

SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

Alessandra Rodrigues Muniz¹

Rafael de Oliveira Silva²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise da importância da segurança em eletricidade para a sociedade, sua inserção nos cursos de graduação que envolve Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção, e o papel do engenheiro eletricista como agente de prevenção de perdas relacionadas a desvios e acidentes com eletricidade. O trabalho contém conceitos, importância e aplicações da eletricidade, seus principais riscos e efeitos no corpo humano e nas instalações elétricas, e estatísticas de perdas humanas e materiais. Além de apresentar os riscos e as precauções que se devem ter ao manusear eletricidade, também traz as Normas que regulamentam as medidas, sejam medidas preventivas de acidente, bem como legislações pertinentes, além de trazer ao estudo as principais mudanças da NR10/2004. É importante para quem for seguir a carreira nesse ramo de eletricidade, entender melhor as diretrizes relacionadas à segurança do trabalho. Ao final, é apresentado as recomendações e conclusões. A pesquisa é de cunho bibliográfico, e método dedutivo.

Palavras-chave: Normas Regulamentadoras. Riscos. Prevenção.

¹Acadêmico do curso de graduação em Engenharia de Produção.

² Professor da Universidade de Rio Verde – Orientador.

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade está presente em todo momento, desde o lar até as indústrias. Com o passar dos anos a demanda de consumo de eletricidade vem aumentando cada vez mais.

A eletricidade é uma das maravilhas do mundo, mas ao mesmo tempo é uma das mais vilãs em questão de segurança no trabalho. As pessoas estão cada vez mais expostas a esse perigo invisível, incolor e inodoro.

A eletricidade pode comprometer a vida das pessoas direta ou indiretamente afetando na saúde e segurança. O trabalho com eletricidade deve-se adotar medidas de segurança, por isso com o passar do tempo as normas que tratam sobre o assunto vêm se modificando e evoluindo, tornando os serviços com eletricidade mais seguros e ágeis.

Em busca da segurança dos trabalhadores no ano de 1978 no Brasil, foram elaboradas as primeiras 28 NRs. Com isso foi criada a Norma Regulamentadora de Nº10, para conscientização dos riscos e cuidados a serem tomados em serviços com eletricidade.

A NR-10 que foi criada em 1978, mais recentemente atualizada no ano 2004 pela Portaria 598/04 do Ministério do Trabalho e Emprego. Estabelece requisitos e condições mínimas para implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, em segurança em eletricidade.

Este trabalho, portanto, tem como objetivo conscientizar aqueles que estudam Engenharia de Produção e que possuem interesse no tema sobre a segurança em eletricidade. A pesquisa possui objetivos específicos que são: identificar os riscos causados pela falta de segurança ao manusear eletricidade; verificar legislação existente; alertar sobre os perigos existentes.

O presente trabalho tem o intuito de realizar um estudo comparativo da nova e antiga NR-10, com a finalidade de facilitar o entendimento e as principais modificações.

2 A ELETRICIDADE E SEUS RISCOS

2.1 A importância e aplicações da eletricidade

A eletricidade está cada vez mais presente na vida das pessoas. Seja em nossas casas, seja no ambiente de trabalho, a eletricidade é usada como uma forma intermediária de energia, que é convertida nas mais diversas formas energéticas, tais como: nos motores elétricos, onde

a energia elétrica é convertida em energia mecânica; nas lâmpadas (energia elétrica em energia luminosa); nos alto-falantes, telefones e rádios (energia elétrica em energia sonora); nos chuveiros elétricos, torradeiras e secadores de cabelo (energia elétrica em calor), dentre outros (AZEVEDO, 2008).

Todos os campos de conhecimento e produtivos foram beneficiados direta ou indiretamente pela eletricidade. Em alguns deles, como a medicina e a informática, com os novos ramos advindos da eletricidade, como a eletrônica e a ciência da computação, proporcionaram avanços extraordinários como a ressonância magnética e a internet, que encurtam distâncias fazendo as pessoas praticamente vizinhas umas das outras. Isso sem contar a robótica e automação, que surgiram com o desenvolvimento da eletrônica e informática, proporcionando maiores produtividades, confiabilidades e eficácias nos mais diversos setores produtivos, como na agricultura, extração mineral, indústria, comércio e serviços.

Mas nem sempre foi assim. Até o fim do século XIX, a eletricidade praticamente não era utilizada. O trabalho e energia dos seres humanos e dos animais eram largamente difundidos e predominavam à época. As comunicações eram feitas de modo informal, através de mensageiros a pé, ou a cavalo ou navio. Os deslocamentos também eram feitos a pé, cavalo ou navio, tudo de forma muito lenta. A iluminação era feita com a queima de óleos, o aquecimento e o cozimento eram feitos com a queima de lenha, e as roupas eram feitas manualmente (ESTON et.al, 2008).

Além disso, outras invenções como a dos geradores, transformadores e motores de corrente alternada permitiram grande avanço na produção, transmissão e utilização da energia elétrica. A geração de energia elétrica é realizada em grande parte de forma descentralizada, pois as grandes fontes primárias de energia usadas para a conversão em energia elétrica encontram-se fora dos centros urbanos, como os rios (energia hidráulica), os ventos (energia eólica), etc. A eletricidade é encontrada de várias formas no ambiente, como nos relâmpagos em dias de tempestades e nos choques de eletricidade estática nos dias secos de inverno e, também, armazenada artificialmente através das baterias, e obtida através das células solares (a partir da radiação solar) e combustíveis (a partir da energia química do hidrogênio) (AZEVEDO, 2008).

2.2 Conceitos de eletricidade

Dentre os ramos da física que estudam as propriedades da eletricidade, destacam-se:

Eletrostática: o ramo da física que se dedica ao estudo das propriedades das cargas elétricas em repouso. A mesma se alicerça nos princípios da atração e o da conservação das cargas elétricas. Segundo o princípio da atração e repulsão, corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto as cargas de mesmo sinal se atraem. O princípio da conservação das cargas elétricas considera que um sistema eletricamente isolado não troca cargas elétricas com o exterior e nele, a soma das cargas positivas e negativas é constante. A eletrostática também estuda os corpos eletrizados, que são aqueles que possuem excesso (carga elétrica negativa) ou falta (carga elétrica positiva) de elétrons, cuja medida das cargas elétricas é denominada quantidade de eletricidade. Para se eletrizarem, os corpos podem passar por três processos: atrito, contato ou indução (influência). Na eletrização por atrito, ao atritar dois corpos inicialmente neutros, ocorre a troca de elétrons entre eles, na qual o corpo que cede elétrons carrega-se positivamente e o outro negativamente, com a mesma carga em módulo. Na eletrização por contato, coloca-se um corpo eletrizado em contato com outro corpo neutro, e este se eletriza com a carga de mesmo sinal do corpo eletrizado (NEITZEL, 2008).

Após o contato, a soma das cargas elétricas permanece constante (princípio da conservação). Por fim, a eletrização por indução ou influência caracteriza-se pela atração de elétrons livres de um corpo eletrizado positivamente de um corpo neutro, nas superfícies das regiões próximas dos mesmos, ficando a região mais afastada do corpo originalmente neutro também eletrizada, com carga elétrica positiva, em um fenômeno conhecido como indução eletrostática (AFFONSO, GUIMARÃES E OLIVEIRA, 2007).

2.3 Perigo e riscos da eletricidade

As pessoas tendem a desprezar os riscos que a eletricidade impõe e falham nos momentos de tratá-la com o respeito que ela exige. Os riscos associados à eletricidade são reais e podem afetar qualquer pessoa.

O ser humano e os animais já eram submetidos aos riscos de choque elétrico antes mesmo da humanidade ter conhecimento da eletricidade. A eletricidade é muitas vezes citada como a “assassina silenciosa” Isso porque ela não pode ser degustada, vista, ouvida ou cheirada. Ela é essencialmente invisível para os sentidos humanos. A eletricidade há muito é reconhecida como um grave perigo no ambiente de trabalho, expondo os empregados ao choque elétrico, o qual pode resultar em eletrocussão, graves queimaduras, ou quedas que resultam danos adicionais ou até mesmo a morte; bem como queimaduras e explosões causadas pelos arcos elétricos (NEITZEL, 2008).

2.3.1 Principais riscos da eletricidade

O choque elétrico ocorre quando o corpo de uma pessoa permite a passagem de corrente elétrica entre dois condutores energizados de um circuito elétrico ou entre um condutor energizado e uma superfície ou objeto aterrado. Isto é, quando há a diferença de potencial entre uma parte do corpo e outra, a corrente elétrica fluirá e com ela surge o fenômeno do choque elétrico (NEITZEL, 2008).

Com a passagem de corrente, há um estímulo do sistema nervoso acidental e de curta duração, e a mesma circula no corpo, fazendo-o parte de um circuito elétrico com tensão suficiente para superar sua resistência elétrica (AFFONSO, GUIMARÃES E OLIVEIRA, 2007).

O choque elétrico pode ser classificado em três categorias: (KINDERMANN, 2000).

- Choque estático, aquele advindo pela descarga de um capacitor (acumulador de cargas elétricas), acumuladas nas capacitâncias parasitas de equipamentos ou em linhas de transmissão desligadas;

- Choque dinâmico, aquele decorrente do contato direto (com um circuito energizado) ao se tocar acidentalmente na parte viva de um condutor energizado nu ou com defeito, fissura ou rachadura na isolação, queda de condutor da rede de energia elétrica, etc.; ou no contato indireto (com um corpo/massa eletrizado), ao se tocar nas massas (carcaças) energizadas por defeitos como fissura na isolação dos condutores elétricos;

- Choque por ação direta ou indireta das descargas atmosféricas, que são gigantescas descargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e terra, que proporcionam choques elétricos de forma semelhante a enormes capacitores e, com isso, altíssimas correntes.

2.3.2 Causas do choque elétrico

Vários fatores aumentam consideravelmente a chance de ocorrência de um choque elétrico, tais como: o desgaste de materiais e equipamentos nas instalações elétricas antigas, falta de manutenção periódica e adequada nas instalações elétricas; inadequação na execução das instalações elétricas; utilização de materiais elétricos de baixa qualidade, onde a “economia” é colocada em primeiro plano, em detrimento da segurança e durabilidade das instalações elétricas; elaboração de projetos elétricos de forma inadequada, sem contemplar os requisitos mínimos de segurança e qualidade exigidos pelas normas técnicas competentes, etc (KINDERMANN, 2000).

Além desses fatores, pode-se destacar outros fatores que facilitam a ocorrência do choque elétrico:

– Contato em condutores e equipamentos energizados, nus ou com a proteção retirada, como os cabos de distribuição de energia elétrica aéreos que podem ser tocados por guindastes, escadas e antenas. Acabam fazendo parte do circuito elétrico e proporcionando risco de morte à pessoa que tocar nesses equipamentos e mantiver contato com a terra.

Outros exemplos cotidianos são os choques causados pelo uso de capacitores, que mesmo desligados levam certo tempo para descarregar totalmente suas cargas elétricas; e no enrolamento primário dos transformadores, que pode apresentar elevada tensão induzida se for ligado algum equipamento no seu enrolamento secundário.

2.3.2.1 Falhas diversas na isolação elétrica dos condutores (película protetora), que podem ser causadas por: (KINDERMANN, 2000)

1- Desgaste por agentes agressivos, tais como:

O calor e temperaturas elevadas, que levam à ruptura de alguns polímeros usados na elaboração de materiais isolantes;

A umidade, que pode ser absorvida pelo material isolante, diminuindo sua resistência interna e na superfície;

A oxidação, proporcionada pelo oxigênio e outros oxidantes, causam problemas de isolação especialmente em ambientes fechados, por ocorrência de arcos elétricos na operação de motores e geradores;

A radiação ultravioleta e os processos fotoquímicos iniciados por ela provocam a ruptura de alguns polímeros como o cloreto de vinila, a borracha sintética e natural;

Produtos químicos como os ácidos, lubrificantes e sais podem causar desgaste nos isolantes;

Fatores biológicos, como os danos causados nos materiais orgânicos que constituem as isolações elétricas pelos ratos, outros roedores, insetos e fungos que se alimentam desses materiais;

As altas tensões, que originam arcos elétricos ou efeitos corona (luminescência causada por determinada intensidade de campo elétrico na região condutora energizada, não suficiente para provocar uma restauração súbita de uma corrente elétrica chamada de carga disruptiva) que criam buracos ou degradações químicas, diminuindo a resistência da isolação;

O vácuo, que desprende materiais voláteis dos isolantes orgânicos, criando vazios internos nesses materiais, mudando suas dimensões, peso e, com isso, redução de sua resistividade;

2- Envelhecimento natural ou forçado e uso inadequado dos condutores, como nos danos mecânicos causados pela abrasão e vibração nas superfícies próximas aos mesmos; os cortes, flexões e torções do recobrimento dos condutores quando próximos a superfícies cortantes e sinuosas (AFFONSO, GUIMARÃES E OLIVEIRA, 2007).

2.3.3 Efeitos do choque elétrico

Os efeitos do choque elétrico podem ser inofensivos como um formigamento, ou podem ser fatais como em uma parada cardiorrespiratória. A gravidade do choque depende de vários fatores (KINDERMANN, 2000; NEITZEL, 2008):

- Resistência do corpo determinada pelas condições da pele do indivíduo: a pele seca ou molhada influencia diretamente na determinação da resistência total de uma pessoa.

Estas frequências de operação do sistema energético no território brasileiro são 50 ou 60 Hz não são favoráveis ao ser humano, no que diz respeito à contração muscular devido à corrente de choque elétrico. Há uma forte atenuação na contração muscular para o choque elétrico em corrente alternada em altas frequências. Isso ocorre devido ao efeito skin (pelicular) que faz com que a corrente elétrica percorra a região superficial do corpo, não passando pelos músculos internos e coração (KINDERMANN, 2000).

São também fatores que determinam a gravidade do choque elétrico no corpo humano: a área de contato do corpo com a parte energizada, que determina a região de penetração do choque elétrico na pele; a pressão (força) do contato na área do corpo com o eletrodo energizado, que é diretamente proporcional à corrente de choque; e a constituição física e estado de saúde do indivíduo, que podem variar de acordo com a idade, tamanho, peso, sexo, etc. Um perfil “ideal” de pessoa, em termos de segurança em relação ao choque elétrico, seria: gorda, baixinha e com tórax largo (KINDERMANN, 2000).

2.3.4 Medidas de prevenção de acidentes com o choque elétrico

Algumas medidas de prevenção de acidentes relacionados ao choque elétrico passam pela isolação, barreiras, aterramento, dispositivos de proteção elétrica como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), ferramentas

certificadas e práticas seguras de trabalho. A melhor prática é sempre manter distância do circuito elétrico (NEITZEL, 2008).

Para evitar que a pessoa receba a descarga de corrente elétrica proporcionada pelo choque elétrico, como se fosse um condutor terra, devem-se aterrar adequadamente as carcaças dos motores e equipamentos elétricos com o fim de escoar as correntes elétricas de falha no isolamento ou contato de circuito energizado, fazendo com que o curto-circuito provoque a atuação do dispositivo de proteção.

Ainda assim, muitos equipamentos em condições normais de funcionamento apresentam correntes de “fuga” através de suas isolações. É a chamada corrente diferencial residual. Quando esta corrente atinge determinado valor, se o circuito elétrico estiver adequadamente protegido, ocorrerá a atuação de um dispositivo de proteção chamado dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual (dispositivo DR). Muitos dispositivos DR são incorporados ao disjuntor termomagnético, proporcionando proteção contra sobrecarga, curto-circuito e choque elétrico (NISKIER, 2005).

2.3.5 Perdas relacionadas aos acidentes com eletricidade

Os acidentes e perdas humanas e materiais devido à eletricidade ocorrem diariamente em residências, edifícios, estabelecimentos comerciais, indústrias, fazendas, em todas as quatro etapas produtivas (geração, transmissão, distribuição e consumo), em instalações de alta e baixa tensões.

Existem várias centenas de trabalhadores acidentados ou mortos a cada ano devido ao contato inadvertido com condutores energizados. Surpreendentemente, mais da metade desses mortos não estão nas profissões tradicionais da área (por exemplo, operadores de linhas de transmissão, eletricitistas, eletrotécnicos, etc.), mas sim de profissões tais como os pintores, motoristas, etc.

Nos Estados Unidos, estatísticas do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) mostram que ocorrem cerca de 4000 acidentes sem danos e 3600 acidentes com danos relacionados à eletricidade anualmente, além de uma morte no local de trabalho todo dia. Estatísticas da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) mostram que mais da metade das mortes associadas à eletricidade são resultado de contatos em baixa tensão, especialmente 120 volts.

Outros estudos também mostram que entre 10 e 15 empregados são hospitalizados todos os dias nos Estados Unidos com queimaduras devidas ao arco elétrico, que muitas vezes

são catastróficos para as vítimas nos âmbitos da integridade física, psicológica e financeira (NEITZEL, 2008).

Já no Brasil não existem estatísticas consolidadas em relação aos acidentes com a rede elétrica como um todo, mas somente das empresas ligadas ao setor elétrico. Sobre os acidentes com usuários, o que existem são pesquisas específicas, como a realizada pelo Núcleo de Segurança e Higiene do Trabalho (NSHT), grupo de pesquisa da escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (UPE) em parceria com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), que concluiu que no Estado de Pernambuco ocorre uma morte por choque elétrico a cada 3 dias (SOUSA FILHO, 2007).

Os acidentados fatais de origem elétrica correspondem a 72% do total dos acidentados fatais das empresas contratadas, diretamente relacionados com o processo de terceirização das atividades de maior risco e às falhas nos processos de trabalho (FUNCOGE, 2007).

3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE PERDAS: AS LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

3.1 A Norma Regulamentadora número 10 (NR-10).

3.1.1 Essa seção apresentará a Segurança em instalações e serviços em eletricidade, sua hierarquia legal, normas abrangidas e considerações.

A NR-10 e as demais normas regulamentadoras (NRs) foram concebidas para suportar as leis trabalhistas, pois estas não possuem a argumentação técnica necessária para dirimir as dúvidas pertinentes à periculosidade das diversas áreas do trabalho. As NRs contêm medidas de prevenção para preservação vida das pessoas, com saúde e segurança, contra os riscos de danos físicos e materiais específicos para cada ramo de atividade.

A NR-10 do MTE foi aprovada inicialmente pela Portaria Ministerial número 3214, de 1978. Porém, os acidentes e fatalidades não diminuíram com esta NR-10. Ao contrário, eles aumentaram consideravelmente, reforçados pelo processo de privatização das estatais do setor elétrico brasileiro iniciado nos anos 90. Isso motivou a demissão em massa de trabalhadores, realocados em outras empresas – empreiteiras e cooperativas – com péssimas condições de vida e trabalho: aumento da jornada e ritmo de trabalho, o não fornecimento de equipamentos de segurança, treinamento adequado, instalações e viaturas que são utilizadas em condições

inadequadas, o não pagamento de horas extras e descumprimento de outros direitos adquiridos (NOGUEIRA, 1999).

A revisão da NR-10 começou a tomar forma em fevereiro de 2000, quando houve a criação do grupo técnico e definição dos temas pela portaria número 4 do Programa de Modernização da Fiscalização do Trabalho - SIT. Posteriormente ocorreu a elaboração do texto básico por auditores fiscais do trabalho especializados em saúde e segurança e profissionais da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho FUNDACENTRO. A publicação do texto básico saiu no Diário Oficial da União (D.O.U.) de 1o/4/2002, pela portaria SIT/DSST (Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho) número 6, de 28/03/2002, que estabeleceu um prazo de 150 dias para recebimento de sugestões de alteração do texto. Por fim, através da portaria MTE número 598/2004, publicada no D.O.U. de 8/12/2004, estava publicada a revisão da NR-10. Houve também a criação da Comissão Permanente Nacional sobre Segurança em Energia Elétrica (CPNSEE), composta por representantes do governo, trabalhadores e empresários para acompanhar a implementação e propor as adequações necessárias ao aperfeiçoamento da NR 10 (SOUSA FILHO, 2007).

3.1.2 Alterações na NR 10 com as novas mudanças

As normas estão sempre sendo alteradas para o bem da fiscalização e principalmente no âmbito da segurança do trabalho, e no caso aqui exposto sobre a segurança em eletricidade, regulamentando os cuidados e como deve ser executado os parâmetros em eletricidade. As principais mudanças são:

Figura 1 – Principais alterações na NR10

Estende a regulamentação às atividades realizadas nas proximidades de instalações elétricas;
Estabelece diretrizes básicas para implementação das medidas de controle e sistemas preventivos ao risco elétrico;
Cria o “prontuário das instalações elétricas” de forma a organizar todos os documentos da instalações e registros;
Estabelece o relatório técnico das inspeções de conformidade das instalações elétricas;
Obriga a introdução de conceitos de segurança no projeto das instalações elétricas;

Fonte: Internet. Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, 2014.

As principais mudanças foram de grande importância, pois complementou a norma anterior, preenchendo lacunas que eram omissas, no que diz respeito a diretrizes básicas para implementação das medidas de controle e sistema de prevenção contra os riscos elétricos. Criação do Prontuário das Instalações elétricas, procedimentos tais como, de segurança, inspeções e estabelecer a norma o relatório em si de inspeção, que deve estar de acordo com as instalações elétricas (FARIA, 2008).

Sobretudo a extensão da regulamentação de atividades que são realizadas perto de instalações elétricas, também foi incluído conceito de desenergização. Descomplicando as instruções de itens de segurança, caracterizando desde a baixa tensão até a alta tensão energizada.

A nova NR-10 expressa claramente sobre a proibição de trabalho individual em áreas onde as instalações elétricas se configuram em alta tensão, sendo AT = Alta Tensão e SEP = Sistema Elétrico de Potência. Obrigação de instruções de segurança, equipamentos, materiais e dispositivos, apenas com certificação de segurança, definição de profissional qualificado e habilitado, pessoa capacitada e também autorização. Para concluir, complementou com objetividade a norma que antes carecia em quesito fiscalização (FARIA, 2008).

3.2 NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão

A NBR 5410 – instalações elétricas de baixa tensão é considerada por muitos a “norma mãe” do setor elétrico. A primeira versão foi publicada em 1941 e já passou por alterações em 1960, 1980, 1990, 1997 e 2004. A última revisão entrou em vigor em 31 de março de 2005, trazendo melhorias e atualizações de procedimentos e conceitos, ocorridas especialmente na norma internacional usada como referência, a IEC 60364, visando aumentar a segurança e a qualidade das instalações elétricas (FARIA, 2008).

A NBR 5410/2004 abrange todas as etapas das instalações elétricas de baixa tensão:

- Projeto: dimensionamento de condutores, dispositivos de proteção, formas de instalação, influências externas, aspectos de segurança;
- Execução: recomendações e referências às normas de fabricação de dispositivos e equipamentos;
- Verificação final: inspeção visual e ensaios específicos;
- Manutenção: procedimentos para manutenção das instalações elétricas.

Seu campo de aplicação abrange as edificações residenciais, comerciais, públicas, industriais, de serviços, agropecuários, canteiros de obras e outras instalações temporárias, etc.

Ela não se aplica a: instalações elétricas de distribuição e iluminação pública, de veículos automotores, de minas, de cercas eletrificadas, de proteção contra descargas atmosféricas, etc.

A norma aplica-se aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua.

3.3 NBR 5419:2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

A NBR 5419 estabelece as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido. Aplicam-se às estruturas comuns de uso comercial, industrial, agrícola, administrativa ou residencial e estruturas especiais (MACHADO, 2008).

Ela não se aplica ao: sistemas ferroviários; sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica externos às estruturas; sistemas de telecomunicação externos às estruturas; veículos, aeronaves, navios e plataformas marítimas; e não contempla a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências eletromagnéticas causadas pelas descargas atmosféricas. Um SPDA contém basicamente três subsistemas externos, que devem ser dimensionados e executados adequadamente a fim de proteger com eficácia a estrutura: subsistema captor, destinado a interceptar as descargas atmosféricas; subsistema de descida, que conduz a corrente de descarga desde o subsistema captor até o subsistema de aterramento; e o subsistema de aterramento, destinado a conduzir e dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra (NBR-5419-Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas).

Também faz parte do SPDA um subsistema interno, constituído pelos dispositivos de proteção contra surtos de tensão. Este subsistema deve ser projetado em conformidade com as determinações da norma ABNT NBR 5410 (SOUSA FILHO, 2008).

3.4 Considerações sobre a NR-10/2004 e suas interações com outras NRs e NBRs

As inclusões feitas na NR10/2004, foram no âmbito de manutenção das instalações elétricas, a criação do prontuário das instalações elétricas (PIE), sobretudo para empresas onde

a carga elétrica seja superior a 75 kW, que é composto pelo diagnóstico NR-10 que analisa o atendimento aos requisitos da NR 10; laudo técnico das instalações elétricas e pelo laudo do sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA. O laudo das instalações elétricas somado ao diagnóstico NR 10, formam o relatório técnico das inspeções, e, este último somado ao laudo SPDA forma a base do PIE;

Obrigatoriedade de auditoria periódica das condições de segurança das instalações elétricas, juntamente com laudo técnico até mesmo das falhas ocorridas, elaborado por profissional habilitado, com recomendações necessárias para a adequação, e certificação das instalações elétricas para atestar a autenticidade das mesmas;

3.4.1 Introdução de item específico para a segurança em projetos;

Comprovação da capacitação, qualificação, habilitação e autorização formal dos trabalhadores que atuam com eletricidade;

Treinamento para os trabalhadores autorizados, sendo a programação mínima e carga horária predefinidas;

Proibição do trabalho individual na execução de instalações elétricas energizadas de alta tensão (acima de 1000 volts).

Outras NRs influenciam o conteúdo da NR-10: (SOUSA FILHO, 2007, s,p);

- NR-3 – Embargo ou Interdição, na aplicação de penalidades do não cumprimento das normas constantes da NR-10;
- NR 6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI), no subitem 10.2.9, especialmente as vestimentas de trabalho e proibição do uso de adornos pessoais;
- NR-8 – Edificações, no que tange as condições mínimas de segurança e conforto nas edificações como locais de trabalho;
- NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), nos itens referentes aos estudos de análise de riscos das instalações elétricas;
- NR 17 – Ergonomia, os subitens 10.3.10 e 10.4.5, iluminação adequada e posição segura de trabalho devem ser previstas nos projetos de instalações elétricas;
- NR-23 – Proteção contra Incêndios, nas condições mínimas de segurança contra incêndios nos locais de trabalho;
- NR-26 – Sinalização de segurança, destinada à advertência e à identificação das instalações e serviços em eletricidade;
- NR-33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados, pois ambas exigem certificações de materiais e equipamentos em áreas classificadas, responsabilidade solidária no cumprimento da norma para contratantes e contratados, precedência de ordens de serviço sobre qualquer trabalho; e análise de risco das intervenções em instalações elétricas visando à saúde e segurança dos trabalhadores. A NR-10/2004 é apoiada e suportada por algumas NBRs.

A NR-10 abrange as instalações e serviços em eletricidade superiores a 50 Volts (V) Corrente Alternada (CA) ou 120 Volts (V) Corrente Contínua (CC), e é suportada pela NBR 5410 a partir dessas tensões até 1000 V CA e frequência menor que 400 Hz ou 1500 V CC, e pela

NBR 14039 para tensões superiores a 1000 V CA ou 1500 V CC até a tensão de 36,2 Quilovolt (kV).

Existe também a interação da NR-10 com a ABNT NBR IEC 60079-14:2006 – Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas - Parte 14: Instalação elétrica em áreas classificadas (exceto minas), através da adição de itens pertinentes a essa NBR no diagnóstico das instalações elétricas das empresas com atmosferas explosivas ou inflamáveis.

Por fim, há a interação da NR-10 e a NBR 5419, no laudo de inspeção do SPDA, que é composto por medições e inspeções no sistema de aterramento elétrico e no próprio SPDA, com o fim de verificar sua integridade e funcionalidade.

3.5 Legislações de fiscalização da segurança em redes elétricas urbanas, rurais e em instalações elétricas em geral

A Constituição Federal de 1988 define, em seu artigo 175 regulamentado pela Lei Complementar número 8.987/1995, que o fornecimento de energia elétrica é um serviço essencial e que o Poder Público Federal é o responsável direto pela prestação do serviço público ou através de concessão ou permissão, sendo o responsável por todos os atos relativos ao segmento, incluindo a segurança nas redes elétricas urbanas (ZVIR, 2006).

O concessionário/permissionário dos serviços de fornecimento de energia elétrica, segundo a legislação vigente, deve demonstrar capacidade de desempenho por sua conta e risco, inclusive nas medidas de proteção da vida, saúde e segurança da população. Essas medidas são direitos básicos do consumidor previstos no Código de Defesa do Consumidor, Lei número 8.078/90, regulamentado pelo Decreto número 2181/97, contra os riscos provocados por práticas no fornecimento de produtos e serviços considerados perigosos ou nocivos (ZVIR, 2006).

A regulação e fiscalização da geração, transmissão, distribuição e da comercialização da energia elétrica são atribuições da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), vinculada ao Ministério das Minas e Energia. A ANEEL atende as reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as partes e em benefício da sociedade; intermedia os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; concede, permite e autoriza instalações e serviços de energia; garante tarifas justas; zela pela qualidade do serviço; exige investimentos; estimula a competição entre os operadores e assegura a universalização dos serviços sob sua competência (ZVIR, 2006).

Não existem legislações específicas sobre a verificação e fiscalização dos aspectos de segurança nas redes elétricas urbanas e rurais, mas algumas ações isoladas como o convênio entre o Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia- Paraná (CREA-PR), Delegacia Regional do Trabalho do Paraná (DRT-PR) e Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná realizado em 1998, resultou no manual de orientação e recomendações para as empresas de obras civis estabelecerem programas de ações preventivas para evitar a ocorrência de acidentes envolvendo redes aéreas de energia elétrica (ZVIR, 2006).

É necessário expor que a NR-10/2004 é interina da norma ABNT NBR 5410, e abrange o tema da segurança em instalações elétricas em estabelecimentos destinados ao trabalho.

A fiscalização das instalações elétricas em geral fica a cargo dos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e dos municípios. Não existem leis específicas sobre os itens das vistorias/fiscalizações para a aprovação das instalações elétricas, dos requisitos dos profissionais designados para essas atividades, nem de suas periodicidades (BARROS, 2010).

A simples existência de legislações e normalizações em segurança em eletricidade não é suficiente para reduzir o número de acidentes e, conseqüentemente, as perdas humanas e materiais. É necessária a atuação e fiscalização das atividades profissionais e de seus procedimentos de trabalho, através de um sistema de gestão de segurança em eletricidade, sob a supervisão de um profissional com habilidades de comunicação, coordenação e análise crítica dos processos de trabalho e seus riscos.

O principal ponto a ser buscado é o processo de conscientização dos riscos da eletricidade, não só pelos profissionais que atuam diretamente com a eletricidade, mas por toda a sociedade. Porém, a conscientização não pode ser imposta de forma instantânea, ao contrário, esse processo leva muito tempo para se consolidar e deve ser alimentado constantemente, para se transformar em cultura. E a educação é essencial para se atingir esse objetivo.

A NR-10/2004 é uma norma que altera profundamente os sistemas de gestão, fomentando a mudança de cultura das empresas, resultando em um processo complexo, pois não bastam somente investimentos em adequação da estrutura física e aquisição de equipamentos de segurança.

Segundo o engenheiro eletricista Aguinaldo Bizzo, em reportagem à Revista Proteção (AZEVEDO, 2008), “A falta de capacitação de mão-de-obra é um grande problema. Os funcionários têm dificuldade de atender a norma (NR-10), por falta de treinamento e orientações

adequadas. Trabalhar no setor (elétrico) hoje implica muita qualificação, capacitação, EPIs e EPCs adequados. O problema está na gestão da qualidade”.

A iniciativa de decidir tomar as ações promoção e incentivo de adequação à NR-10 e demais normas de segurança em eletricidade deve partir da diretoria das empresas. De nada adiantariam os investimentos em segurança sem a participação efetiva, engajada e permanente da alta direção, pois não haveria o desenvolvimento da cultura de segurança e sim um frágil conhecimento sobre o assunto, que se perderia facilmente.

Diante desse contexto, a atuação do engenheiro eletricista é essencial para o desenvolvimento da segurança em eletricidade, sob diversos aspectos:

- Intermediação com a alta diretoria das empresas, reforçando a promoção de iniciativas de atendimento das legislações e normas relacionadas à segurança em eletricidade através da implantação e manutenção de um sistema de gestão de segurança em eletricidade;
- Atuação no treinamento e orientação técnica aos colegas de trabalho visando à conscientização sobre os riscos da eletricidade e a importância de agir com segurança para a prevenção de perdas;
- Elaboração de documentação técnica sobre o estado das instalações elétricas, de estudos de análise de riscos de todas as atividades que envolvam a eletricidade, especificação de equipamentos de proteção individual e coletiva a serem utilizados, dentre outros.

4 METODOLOGIA APLICADA À PESQUISA

4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa é bibliográfica, embasada em artigos publicados, livros e legislação, sobre a segurança em eletricidade e outros aspectos.

Para que a pesquisa seja desenvolvida de maneira satisfatória tem que dispor de informações suficientes para responder ao problema proposto, e isso se dá através da utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Conforme Andrade (2007, p.121), pesquisa é o “conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo soluções para o problema proposto, mediante a utilização de métodos científicos”. Para tanto o levantamento bibliográfico tem a finalidade de analisar os teóricos que discutem esta problemática e que serve como ponto de partida para a investigação.

É fundamental a pesquisa bibliográfica já que faz parte do ponto inicial de toda investigação, sendo o segundo passo após escolher o tema/assunto, é necessário fazer uma

revisão bibliográfica do tema apontado. Essa pesquisa auxilia na escolha de um método mais apropriado, assim como em um conhecimento das variáveis e na autenticidade da pesquisa.

A presente pesquisa é resumo, pois se embasará em trabalhos de pessoas entendidas no assunto. Entende Andrade (2007) que a pesquisa quanto aos objetivos tendem a ser exploratórias descritivas e explicativas.

A pesquisa em questão é exploratória. A pesquisa sobre a segurança em eletricidade quanto aos objetivos à pesquisa pode ser classificada em exploratória, descritiva e explicativa. É um resumo do assunto, já que, elabora um referencial teórico a respeito do tema eleito.

A pesquisa exploratória “busca apenas levantar informações sobre um determinado objetivo, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando condições de manifestações desse objeto. Na verdade, ela é apenas uma preparação para a pesquisa explicativa” (SEVERINO, 2007, p.123). Enquanto as “descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população. Podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis” (GIL, 2010, p. 27).

2.2 Métodos de pesquisa

O método de procedimento é o histórico. Foram realizadas alusões históricas perante o tema até se chegar à questão principal e atual.

O método de abordagem que fora utilizado é o dedutivo, uma vez que o estudo se iniciará com temas de origens e históricos, para depois se chegar à especificidade, que é a segurança em eletricidade e principalmente sobre a norma que regulamenta (ALEXANDRINHO, SÔNEGO, 2005).

2.3 Técnicas de pesquisa

A técnica de pesquisa bibliográfica, embasada em artigos publicados, livros e legislação e outros aspectos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cursos que possuem eletricidade como conteúdo pragmático no Brasil não contemplam a segurança em eletricidade visando à prevenção de perdas de forma adequada, pois, mesmo naqueles cursos que apresentaram disciplinas com conteúdo integral em segurança

em eletricidade, apresentam deficiências de carga horária e no seu caráter facultativo, dentre outros.

Os objetivos, tanto geral e específicos desse trabalho foram plenamente atingidos, desde a abordagem da importância da segurança em eletricidade, seus principais riscos e estatísticas relacionadas ao tema, passando pelo estudo das legislações e normas técnicas pertinentes.

As novas demandas da segurança em eletricidade surgidas com a revisão mais recente da NR-10 e normas técnicas específicas exigem mudanças no perfil do engenheiro eletricista atual. Conteúdos que eram abordados de forma específica em cursos de pós-graduação, como a segurança em projetos elétricos, instalações elétricas em atmosferas explosivas, procedimentos de segurança e análises de riscos, agora precisam ser disseminados também em nível de graduação, sob pena de permanência dos números de acidentes e perdas, ou até o aumento destes.

A nova NR-10 contém diversas responsabilidades cabíveis ao engenheiro eletricista, dentre outros profissionais que de alguma forma realizam atividades que expõem aos riscos perante a eletricidade:

- Elaboração dos documentos do Prontuário das Instalações Elétricas, e zelo por sua manutenção e revisão;
- Assinar projetos elétricos compatíveis com as Normas Regulamentadoras de Saúde e Segurança do Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego e normas técnicas nacionais e internacionais vigentes;
- Supervisão da construção, montagem, operação, reforma, ampliação, reparação e inspeção das instalações elétricas, zelando pela saúde e segurança dos trabalhadores e usuários das mesmas, respondendo civil e criminalmente sobre eventuais acidentes;
- Realização de análises de risco das atividades relacionadas ao emprego da eletricidade, verificando as particularidades de cada situação, e suspensão da atividade que apresentar risco iminente de acidente ao trabalhador;
- Elaboração de ordens de serviço e procedimentos de trabalho detalhados, de acordo com as exigências e riscos de cada atividade;
- Capacitar e manter informados os profissionais sobre os riscos da eletricidade e instruir sobre as medidas de prevenção desses riscos.

Os cursos de engenharia elétrica necessitam de componentes curriculares adequados às novas demandas surgidas para contribuir na resolução dos problemas da segurança em

eletricidade, tais como a formação de profissionais capazes de liderar, supervisionar e coordenar equipes.

A nova proposta ementária para a disciplina de higiene e segurança do trabalho para os cursos de engenharia elétrica é apresentada a seguir:

- Plano de curso da disciplina de Higiene e segurança no Trabalho (HST) o engenheiro eletricista deve estar apto a lidar e resolver as diversas situações e problemas relacionados à higiene e segurança do trabalho, e principalmente, das demandas da segurança em eletricidade. Para isso, o engenheiro deve ser ético, possuir senso crítico, ser criativo, ter poder de decisão e associar conhecimentos, habilidades e atitudes frente a novas e inesperadas situações.

Uma base educacional sólida nos conhecimentos pertinentes à saúde e segurança do trabalho, como normas e legislações é essencial para a completa formação profissional.

O programa deve contemplar a participação efetiva dos alunos, visando despertar neles características tais como a conscientização da importância da segurança em eletricidade, a sua responsabilidade diante das situações, e como eles podem ser os agentes de mudança de comportamento e atitudes.

Espera-se que os futuros engenheiros possam ser decisivos na preservação da vida, na redução do número e gravidade dos acidentes, e conseqüentemente a redução dos custos diretos, indiretos e sociais destes, além de aumentar produtividade.

SECURITY IN ELECTRICITY

ABSTRACT

The objective of this work is to present an analysis of the importance of safety in electricity for society, its insertion in undergraduate courses involving electrical engineering and production engineering, and the role of the electrical engineer as an agent for the prevention of losses related to deviations and accidents With electricity. The work contains concepts, importance and applications of electricity, its main risks and effects on the human body and electrical installations, and human and material losses statistics. In addition to presenting the risks and precautions that must be taken when handling electricity, it also brings the Norms that regulate the measures, be preventive measures of accident, as well as pertinent legislations, besides bringing to the study the main changes of NR10 / 2004. It is important for anyone pursuing a career in this field of electricity to better understand workplace safety guidelines. At the end, the recommendations and conclusions are presented. The research is of bibliographic, and deductive method.

Keywords: Electricity. NR10. Safety in Electricity.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, Cláudia Rosane Romualdo; SÔNEGO, Cláudia Santos. **Segurança em Eletricidade: uma proposta de manual de segurança para a execução de padrão de medição residencial em rede de baixa tensão**. 2005. 142f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5410: 2004**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5418:1995**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 5419:2005**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **NBR 14039: 2003**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, **ABNT NBR IEC 60079-14:2006**.

AFFONSO, Rodrigo, GUIMARAES, Luís Felipe Antunes, OLIVEIRA, Fernando Antunes, SOUZA, Paulo Sérgio de, VIVEIROS, Nilton. **Adequação de procedimentos de trabalho a NR-10. Estudo de caso**. 2007. X f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica) – Faculdade Politécnica de Jundiaí.

AZEVEDO, Gustavo. **Norma em estado de choque**. Revista Proteção. Porto Alegre, ed. 193, p. 52-61, Fev. 2008.

BARROS, B. F.; Guimarães, E. C. A.; Borelli, R.; Gedra, R. L.; Pinheiro, S. R.; NR-10 Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade Guia Prático de Análise e Aplicação, 1ª edição, Editora Érica, 2010.

ESTON, Sérgio M. de; BARRICO, João B. **Perspectivas da segurança em eletricidade nas indústrias – Visão do setor de ensino**. Disponível em. Acesso em: 08 Outubro de 2016.

FARIA, Nara. **NBR 5410: a norma mãe do setor elétrico**. Revista Lumière. São Paulo, ed. 118, p. 50-53, Fev. 2008.

Fundação COGE - FUNCOGE. **Relatório de Estatísticas de Acidentes no Setor Elétrico Brasileiro de 2006**. Disponível em: . Acesso em: 22 Outubro de 2016.

KINDERMANN, Geraldo. **Choque elétrico**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.

MACHADO, C. Manual de projetos elétricos. 1.ed. São Paulo: Biblioteca 24x7, 2008, p.127-129.

MINISTÉRIO do trabalho. Legislação. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislação/normas_regulamentadoras/nr_10.pdf>. Acesso em: 10/05/2017.

NBR 5419 - Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas (Norma Técnica ABNT), 2001.

NEITZEL, Dennis K. **The hazards of the electricity – Do you what they are?**. Disponível em: . Acesso em: 14 Outubro de 2016.

NISKIER, Julio. **Manual de Instalações Elétricas**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

NOGUEIRA, Valéria Aparecida. **Reestruturação do setor elétrico: um estudo qualitativo das condições de trabalho e saúde dos eletricitários frente à privatização da CERJ**. 1999. 123 f. Dissertação (Mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

SILVA NETO, João C; SILVA, Marcio B.; SILVA, Evaldo M. **O Perfil Exigido do Engenheiro do Terceiro Milênio**.doc. Salvador, 20 março 2008.

SOUSA FILHO, Celso L. **Riscos de eletricidade.pdf**. Salvador, 1 outubro 2007. 1 arquivo (7.624.000 bytes). Adobe Reader 8.0.0.

ZVIR, Pedro Irineu. **Perigo e riscos das redes elétricas para a população e a construção civil**. Estudo de caso. 2006. Trabalho final de graduação (Engenharia Civil) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da União Dinâmica de Faculdades Cataratas – UDC.