padrões de qualidade especificados é necessário para o perfeito funcionamento do sistema elétrico.

Ressalva que o profissional que trabalha em área classificada, referente a posto de combustível, seja na operação, dimensionamento, projeto ou na manutenção, devem estar sempre atentos às condições de operação e às características técnicas dos equipamentos presentes nesses ambientes para que sempre haja a redução ou, se possível, a eliminação dos riscos que fazem com que os equipamentos elétricos se tornem fontes de ignição da atmosfera explosiva.

O incremento da segurança e confiabilidade da instalação elétrica pode ser feito através de bons trabalhos de prevenção e manutenção, evitando que atmosfera explosiva se concentre ou que equipamentos operem em má condição. A função do sistema de aterramento é descarregar acúmulo de carga estática, pois será o caminho para escoá-la evitando que esta se torne perigosa na geração de um arco elétrico ou mesmo um choque elétrico.

Por este motivo o sistema de aterramento é muito importante em uma instalação elétrica e deve ser sempre aplicado com conhecimento. O profissional que atua nesta área deve conhecer normas e os requisitos de um bom aterramento e realizá-los de forma a conferir a melhor performance no sistema.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004a. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5418**: Instalações elétricas em atmosferas explosivas. Rio de Janeiro, 1995a. 13 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 20** - Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr20.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ELIAS, C.E.S.; VIEIRA, L.S.; BICZKOWSKI, M. Instalações elétricas em áreas classificadas. Revista TechnoEng, Campos Gerais – PR, 3ª Ed., Vol. 1, jan./jul. 2011.

FLANDOLI, Fabio. Manutenção do Aterramento. Disponível em: <<http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/5-aterramento/manutencao-do-aterramento/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

MAMEDE Filho, João. Instalações elétricas industriais. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 932p.