



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUDMILA GONZAGA LEITE DA SILVA



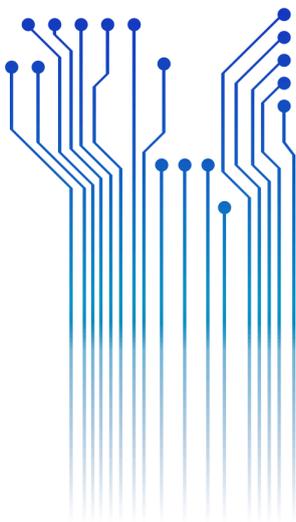
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO ENVOLVENDO INSTALAÇÕES E SERVIÇOS
EM ELETRICIDADE



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2019

LUDMILA GONZAGA LEITE DA SILVA

PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO ENVOLVENDO INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM
ELETRICIDADE

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2019

LUDMILA GONZAGA LEITE DA SILVA

PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO ENVOLVENDO INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM
ELETRICIDADE

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em / /

Professora Raquel Aline Araújo Rodrigues Félix, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho a minha família, que firmemente me deu apoio ao longo de toda vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Joaneide, por todos os anos de cuidado e dedicação, por ter se esforçado para que eu continuasse avançando na vida acadêmica, principalmente durante a graduação, pelos princípios e valores ensinados, e por todo amor que recebi.

Agradeço ao meu namorado, Alessandro, que me ofereceu apoio e suporte emocional em diversos momentos de dificuldade, por me incentivar e me reanimar para que eu não desistisse dos meus objetivos, por estar sempre ao meu lado. Por todo cuidado, afeto e carinho.

Agradeço também a minha família: irmã, tios e primos, por sempre me motivarem e confiarem no meu sucesso.

Agradeço também a todas as pessoas que estiveram próximas em momentos variados ao longo desta trajetória, amigos e colegas de curso, que direta ou indiretamente me ajudaram e tornaram essa jornada mais leve e divertida.

Enfim, sou grata por todas as pessoas e situações que contribuíram para minha formação pessoal.

“Anything you want can be yours at any time.”

Jason Mraz

RESUMO

Este trabalho é um estudo exploratório sobre acidentes de trabalho em instalações e serviços em eletricidade no Brasil. Foi realizada uma análise estatística descritiva para traçar os perfis dessas ocorrências: principais causas, vítimas e consequências. E como resultado foram apresentados métodos, técnicas e medidas de gerenciamento do risco elétrico, utilizados na prevenção de acidentes e na manutenção da saúde e segurança no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Instalações elétricas, Segurança do trabalho, Prevenção de Acidentes, Acidente de Trabalho, Risco elétrico.

ABSTRACT

This paper is an exploratory study on occupational accidents in electricity facilities and services in Brazil. A descriptive statistical analysis was performed to profile these occurrences: main causes, victims and consequences. As a result, electrical risk management methods, techniques and measures used to prevent accidents and maintain health and safety in the workplace were presented.

Keywords: Electrical Installations, Occupational safety, Accident prevention, Occupational accidents, Electrical risk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aplicações e técnicas para identificação do perigo.	18
Figura 2 - Percursos da corrente elétrica pelo corpo humano.	22
Figura 3 - Ocupações mais citadas em acidentes por choque elétrico.....	26
Figura 4 - Acidentes de origem elétrica (2018).....	27
Figura 5 - Dados gerais de acidentes de origem elétrica (Fatais e não fatais).....	28
Figura 6 - Série histórica de acidentes de origem elétrica no brasil.	28
Figura 7 - Morte por choque elétrico (tipo de edificação ou logradouro).	30
Figura 8 - Morte por choque elétrico em redes aéreas.	31
Figura 9 - Choque elétrico por profissão/ocupação.....	31
Figura 10 - Incêndios por sobrecarga (tipo de edificação ou logradouro).	32
Figura 11 - Série histórica de incêndios/mortes originados por sobrecarga.....	33
Figura 12 - Número de mortes decorrentes de acidentes de trabalho em distribuidoras.	35
Figura 13 - Número de acidentes fatais e não fatais com terceiros envolvendo a rede elétrica e demais instalações.....	35
Figura 14 - Ciclo PDCA.	45
Figura 15 - Localização de risco elétrico em instalações temporárias.	46
Figura 16 - Hierarquia do processo de eliminação de perigos e redução de riscos.	47
Figura 17 Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre.....	51
Figura 18 - (A) Barreira e invólucro; (B) Invólucro;	53
Figura 19 - Obstáculos.....	53
Figura 20 - <i>Lockout-Tagout</i> : Método de bloqueio.	54
Figura 21 - Isolação Básica.	55
Figura 22 - Isolação Dupla.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de classificação da severidade do risco.....	19
Tabela 2 - Escala de classificação de frequência/probabilidade.....	20
Tabela 3 - Medidas de prevenção de riscos ocupacionais	21
Tabela 4 - Porcentagem de corrente pelo coração	22
Tabela 5 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	23
Tabela 6 – Dimensionamento do SESMT para atividades com grau de risco 3	38
Tabela 7 - Dimensionamento da cipa para os grupos c-17 e c-18 de acordo com o CNAE.	39
Tabela 8 - Lista de EPIs para atividades que envolvem eletricidade.	40
Tabela 9 - Exemplo de resultado da avaliação dos riscos.	46
Tabela 10 - Medidas de controle de riscos adicionais em serviços eletricitários	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APR	Análise Preliminar de Risco
CA	Certificado de Aprovação
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNAE	Classificação Nacional das Atividades Econômicas
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GM	Gabinete do Ministro
IDR	Interruptor Diferencial Residual
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
MPT	Ministério Público do Trabalho
MTb	Ministério do Trabalho
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Técnica
NR	Norma Regulamentadora
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
OSST	Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>

SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SGSSO	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional
SSO	Saúde e Segurança Ocupacional
SST	Saúde e Segurança no Trabalho

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Objetivos	15
1.2	Metodologia	15
1.3	Organização do texto	15
2	Fundamentação teórica	17
2.1	Segurança do trabalho	17
2.2	Acidente do trabalho	17
2.3	Perigo	18
2.4	Risco	19
2.4.1	Severidade do risco	19
2.4.2	Gerenciamento de riscos	20
2.5	Choque elétrico	22
2.6	Arco elétrico	24
3	Dados Estatísticos	25
3.1	Acidentes de trabalho com eletricidade	25
3.2	Acidentes de origem elétrica	27
3.2.1	Acidentes por choque elétrico	29
3.2.2	Incêndios por sobrecarga	32
3.3	Acidentes em distribuidoras de energia elétrica	34
3.4	Principais causas dos Acidentes de origem elétrica	36
4	Regulamentação e Orientações técnicas	37
4.1	NR 4 - Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho	37
4.2	NR 5 - Comissão interna de prevenção de acidentes	38
4.3	NR 6 - Equipamento de proteção individual	39
4.4	NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade	41
4.5	NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos	41
4.6	Norma técnica ABNT NBR 5410:2004	42
4.7	Norma técnica ABNT NBR 14039:2005	43
5	Medidas de controle de risco elétrico e prevenção de acidentes	43
5.1	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional	44

5.1.1	Planejamento	45
5.1.2	Operação.....	47
5.1.3	Avaliação do desempenho.....	48
5.1.4	Melhoria	48
5.2	Medidas de controle do risco elétrico	48
5.2.1	Desenergização.....	49
5.2.2	Seccionamento automático da alimentação.....	51
5.2.3	Proteção por extra baixa tensão.....	52
5.2.4	Barreiras e invólucros.....	52
5.2.5	Obstáculos e anteparos	53
5.2.6	Bloqueios e impedimentos	53
5.2.7	Colocação fora do alcance.....	54
5.2.8	Separação elétrica.....	54
5.2.9	Isolamento das partes vivas.....	54
5.2.10	Medidas de controle para riscos adicionais	55
5.3	Boas práticas para prevenção de acidentes	56
6	Conclusão.....	58
	Referências	60

1 INTRODUÇÃO

Desde que foi descoberta e passou a ser comercializada, a eletricidade foi tornando-se exponencialmente relevante para o desenvolvimento da sociedade, a tal ponto que passou a ser considerada como um bem essencial, como afirmam PES & ROSA (2011): “No tocante aos serviços públicos, podemos definir alguns como serviços que apresentam como característica fundamental serem essenciais, indispensáveis para uma vida digna. Esse é o caso da energia elétrica”. Portanto, não é passível de interrupção e deve ser fornecida continuamente.

No entanto, muitas pessoas ainda desconhecem ou são negligentes quanto aos perigos e riscos da eletricidade. Mesmo estando extremamente presente no cotidiano da população, acidentes de origem elétrica ainda acontecem com frequência. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o número de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica e outras instalações chegou a 861 ocorrências no ano de 2018.

Os danos decorrentes dos acidentes de trabalho com eletricidade, além do dano a integridade física do trabalhador, refletem, também, custos altíssimos. Estes prejuízos derivam das horas perdidas de trabalho, dos danos ao próprio local do acidente, das indenizações à vítima, ou a família em caso de óbito, e ainda, nas multas impostas pelos órgãos de fiscalização se verificadas irregularidades (LOURENÇO & LOBÃO, 2008).

Para garantir de forma mais eficaz a segurança dos trabalhadores e, por conseguinte, dos consumidores, e dar um formato final às leis de segurança do trabalho, foram criadas as Normas Regulamentadoras (NRs). Ao longo dos anos foram feitas algumas modificações e atualizações para que as mesmas sejam sempre efetivas em relação às constantes mudanças nos ambientes de trabalho. Dentre as normas voltadas à segurança no trabalho, algumas são diretamente ligadas a instalações e serviços em eletricidade.

Portanto, diante da relevância da energia elétrica na manutenção e desenvolvimento da sociedade como conhecemos hoje, e das graves ocorrências que revelam os perigos aos quais os seres humanos, e sobretudo, os trabalhadores do setor elétrico em seus diversos níveis ainda estão expostos, tem-se a motivação deste trabalho.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivos reunir dados e informações relevantes sobre a ocorrência de acidentes de trabalho em instalações e serviços em eletricidade no Brasil, bem como apresentar soluções baseadas em requisitos legais e exigências do mercado de trabalho para prevenção de acidentes desta natureza.

1.2 METODOLOGIA

O estudo tem caráter exploratório, pois busca proporcionar maior familiaridade com o tema proposto, garantindo uma abordagem investigativa e qualitativa. É descritivo, pois apresenta conceitos referentes ao assunto abordado.

O método de pesquisa escolhido foi quali-quantitativo. Em parte, quantitativo, através da análise estatística descritiva, onde são sintetizados valores referentes a diversos aspectos de acidentes de trabalho de origem elétrica, o que proporciona uma visão mais ampla de como se comportam, sendo descritos e organizados por meio de tabelas e gráficos. E em parte, qualitativo, para compreensão dos demais aspectos que não são mensuráveis numericamente.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Para melhor entendimento e coesão, o trabalho foi dividido em seções:

2. Fundamentação Teórica: são apresentados conceitos básicos de Engenharia de Segurança do trabalho, como definições de acidente do trabalho, perigo e risco. Bem como conceitos de eletricidade, como choque elétrico e arco elétrico.

3. Dados Estatísticos: são descritos estatisticamente os casos de acidentes de trabalho no Brasil nos últimos anos, especificamente os acidentes de origem elétrica. Traçando-se então os perfis dessas ocorrências: onde ocorrem, quais as ocupações mais expostas, principais agentes causadores e gravidade desses acidentes.

4. Regulamentação e Orientações Técnicas: são apresentadas as normas regulamentadoras mais relevantes para segurança e prevenção de acidentes em instalações e serviços em eletricidade, bem como suas disposições, objetivos e aplicabilidade.

5. Medidas de controle de risco elétrico e prevenção de acidentes: reúne as principais soluções de acordo com requisitos legais e exigências de mercado para garantir a saúde e segurança ocupacional, em serviços que envolvem eletricidade. São apresentadas as etapas de implementação de um sistema de gestão de SSO, medidas de controle do risco elétrico como parte do gerenciamento de riscos, e boas práticas para prevenção de acidentes no ambiente de trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SEGURANÇA DO TRABALHO

Segurança do trabalho pode ser definida como a ciência que desenvolve técnicas e metodologias visando prevenir a ocorrência de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, melhorando em diversos aspectos o ambiente laboral. De modo multidisciplinar, reúne conceitos da área de saúde, administrativa e educacional. É aplicada por meio de normas técnicas, medidas preventivas e ações de conscientização (MARCONDES, 2017).

Através da Portaria GM nº 3214, de 8 de junho de 1978, que regulamenta as atividades de Segurança do Trabalho, foram aprovadas as Normas Regulamentadoras da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Tais normas são de observância obrigatória por todas as empresas e órgãos públicos que tenham empregados regidos pela CLT.

2.2 ACIDENTE DO TRABALHO

No Brasil, a definição legal de acidente do trabalho é dada conforme o art. 19 da Lei nº 8213, de 24 de julho de 1991, segundo o qual:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Há também um conceito prevencionista de acidente do trabalho. Segundo FERREIRA (2012): “acidente de trabalho é qualquer ocorrência não programada, inesperada ou não, que interfere ou interrompe a realização de uma determinada atividade, trazendo como consequência isolada ou simultânea a perda de tempo, danos materiais ou lesões”.

Diferente do conceito legal, não é necessário que haja lesão física para que seja caracterizado como acidente.

2.3 PERIGO

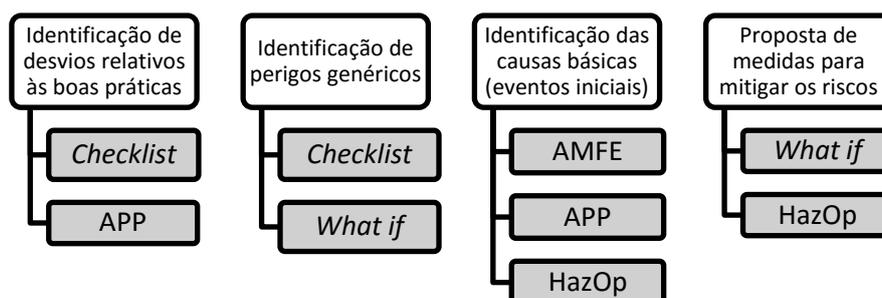
Pode-se definir o perigo como qualquer objeto, condição ou atividade que tenha potencial de contribuir ou causar lesões e até a morte de pessoas; danos à bens; perdas ou redução de habilidade no desempenho de determinadas funções (UNIFAL, [201-]). Quando relacionado ao trabalho, pode ser considerado como algo que pode acarretar efeitos nocivos à saúde do trabalhador e ao ambiente de trabalho. Podem ser considerados fontes de perigo no trabalho: materiais, equipamentos, sistema de trabalho, trabalhador, ou mesmo ambientes de trabalho.

A identificação do perigo é o processo de reconhecer a existência de um perigo e de definir suas características (*Occupational Health and Safety Assessment Series - OHSAS, 2007*). O objetivo deste procedimento é detectar quais situações no ambiente de trabalho podem vir a causar danos, dando prioridade àquelas que podem gerar lesões de qualquer gravidade. Para isso, geralmente são utilizadas as seguintes técnicas:

- *Checklist* – Listas de verificação
- APP – Análise Preliminar de Perigos
- *What if* – Análise “E se...”
- AMFE – Análise de Modos de Falhas e Efeitos
- *HazOp* – Estudo de Perigos e Operabilidade

Na Figura 1 são mostradas quais técnicas, das citadas acima, são mais adequadas a determinadas aplicações.

FIGURA 1 - APLICAÇÕES E TÉCNICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO.



Fonte: Adaptado de ESCOLA TÉCNICA DR. GUALTER NUNES (2018).

Algumas outras técnicas que podem ser utilizadas na identificação do perigo são: reuniões de segurança, reuniões da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), inspeções de campo de todo os tipos, relato, análise e divulgação de acidentes e quase acidentes (pessoais e não pessoais), exame de fluxogramas ou análise de tarefas.

2.4 RISCO

O Risco é definido como a combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposições e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pelas exposições (OHSAS, 2007). Para o gerenciamento de riscos, apenas os riscos puros são levados em consideração, onde só há perdas.

2.4.1 SEVERIDADE DO RISCO

A severidade é determinada pelos níveis de exposição e gravidade do risco. Pode variar de acordo com a atividade laboral. Na Tabela 1, é possível observar com mais detalhes uma escala de classificação de severidade do risco.

TABELA 1 - ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DO RISCO.

SEVERIDADE		
Classificação	Descrição	Valor
Negligenciável	Sem danos materiais ou danos insignificantes.	1
Marginal	Danos ou doenças ocupacionais menores, com ou sem incapacidade temporária, sem assistência médica especializada. Danos materiais ligeiros.	2
Moderado	Danos ou doenças ocupacionais de média gravidade, com assistência médica especializada. Danos materiais moderados.	3
Grave	Danos ou doenças ocupacionais graves, com incapacidade temporária ou parcial permanente. Danos materiais graves.	4
Crítico	Morte ou incapacidade total permanente. Danos materiais muito graves.	5

Fonte: Adaptado de ENCARNAÇÃO (2014).

2.4.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS

O principal objetivo do gerenciamento de riscos é prever, reduzir ou minimizar os impactos danosos resultantes de eventos indesejáveis, e dessa forma reduzir a quantidade de acidentes e demais perdas (RUPPENTHAL, 2013). Isso é feito através de técnicas que visam o tratamento correto dos riscos. Esse processo começa com a identificação de perigos e segue para as seguintes etapas: a análise, a avaliação e o controle de riscos.

A análise de riscos refere-se à elaboração de uma estimativa de risco visando determinar as causas e possíveis consequências das hipóteses acidentais. O resultado final é expresso na proposição de medidas que eliminem os perigos ou reduzam as consequências, caso os possíveis acidentes sejam inevitáveis. Uma das técnicas mais utilizadas nesta etapa é a Análise Preliminar de Risco (APR).

A avaliação de riscos utiliza os resultados obtidos na etapa anterior, buscando quantificar o evento causador de possíveis acidentes em termos de probabilidade. Como isso nem sempre é possível, essa avaliação é geralmente feita de forma qualitativa. A tolerabilidade do risco é definida a partir da avaliação efetuada de acordo com critérios de “Severidade” e “Frequência/Probabilidade”, na Tabela 2 é mostrada a classificação considerando o critério de Frequência/Probabilidade. Cruzando os resultados das tabelas 1 e 2 é possível determinar a tolerabilidade do risco.

TABELA 2 - ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE FREQUÊNCIA/PROBABILIDADE.

Frequência/Probabilidade		
Classificação	Descrição	Valor
Muito Improvável	Quase impossível que o evento ocorra.	1
Improvável	Bastante improvável que ocorra (não se tem notícia de que tenha ocorrido).	2
Remoto	Improvável, mas é possível que venha a ocorrer (ocorre raramente).	3
Ocasional	É provável que ocorra algumas vezes (tem ocorrido com pouca frequência).	4
Frequente	É provável que ocorra muitas vezes (tem ocorrido frequentemente).	5

Fonte: Adaptado de ANAC (2012).

A última etapa é o controle de risco. “Controle é um processo de concepção, educação, projeto e implementação de intervenções benéficas para o trabalhador e para o meio ambiente”. (UNIFAL, [201-?]). Durante esta etapa do gerenciamento de risco devem ser realizadas mudanças para que sejam eliminadas, neutralizadas ou reduzidas as condições perigosas nos ambientes de trabalho.

As medidas que trazem modificações aos processos e aos ambientes de trabalho, por meio de técnicas objetivas, eficazes e que possuam a menor dependência do comportamento humano possível, geralmente constituem as melhores estratégias para controle e prevenção dos riscos. Na Tabela 3 são apresentadas algumas medidas preventivas contra riscos no ambiente ocupacional, relativas ao processo, ao ambiente de trabalho, ao trabalhador e aos procedimentos administrativos.

TABELA 3 - MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS.

Aplicação	Medidas preventivas	
Relativas ao Processo e ao Ambiente de Trabalho	<i>Controle na Fonte</i>	Seleção de tecnologias limpas e seguras; Substituição de materiais; Substituição/Modificação de processos e equipamentos; Métodos úmidos; Manutenção de processos e equipamentos;
	<i>Controle na Transmissão</i>	Isolamento; Ventilação Industrial;
	<i>Outras medidas</i>	Layout e organização do trabalho; Limpeza; Armazenamento e rotulagem adequados; Sinais e avisos; Áreas restritas; Vigilância ambiental; Monitorização e sistemas de alarme;
Relativas ao Trabalhador e aos procedimentos Administrativos	Práticas de trabalho adequadas; Educação, treinamento e comunicação de riscos; Equipamentos de Proteção Individual (EPI); Vigilância da saúde; Higiene pessoal e das roupas; Limitação da exposição; Rotação;	

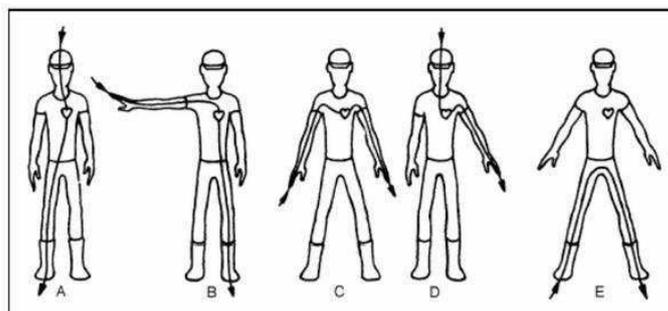
Fonte: Adaptado de ESCOLA TÉCNICA DR. GUALTER NUNES (2018).

2.5 CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é a perturbação, de natureza e efeitos diversos, que se manifesta no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica (COTRIM, 2009). Alguns fatores como a intensidade e a frequência da corrente, o tempo de exposição, o percurso através do corpo, a umidade da pele e as condições orgânicas do indivíduo determinam a severidade do choque.

O percurso da corrente elétrica através do corpo humano pode ser diversificado, dependendo do ponto de contato entre o indivíduo e o objeto energizado. Para cada percurso realizado pela corrente através do corpo, há uma porcentagem de corrente correspondente. Na Figura 2 são mostrados os possíveis percursos que a corrente pode realizar através do corpo humano. Para cada um dos percursos definidos pelas letras A, B, C, D e E existe uma porcentagem de corrente correspondente, mostrada na Tabela 4.

FIGURA 2 - PERCURSOS DA CORRENTE ELÉTRICA PELO CORPO HUMANO.



Fonte: CASTELETTI (2006).

TABELA 4 - PORCENTAGEM DE CORRENTE PELO CORAÇÃO.

Percurso	Porcentagem de corrente elétrica
A – Da cabeça ao pé direito	9,7%
B – Da mão direita ao pé esquerdo	7,9%
C – Da mão direita à mão esquerda	1,8%
D – Da cabeça à mão esquerda	1,8%
E – Do pé direito ao pé esquerdo	0%

Fonte: Adaptada de CASTELETTI (2006).

Para que o organismo sofra o choque elétrico, a corrente de choque deve superar a impedância do organismo. Dependendo das condições de umidade da pele, o choque

elétrico pode ser intensificado. Os tipos de contato também são um fator importante para a caracterização do choque elétrico, e podem ser classificados como:

- Contatos diretos: quando a pessoa toca diretamente a parte viva (condutores energizados) de uma instalação elétrica.
- Contatos indiretos: contatos de pessoas ou animais com massas que ficaram sob tensão devido a uma falha de isolamento.

Os contatos diretos são os maiores causadores de acidentes, podem ser causados por atitudes imprudentes, falhas no isolamento do condutor ou remoção indevida de partes isolantes. Ainda assim, o perigo dos contatos indiretos é relevante, visto que não é prevista a energização acidental, resultado de algum defeito interno do equipamento.

Os efeitos do choque elétrico no corpo humano são patofisiológicos. Na Tabela 5 mostra-se a relação geral entre a quantidade da corrente recebida e a reação quando a corrente flui da mão para o pé por apenas 1 segundo.

TABELA 5 - EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO.

Corrente	Reação
< 1 miliampère	Geralmente não perceptível.
1 miliampère	Formigamento leve.
5 miliampères	Um leve choque foi sentido; não doloroso, mas perturbador. Fortes reações involuntárias podem levar a outras lesões. Um indivíduo de porte médio consegue se soltar.
6 – 25 miliampères (mulheres)	Choque doloroso. Perda do controle muscular.
9 – 30 miliampères (homens)	Corrente paralisante ou “limite de largar”.
50 – 150 miliampères	Dor extrema, parada respiratória, contrações musculares severas. Pode levar à morte.
1000 – 4300 miliampères	Ação de bombeamento sanguíneo cessa. Contração muscular e danos nos nervos. Provável morte.
10000 miliampères	Parada cardíaca, queimaduras severas. Provável morte.

Fonte: Adaptada de *Occupational Safety and Health Act* – OSHA (2002).

De modo geral, os efeitos causados pelo choque elétrico no corpo humano são: inibição dos centros nervosos, podendo causar parada respiratória; alteração no ritmo cardíaco, levando à fibrilação ventricular e possível parada cardíaca; queimaduras internas ou externas, podem acarretar necrose; eletrólise no sangue (aglutinação de sais minerais); tetanização (contrações musculares); asfixia; e danos auditivos, oculares, renais e ao sistema nervoso.

Pelo nível de severidade dos danos, destacam-se: fibrilação ventricular, tetanização, parada respiratória e queimaduras.

A fibrilação ventricular ocorre quando o músculo cardíaco é diretamente atingido pela corrente elétrica. A tetanização é a paralisia muscular resultante da passagem de corrente elétrica em alta frequência através dos tecidos nervosos que controlam os músculos. A parada respiratória é resultante da passagem, através do corpo humano, de correntes superiores ao “limite de largar”. As queimaduras são resultado do efeito Joule. Segundo a FUNDACENTRO (2007):

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera calor produzindo queimaduras, cuja gravidade depende da intensidade e do tempo de contato com a corrente elétrica. Em altas tensões, os efeitos térmicos produzem destruição de tecidos superficiais e/ou profundos, artérias, centros nervosos, além de causar hemorragias.

Nos pontos de entrada e saída da corrente, a resistência do corpo é maior, o que aumenta a gravidade das queimaduras. Embora os tecidos internos possam ser considerados bons condutores, a energia dissipada pode causar queimaduras internas, como carbonização e coagulação.

2.6 ARCO ELÉTRICO

Arco elétrico é a descarga elétrica que se estabelece, em condições apropriadas, num gás ou vapor, e na qual a densidade de corrente é elevada e a tensão elétrica relativamente baixa. Nesta descarga, a densidade de corrente diminui, entre certos limites, quando a tensão cresce, também entre certos limites (CASTELETTI, 2006).

Pode-se dizer que sempre que há passagem de corrente por um meio isolante como o ar ou óleo, ocorre um arco elétrico ou voltaico. Dentre as consequências para o ser humano, a de maior gravidade são as queimaduras, seguida das quedas.

Alguns dos motivos relacionados a falhas de equipamentos dada a ocorrência de arcos elétricos são: mau contato, deterioração da isolação, defeito de fabricação de componentes, equipamento ou dimensionamento inadequado, projeto e manutenção inadequados, contatos acidentais ou inadvertidos, ou queda de peças soltas durante manobra.

3 DADOS ESTATÍSTICOS

Anualmente, inúmeras fatalidades de diversos tipos ocorrem no Brasil, sobretudo, no ambiente de trabalho. Através das informações estatísticas, é possível conhecer a tipologia dos acidentes, bem como as falhas e deficiências do ambiente ocupacional.

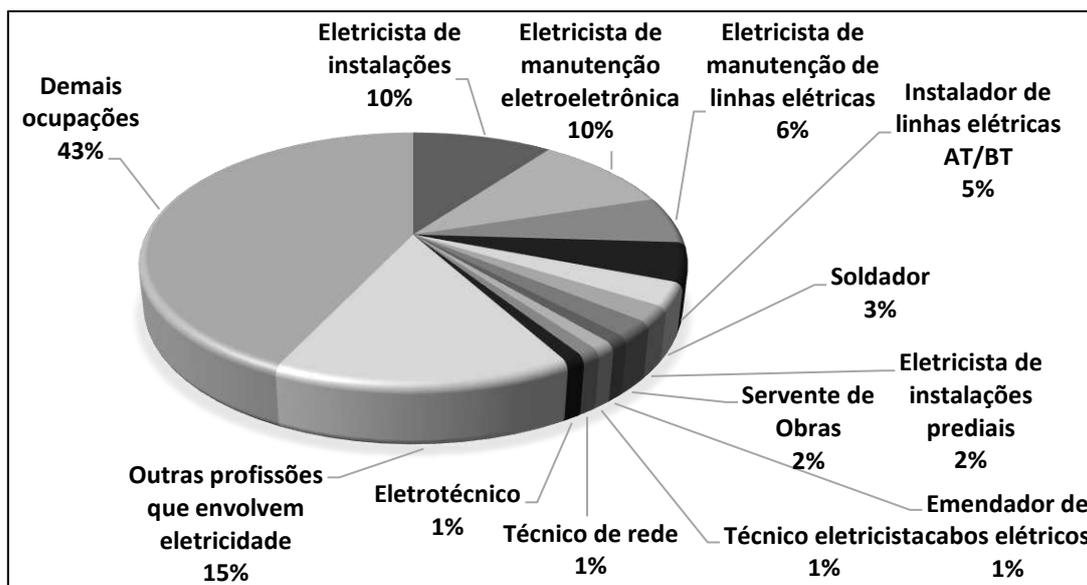
No presente trabalho, serão utilizados como base para análise os dados disponibilizados pelo Observatório da Saúde e Segurança no Trabalho (OSST), pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Sendo assim, os dados apresentados neste capítulo têm por finalidade auxiliar a construção dos perfis de acidentes com eletricidade no Brasil, principalmente nos ambientes de trabalho.

3.1 ACIDENTES DE TRABALHO COM ELETRICIDADE

Acidentes que envolvem eletricidade podem ter vários tipos de agentes causadores, o mais comum é o choque elétrico. Dentre as ocupações que estão mais expostas a perigos dessa natureza, os profissionais que lidam diretamente com eletricidade, certamente serão os mais afetados. Isso pode ser observado no gráfico da Figura 3, que destaca as profissões mais afetadas por acidentes causados por choque elétrico.

FIGURA 3 - OCUPAÇÕES MAIS CITADAS EM ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO.



Fonte: Adaptado de OSST (2019).

Aproximadamente 57% das notificações de acidentes em que o agente causador é o choque elétrico envolvem profissionais relacionados à eletricidade, principalmente os eletricitas que trabalham em quaisquer dos níveis de tensão. Como é visto também na Figura 3, eletricitas de instalações em geral (10%), de manutenção (10%) e de linhas elétricas (6%) lideram as porcentagens de acidentes por choque elétrico.

Outros profissionais, cujo trabalho envolve eletricidade indiretamente, como servente de obras, pedreiros e soldadores também se destacam dentre os trabalhadores que mais se acidentam devido a choques. E boa parte desses acidentes se deve a negligências com instalações elétricas provisórias em canteiros de obras, além do descuido com materiais condutores de eletricidade, como os metais (ABRACOPEL, 2019).

Considerando acidentes fatais causados por choque elétrico, tem-se o mesmo padrão em relação às ocupações mais citadas. Profissionais do setor elétrico e da construção civil são os que mais morrem em acidentes desse tipo no ambiente de trabalho. Nos últimos anos foram levados a óbito, segundo o OSST (2019):

- 53 eletricitas de instalações;
- 34 eletricitas de manutenção de linhas elétricas, telefônicas e de comunicação de dados;
- 25 instaladores de linhas elétricas de alta e baixa tensão;
- 16 serventes de obra;

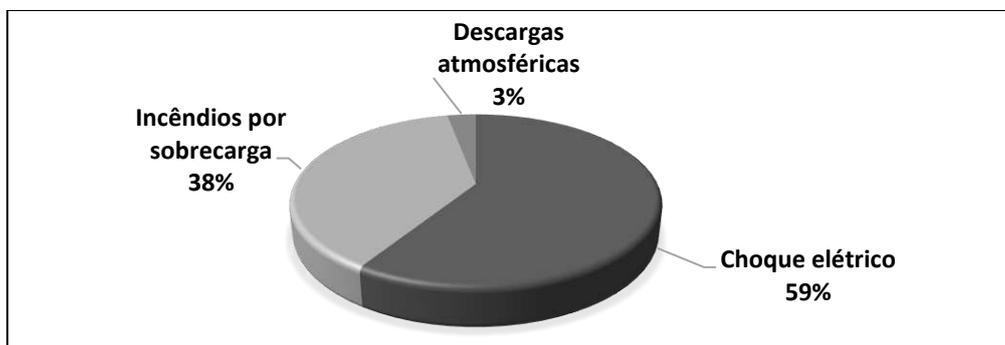
- 13 pedreiros;

Totalizando mais de 440 mortes por choque elétrico no Brasil entre os anos de 2012 e 2018. É válido lembrar que esses dados se referem apenas aos casos em que houve emissão de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) anterior à liberação de benefício, onde os acidentados eram trabalhadores com vínculo empregatício regular.

3.2 ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Acidentes que envolvem eletricidade de um modo geral, segundo as estatísticas da ABRACOPEL, possuem 3 tipos principais de agentes causadores: choque elétrico, incêndios por sobrecarga e descargas atmosféricas. Nesta seção serão detalhados os eventos desta natureza contabilizados no Anuário Estatístico da Abracopel com ano base 2018, onde foram verificados 1424 acidentes de origem elétrica. A distribuição desses acidentes de acordo com os principais agentes causadores é mostrada na Figura 4.

FIGURA 4 - ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA (2018).

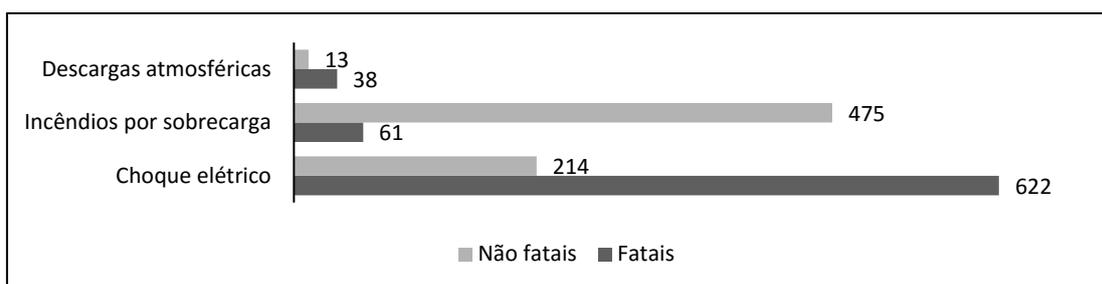


Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

A maioria dos acidentes decorrem de choque elétrico, já as descargas atmosféricas representam apenas uma pequena parcela do total das ocorrências.

Segundo a ABRACOPEL, do número total de acidentes, em ordem decrescente de eventos, 836 foram causados por choques, 536 foram incêndios devido à sobrecarga (ou curto circuito) e por fim, com a menor incidência, 51 descargas atmosféricas, conforme apresentado na Figura 5.

FIGURA 5 - DADOS GERAIS DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA (FATAIS E NÃO FATAIS).



Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

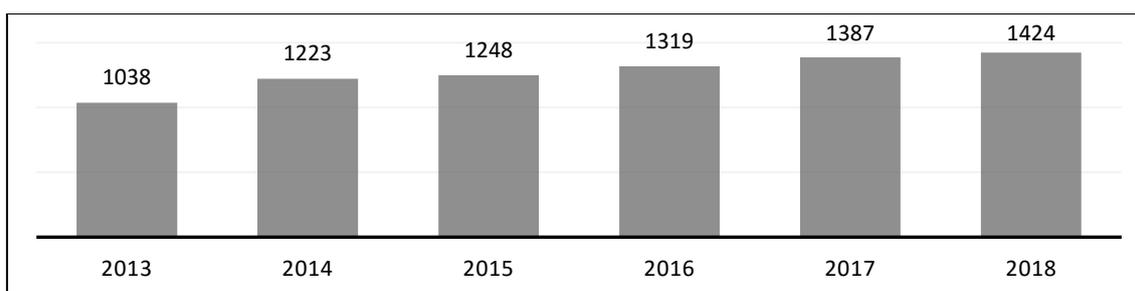
Muitas vezes essas ocorrências levam à morte, principalmente em acidentes devido a descargas atmosféricas e choque elétrico. Em eventos como estes, 74% das ocorrências foram fatais. Já em acidentes por sobrecarga, essa porcentagem é de aproximadamente 11%, ainda de acordo com a Figura 5.

Embora o menor número de ocorrências seja devido a descargas atmosféricas, a porcentagem de mortes em acidentes deste tipo é relativamente alta. De acordo com os dados coletados em 2018, a cada dez acidentes, pelo menos 6 são fatais.

Diferente das descargas, nos casos de incêndios gerados por curto circuito ou sobrecarga, a cada 10 ocorrências, apenas 1 é fatal. Isso se deve, em grande parte, ao nível de tensão nos locais onde ocorrem esse tipo de acidente: residências, canteiros de obras e outros tipos de instalações elétricas provisórias e de baixa tensão. Os números de acidentes com óbito em relação aos acidentes em que não houveram mortes também estão demonstrados na Figura 5.

Em relação ao ano de 2017, houve um aumento de aproximadamente 3% no número de acidentes, como mostrado na Figura 6. Observando a série histórica que começa em 2013, é possível notar um crescimento constante nas ocorrências ao longo dos últimos 6 anos, que varia em torno de 5% a cada ano.

FIGURA 6 - SÉRIE HISTÓRICA DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA NO BRASIL.



Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

3.2.1 ACIDENTES POR CHOQUE ELÉTRICO

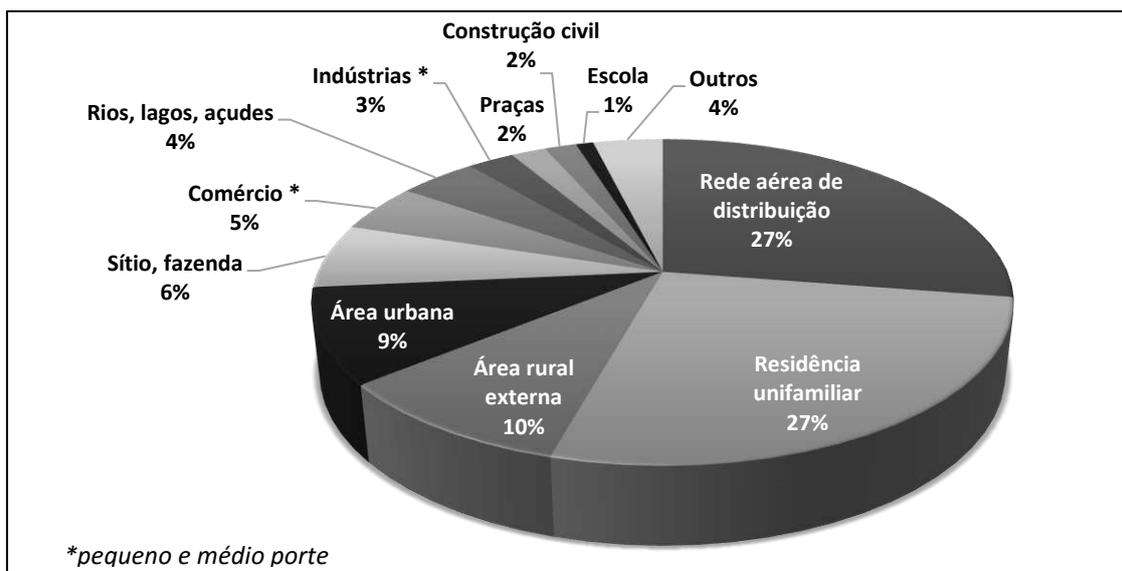
Como visto na seção anterior, os acidentes por choque elétrico representam a maioria dos casos de acidentes de origem elétrica no país. Embora muito já tenha sido desenvolvido em termos de conscientização para uso seguro de equipamentos eletroeletrônicos, além de boas práticas em serviços com eletricidade em todos os níveis de tensão, sabe-se que a realidade ainda é muito distinta do que seria considerado ideal. Por essa razão, acidentes por choque elétrico ainda são tão comuns e recorrentes.

Ao longo dos anos, através de políticas públicas e desenvolvimento econômico, a eletricidade foi se tornando cada vez mais presente no dia a dia dos brasileiros, a tal ponto que ao final de 2018, 99,7% da população brasileira possuía acesso à eletricidade (IBGE, 2019). E à medida que a energia elétrica se tornou acessível, foram aumentando também o número de eletrodomésticos e o consumo de energia por domicílio. Ainda assim, as condições de habitação não melhoraram qualitativamente na mesma proporção. O que significa que boa parte das instalações elétricas residenciais não estão adequadas à carga atual.

Assim surgem as causas mais frequentes para acidentes por choque elétrico, que são: instalações elétricas antigas, falta de manutenção e sobrecarga de um mesmo ponto de força (ABRACOPEL, 2019). Somado a isso, os maus hábitos em relação a contratação de profissionais qualificados para o serviço com eletricidade, fazem com que a qualidade das instalações elétricas, ainda que provisórias, esteja muito abaixo dos padrões de segurança.

Na Figura 7 é possível observar como se distribuem as mortes por choque elétrico levando em consideração os tipos de edificações e logradouros. Dentre os acidentes fatais, destacam-se aqueles ocorridos em redes aéreas de distribuição e em residências unifamiliares, totalizando 54% dos casos.

FIGURA 7 - MORTE POR CHOQUE ELÉTRICO (TIPO DE EDIFICAÇÃO OU LOGRADOURO).

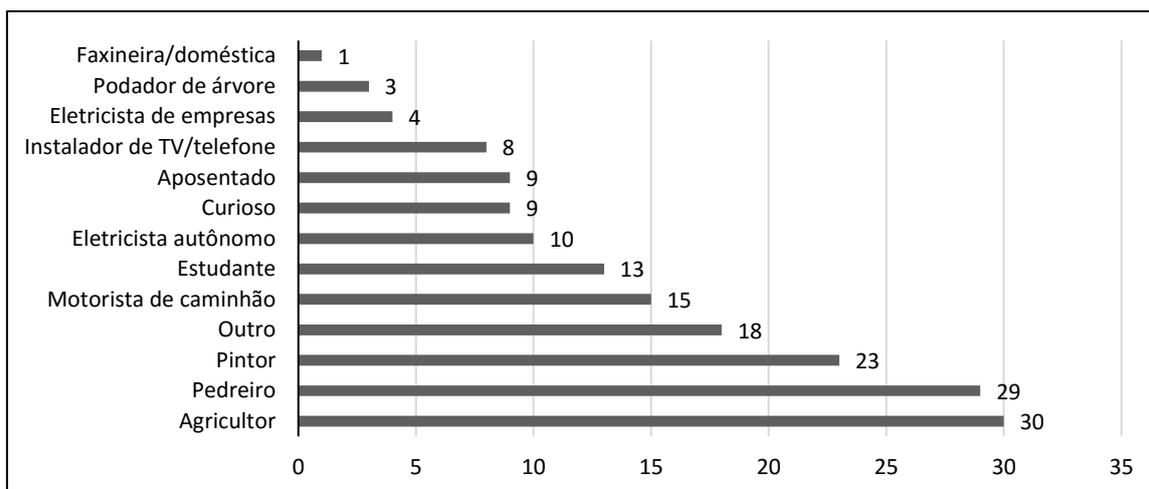


Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

Imagina-se que o ambiente domiciliar seja apropriadamente seguro, no entanto, isso não se verifica, de acordo com os dados. Além das 172 mortes que ocorreram em residências unifamiliares (casas), 41 mortes ocorreram em sítios, fazendas, chácaras e apartamentos, também consideradas áreas domiciliares (ABRACOPEL, 2019).

Devido aos níveis elevados de tensão nas redes de distribuição e à impossibilidade de monitoramento constante por questões de logística, é esperado que ocorram acidentes. Embora as distribuidoras de energia elétrica atendam aos requisitos obrigatórios que visam a segurança da população, alertando sobre os perigos de proximidade com a rede elétrica, muitos acidentes continuam acontecendo. Na Figura 8 é possível observar acidentes em redes aéreas com pessoas de diferentes ocupações.

FIGURA 8 - MORTE POR CHOQUE ELÉTRICO EM REDES AÉREAS.

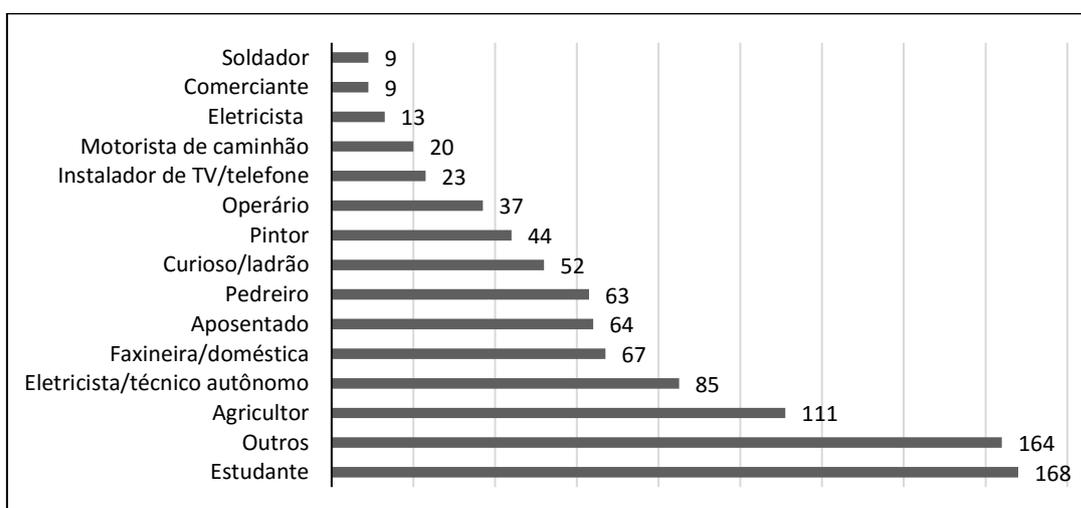


Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

No ano de 2018, morreram 30 agricultores e 52 profissionais da construção civil (pedreiros, pintores, ajudantes) em acidentes envolvendo redes aéreas de distribuição. Entre outros, 14 eletricistas, somando técnicos, autônomos e funcionários de empresas, também foram levados a óbito em acidentes semelhantes.

Para as demais ocupações, tais fatalidades justificam-se pelo despreparo e falta de conhecimento técnico. Ainda assim, mesmo os profissionais da área estão sujeitos aos perigos da eletricidade. Analisando os dados na Figura 9, que representam os casos de acidentes por choque elétrico distribuídos de acordo com as profissões dos acidentados, confirma-se que os agricultores, seguidos dos eletricistas e técnicos autônomos são as profissões envolvidas no maior número de casos.

FIGURA 9 - CHOQUE ELÉTRICO POR PROFISSÃO/OCUPAÇÃO.



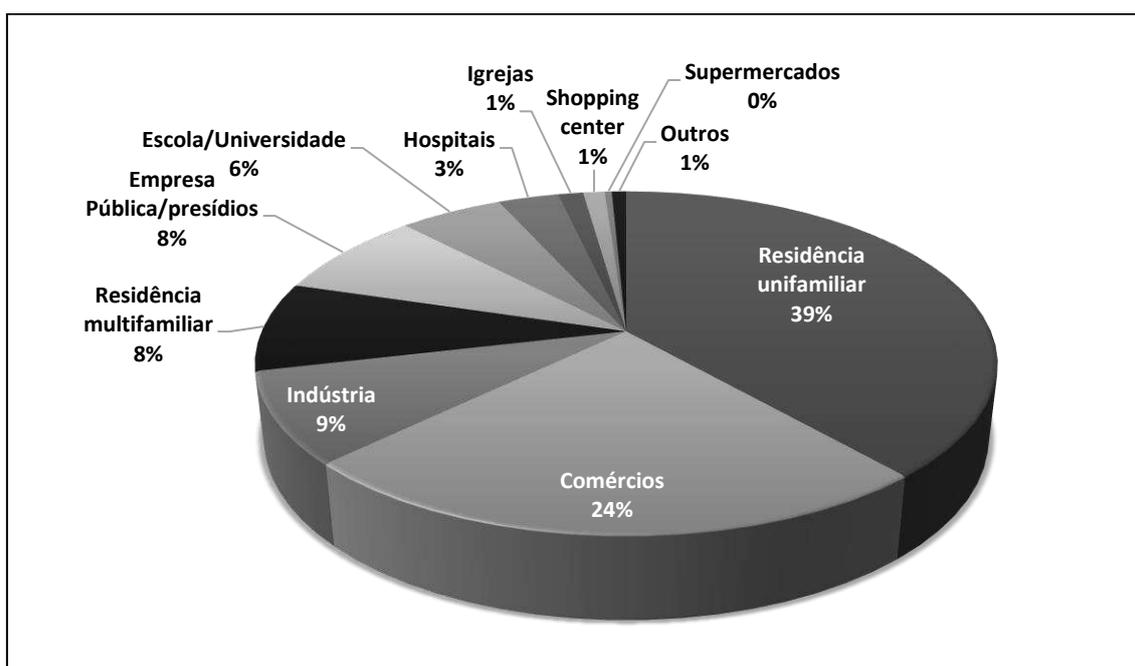
Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

No entanto, acidentes com crianças e adolescentes chegaram a somar 168 ocorrências, apenas no ano de 2018. Eles são enquadrados na categoria de “Estudantes”, pois não possuem profissão determinada. Acidentes em que não foi possível identificar a ocupação do acidentado foram classificados como “Outros”.

3.2.2 INCÊNDIOS POR SOBRECARGA

Depois dos acidentes por choque elétrico, os incêndios por sobrecarga em instalações elétricas são os acidentes mais recorrentes envolvendo eletricidade no Brasil. Em aproximadamente 89% dos casos, não há mortes (ABRACOPEL, 2019). Ainda assim, incêndios como este representam instalações inadequadas e inseguras, sobretudo as de baixa tensão, conforme se apresenta na Figura 10, onde são mostradas as localidades em que mais ocorreram incêndios dessa natureza.

FIGURA 10 - INCÊNDIOS POR SOBRECARGA (TIPO DE EDIFICAÇÃO OU LOGRADOURO).



Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

De acordo com ABRACOPEL (2019), 207 incêndios ocorreram em residências unifamiliares, considerando área urbana e rural. Além de mais 45 casos em residências multifamiliares. Juntos, portanto, representam quase metade dos acidentes por sobrecarga. Também foram em áreas domiciliares que ocorreram a maior parte dos

incêndios com morte, 14 pessoas morreram em apartamentos, e outras 44 em casas e sítios.

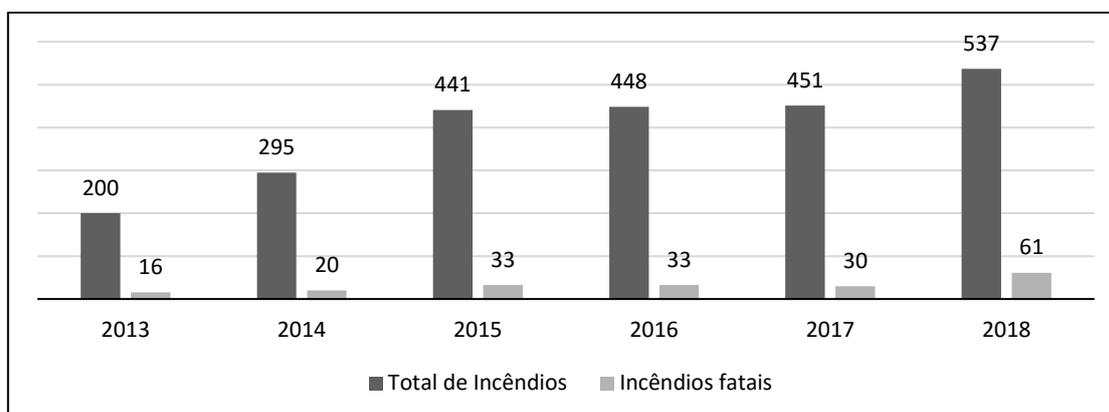
Isso revela que as maiores fontes de perigo para ocorrências desse tipo são instalações elétricas residenciais, muitas vezes feitas sem planejamento ou acompanhamento de profissionais especializados.

Em muitos casos, os incêndios originam-se devido ao superaquecimento dos condutores, que ao ultrapassarem seus limites de condução, aquecem, liberando energia em forma de calor, pelo efeito Joule.

Logo atrás das residências, os comércios de pequeno porte são os locais onde mais ocorrem incêndios por sobrecarga, foram 130 ocorrências no ano passado, sem nenhuma morte. Em indústrias de pequeno ou médio porte e empresas públicas/presídios houveram aproximadamente 40 incêndios cada.

Em dados de anos anteriores, é possível notar um aumento contínuo com o passar do tempo. Comparando os valores apresentados na Figura 11 relativos à 2018 e 2013, vê-se que os incêndios por sobrecarga aumentaram em mais de 68%, enquanto que o número de ocorrências fatais passou a ser quase quatro vezes maior do que os registrados há 6 anos.

FIGURA 11 - SÉRIE HISTÓRICA DE INCÊNDIOS/MORTES ORIGINADOS POR SOBRECARGA.



Fonte: Adaptado de ABRACOPEL (2019).

Entre os anos de 2015 e 2017, os números de incêndios e de mortes por sobrecarga por ano mantiveram-se muito próximos. No entanto, entre os anos de 2017 e 2018, houve um aumento de 19% no número de acidentes por sobrecarga, e de 100% no número de casos com óbito, que foram de 30 para 61 mortes.

3.3 ACIDENTES EM DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Dentre as competências da Agência Nacional de Energia Elétrica, está a definição de padrões de qualidade de atendimento e segurança em serviços de energia elétrica, de modo a promover o uso eficaz e eficiente da energia, e proporcionar condições para livre competição no mercado (ANEEL, 2019).

Assim, a agência pratica a regulação em três aspectos, entre eles a regulação técnica de padrões e serviços, que compreende todos os segmentos do setor elétrico: geração, transmissão, distribuição e comercialização.

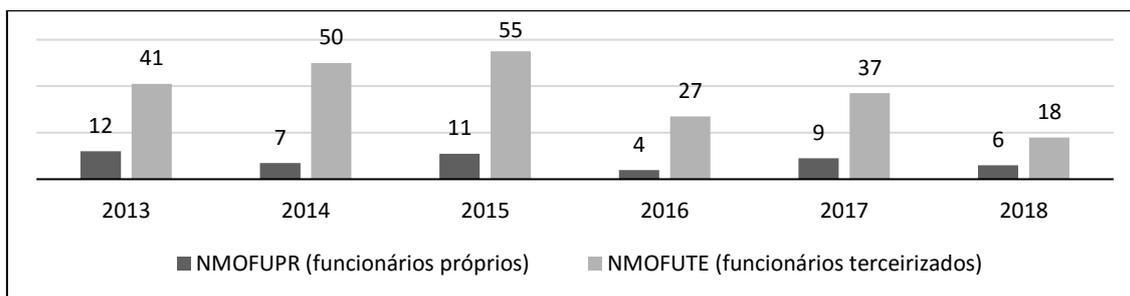
Na etapa de distribuição, caracterizada pelo rebaixamento da tensão entregue pelo sistema de transmissão com o objetivo de fornecer energia ao consumidor final, existem algumas atribuições da regulação.

Em termos de qualidade do serviço e do produto, são estabelecidos 6 indicadores de segurança do trabalho e das instalações, que resumem informações de acidentes e fatalidades relativos à segurança do trabalho nas distribuidoras e em suas instalações, entre eles estão:

- NMOFUPR: Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários próprios);
- NMOFUTE: Número de mortes decorrentes de acidentes do trabalho (funcionários terceirizados);
- NACTER: Número de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica e demais instalações; e
- NMOTER: Número de mortes decorrentes de acidentes com terceiros envolvendo a rede elétrica.

Os dois primeiros indicadores a serem analisados são o NMOFUPR e o NMOFUTE, fazem referência ao número de mortes resultado de acidentes do trabalho em distribuidoras, os valores são apresentados na Figura 12.

FIGURA 12 - NÚMERO DE MORTES DECORRENTES DE ACIDENTES DE TRABALHO EM DISTRIBUIDORAS.



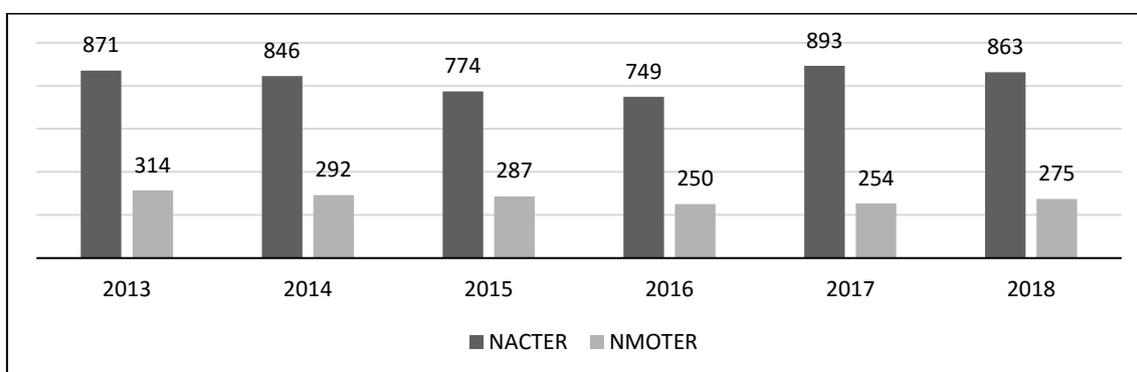
Fonte: Adaptado de ANEEL (2019).

Considerando os dados a partir de 2013, é possível observar um crescimento nas mortes de funcionários das próprias distribuidoras durante três anos consecutivos (2013-2015). No entanto, entre os anos de 2015 e 2016, houve uma queda de 49%, diminuindo os óbitos a metade. Em 2018, ocorreram 18 mortes decorrentes de acidentes do trabalho.

Já em relação a mortes de funcionários de empresas terceirizadas, os números são menores. Ao longo dos últimos 6 anos, a média de acidentes fatais foi de 8 ocorrências por ano. Entre o ano de 2017 e 2018, houve uma redução nos casos. Dois terços das fatalidades com terceirizados em 2017, representam o total de mortes em 2018.

Os outros dois indicadores abrangem acidentes envolvendo a rede elétrica e instalações onde as vítimas não possuem vínculo empregatício com as distribuidoras, tratam-se de terceiros, são eles o NACTER e o NMOTER. Os valores anuais referentes a essas fatalidades são apresentados na Figura 13.

FIGURA 13 - NÚMERO DE ACIDENTES FATAIS E NÃO FATAIS COM TERCEIROS ENVOLVENDO A REDE ELÉTRICA E DEMAIS INSTALAÇÕES.



Fonte: Adaptado de ANEEL (2019).

Segundo a ANEEL (2019), em 2018, 275 pessoas morreram em acidentes envolvendo a rede elétrica, enquanto que outras 863 se acidentaram em condições semelhantes. Os acidentes não fatais aconteceram em média 832 vezes por ano entre 2013 e 2018. Já a média de mortes neste período é de 33% do valor de acidentes não fatais.

É possível observar que em relação aos indicadores analisados anteriormente na Figura 12, os números de acidentes com ou sem mortes aumentam consideravelmente. Isso revela o quanto as pessoas sem conhecimento técnico se expõem aos perigos da rede elétrica, mesmo sob avisos.

3.4 PRINCIPAIS CAUSAS DOS ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Nas subseções anteriores foram mostrados dados que expressam as principais características dos acidentes que envolvem eletricidade no país. Unindo essas informações às práticas inseguras comuns em serviços e instalações elétricas no Brasil, é possível traçar, de forma qualitativa, algumas das principais causas de acidentes de origem elétrica:

- Não seguir os procedimentos;
- Falta de qualificação ou treinamento;
- Desuso ou uso incorreto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Contato com Redes Energizadas;
- Arranjo Físico deficiente;
- Falta de comunicação;
- Falha no EPI;
- Máquinas sem proteção;
- Ferramentas inadequadas;
- Instalação elétrica exposta, imprópria ou defeituosa;
- Energização acidental;
- Descargas atmosféricas;
- Explosões;
- Insegurança pessoal.

Além dessas, também podem haver diferentes situações que resultem em acidentes.

4 REGULAMENTAÇÃO E ORIENTAÇÕES TÉCNICAS

Como forma de garantir os requisitos mínimos e adequados de segurança no trabalho em diversas áreas foram criadas, pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), as Normas Regulamentadoras, que abordam de maneira generalista as questões pertinentes a este assunto, sendo de observância obrigatória, são fontes necessariamente importantes para construção de um ambiente de trabalho sadio e seguro.

Como uma forma de complemento às NRs foram desenvolvidas também as Normas técnicas que fornecem regras e diretrizes em conformidade com as Normas Regulamentadoras, de um modo mais específico e com maior rigor (ABNT, 2019). Existem diferentes níveis de normalização, mencionados a seguir em ordem crescente rigorosidade: internacional, regional, nacional, associação, empresarial (NUNES, 2016). No Brasil, o Organismo de Normalização reconhecido é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), internacionalmente, destacam-se instituições como a *International Standard Organization* (ISO) e a *International Electrotechnical Commission* (IEC), entre outras.

Nesta seção serão apresentadas com mais detalhes algumas Normas Regulamentadoras e Técnicas relevantes para o assunto abordado neste trabalho, no entanto, existem ainda muitas outras normas que tratam de assuntos diversos sempre visando a segurança, a execução de serviços e utilização de equipamentos adequadas.

4.1 NR 4 - SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO

Esta é uma das primeiras NRs, criada em 1978. Desde então passou por algumas atualizações até chegar à versão mais atual aprovada pela Portaria MTPS n. ° 510, de 29 de abril de 2016.

Tem como objetivo promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho através da implementação e manutenção obrigatória de Serviços

Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) nas empresas privadas e públicas, entre outros, que possuam empregados regidos pela CLT.

De acordo com o estabelecido em norma, o SESMT deve ser composto por engenheiro de segurança do trabalho, médico do trabalho, auxiliar ou técnico de enfermagem do trabalho, enfermeiro do trabalho e técnico de segurança do trabalho.

Ao longo do texto, também são especificados os parâmetros para dimensionar os SESMT, para isso são considerados o grau de risco da atividade principal do estabelecimento, e o número total de empregados.

São definidos quatro níveis de gradação do risco. De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), atividades relacionadas a eletricidade, como processos de geração, transmissão, distribuição e comércio atacadista de energia elétrica, e ainda instalações elétricas em serviços especializados para construção são consideradas atividades de risco 3. Para essa gradação de risco, a quantidade de profissionais do SESMT é definida como se apresenta na Tabela 6.

TABELA 6 – DIMENSIONAMENTO DO SESMT PARA ATIVIDADES COM GRAU DE RISCO 3.

Grau de Risco	Nº de empregados no estabelecimento	101 a 250	251 a 500	501 a 1000	1001 a 2000	2001 a 3500	3501 a 5000	Acima de 5000 para cada grupo de 4000 ou fração acima de 2000**	
3	Técnicos								
	Técnico Seg. Trabalho	1	2	3	4	6	8	3	
	Engenheiro Seg. Trabalho			1*	1	1	2	1	
	Aux. Enfermagem do Trabalho				1	2	1	1	
	Enfermeiro do Trabalho						1		
	Médico do Trabalho			1*	1	1	2	1	
(*) Tempo parcial (mínimo de três horas)					(**) O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento de faixas de 3501 a 5000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4000 ou fração acima de 2000.				

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora Nº 4 (MTE, 2016).

4.2 NR 5 - COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Diretamente ligada à NR 4, abordada no subitem anterior, está a Norma Regulamentadora N° 5. Sua versão original também foi publicada em 1978, sendo atualizada pela última vez através da Portaria SIT n.º 247, de 12 de julho de 2011.

A finalidade da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) é, sobretudo, prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho. Compatibilizando as atribuições, com a promoção da saúde e preservação da vida do trabalhador.

Na Tabela 7 é mostrado o dimensionamento dos grupos C-17 e C-18, constituídos por atividades relacionadas a trabalhos que envolvem energia elétrica.

TABELA 7 - DIMENSIONAMENTO DA CIPA PARA OS GRUPOS C-17 E C-18 DE ACORDO COM O CNAE.

Grupos	Nº de Empregados no Estabelecimento	Nº de Membros da CIPA												Acima de 10.000 para cada grupo de 2.500 acrescentar
		20 a 29	30 a 50	51 a 80	81 a 100	101 a 120	121 a 140	141 a 300	301 a 500	501 a 1000	1001 a 2.500	2501 a 5.000	5001 a 10.000	
C-17	Efetivos	1	1	2	2	4	4	4	4	6	8	10	12	2
	Suplentes	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	8	10	2
C-18	Efetivos			2	2	4	4	4	4	6	8	10	12	2
	Suplentes			2	2	3	3	3	4	5	7	8	10	2

*** No grupo C-18 constituir CIPA por estabelecimento a partir de 70 trabalhadores e quando o estabelecimento possuir menos de 70 trabalhadores observar o dimensionamento descrito na NR 18 – subitem 18.33.1.**

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora N° 5 (MTE, 2011).

Outras definições e ações em caso de não observância das disposições da norma, podem ser vistas com mais detalhes no próprio documento.

4.3 NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Atualizada pela última vez há um ano através da Portaria MTb n.º 877, de 24 de outubro de 2018, a Norma Regulamentadora N° 6 é uma das mais presentes no dia a dia

dos trabalhadores de modo geral, visa prevenir acidentes e doenças ocupacionais, garantindo a segurança e a saúde do trabalhador quando as medidas de ordem geral não forem suficientes para atingir este objetivo.

Para fins de aplicação da NR 6, entende-se como Equipamento de Proteção Individual todos os dispositivos ou produtos, utilizados individualmente pelo trabalhador, elaborados para proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Considerando as atividades de interesse no desenvolvimento do presente trabalho, é mostrado na Tabela 8 os equipamentos de proteção obrigatórios para atividades que envolvam eletricidade.

TABELA 8 - LISTA DE EPIS PARA ATIVIDADES QUE ENVOLVEM ELETRICIDADE.

PARTE DO CORPO PROTEGIDA	EPI	RISCO
CABEÇA	Capacete	Choque elétrico
	Capuz ou bala clava	Origem térmica (arco elétrico)
OLHOS E FACE	Óculos	Partículas volantes
	Protetor facial	Origem térmica (arco elétrico)
TRONCO	Vestimenta	Origem térmica (arco elétrico)
	Luvas	Choque elétrico e agentes térmicos
MEMBROS SUPERIORES	Manga	Choque elétrico e agentes térmicos
	Calçado	Agentes provenientes de energia elétrica
MEMBROS INFERIORES	Calça	Agentes térmicos
	Macacão	Agentes térmicos
CORPO INTEIRO	Vestimenta de corpo inteiro	Choque elétrico

Fonte: Adaptado de Norma Regulamentadora N° 6 (MTE, 2018).

4.4 NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Dentre as 37 normas regulamentadoras existentes atualmente, a NR 10 é a que aborda diretamente os assuntos relacionados a trabalhos com eletricidade e serve como base para outras normas técnicas do setor elétrico.

Ela tem como finalidade garantir a saúde e segurança dos trabalhadores que desenvolvem atividades ligadas a instalações elétricas e demais serviços que envolvem eletricidade, por meio de medidas de controle de riscos e sistemas preventivos. De forma a estabelecer requisitos e condições mínimas para que isto seja aplicado.

Abrange todos os segmentos do setor elétrico e todos os processos referentes a instalações elétricas: desde o projeto, à construção, montagem, operação e manutenção das mesmas. Estando fundamentada de acordo em diferentes tópicos. São eles:

- Medidas de controle, e de proteção coletiva e individual;
- Segurança em: projetos, construção, montagem, operação e manutenção;
- Segurança em instalações elétricas energizadas e desenergizadas;
- Trabalhos envolvendo alta tensão;
- Habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores;
- Proteção contra incêndio e explosão;
- Sinalização de segurança;
- Procedimentos de trabalho;
- Situação de emergência;
- Responsabilidades;

4.5 NR 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Uma das NRs de grande importância para os serviços que envolvem eletricidade é a Norma Regulamentadora Nº 12, nela estão definidas as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, além de estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e

doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos (MTE, 2019).

É estruturada em 19 capítulos, que abordam questões como:

- Arranjo físico e instalações das máquinas, definindo áreas de circulação seguras;
- Projeto das instalações e dispositivos elétricos que devem buscar prevenir os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes;
- Sistemas de segurança, como definição de zonas de perigo das máquinas e equipamentos, proteções fixas e móveis, além do uso de dispositivos de segurança interligados;
- Dispositivos de parada de emergência, que devem estar presentes nas máquinas, de modo a evitar situações de perigo;

Aspectos ergonômicos, riscos adicionais, manutenções, inspeções e reparos, sinalização, entre outros aspectos podem ser vistos com detalhes no texto completo da norma.

4.6 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 5410:2004

Nesta norma são estabelecidas as condições mínimas para garantir a segurança de pessoas e animais em instalações elétricas de baixa tensão, bem como garantir seu funcionamento adequado. Deve ser aplicada em:

- Áreas descobertas externas a edificações;
- Locais de acampamento, marinha e instalações análogas;
- Instalações temporárias como canteiros de obras, feiras, etc.;
- Circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada (CA), frequência inferior a 400 Hz, ou a 1500 V e corrente contínua (CC);
- Circuitos elétricos que não estão dentro de equipamentos, funcionando sobre tensão superior a 1000 volts, e alimentados por uma instalação igual ou inferior a 1000 volts em CA.
- Fiações e redes elétricas que não estejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;

- Linhas elétricas fixas de sinal com exceção dos circuitos internos dos equipamentos;
- Instalações novas e já existentes, sobre reforma;

4.7 NORMA TÉCNICA ABNT NBR 14039:2005

Esta norma estabelece sistema para projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, à frequência industrial, visando garantir a segurança e a continuidade de serviço. Sua aplicabilidade abrange instalações desde a geração até a distribuição e utilização da energia elétrica. Porém, não se aplica a:

- Instalações elétricas de concessionárias em todos os segmentos do setor quando exercendo serviço de utilidade pública;
- Instalações de cercas eletrificadas;
- Trabalhos em circuitos energizados.

5 MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCO ELÉTRICO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Ao longo das seções anteriores foram apresentados conceitos e informações que ajudam a caracterizar as ocorrências de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade no Brasil, mostrando a importância de medidas e regulamentações que visem a preservação da vida do trabalhador e a garantia de condições saudáveis e seguras no ambiente de trabalho para cumprimento de suas atividades.

Assim, esta seção tem como finalidade apresentar diretrizes e orientações gerais para implementação de um sistema de gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO). Bem como, reunir medidas que possam ser utilizadas no gerenciamento do risco elétrico, tanto medidas de controle, quanto medidas preventivas. Sugerindo assim, estratégias de engenharia viáveis para prevenção de acidentes e de doenças ocupacionais em instalações elétricas.

O conteúdo exposto neste capítulo será fundamentado principalmente na norma técnica internacional ABNT NBR ISO 45001:2018, que define os requisitos gerais para implementação de um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO), possibilitando que as empresas e organizações gerenciem seus riscos de SSO e melhorem seu desempenho nestes aspectos. E na Norma Regulamentadora Nº 10, já apresentada anteriormente, e que estabelece medidas de controle específicas para o risco elétrico.

5.1 SISTEMA DE GESTÃO DE SAÚDE E SEGURANÇA

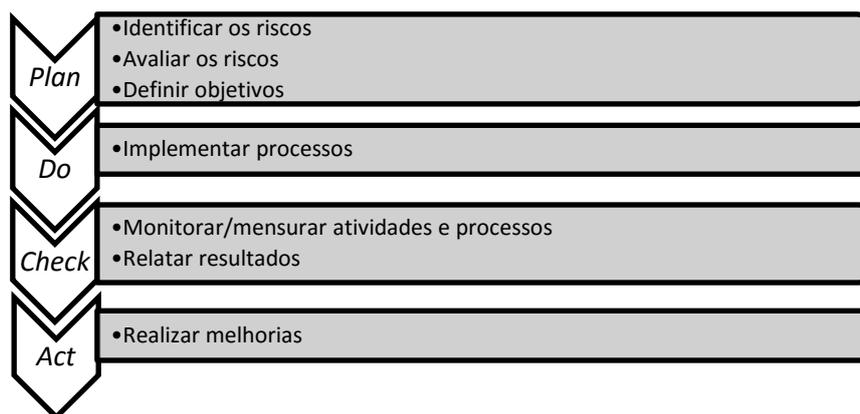
OCUPACIONAL

De acordo com o que está definido em norma, um sistema de gestão é: “um conjunto de elementos inter-relacionados ou integrantes de uma organização, para estabelecer políticas e objetivos, e processos para atingir estes objetivos” (*International Standard Organization*, 2018). Enquanto que, um sistema de gestão de SSO é: “um sistema de gestão ou parte de um sistema de gestão utilizado para alcançar a política de SSO” (*International Standard Organization*, 2018).

Sistemas de Gestão de SSO visam prevenir lesões e problemas de saúde relacionados ao trabalho, bem como proporcionar um ambiente de trabalho saudável e seguro. Para que isto seja atingido, é necessário eliminar perigos e minimizar os riscos, por meio de medidas de prevenção e de proteção. Quando estas modificações são aplicadas, sobretudo por antecipação, o sistema torna-se cada vez mais efetivo e eficiente. Além disso, é necessário que haja comprometimento da organização e de seus colaboradores, e um bom planejamento.

As etapas para elaboração de um SGSSO, de acordo com a ABNT NBR ISO 45001:2018 baseiam-se no conceito *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Checar-Agir), mais conhecido como PDCA. As principais ações em cada etapa desse processo são apresentadas na Figura 14.

FIGURA 14 - CICLO PDCA.



Fonte: ABNT NBR ISO 45001 (2018).

5.1.1 PLANEJAMENTO

Na primeira fase do planejamento, é necessário definir as ações para abordagem dos riscos e oportunidades, considerando aqueles que assegurem os resultados esperados com a implementação do SGSSO, que previnam e reduzam os efeitos não desejados e que possibilitem a melhoria contínua. Além dos riscos e oportunidades, os requisitos legais também devem ser levados em consideração.

A primeira das ações de abordagem é a identificação dos perigos. Como visto anteriormente, existem várias técnicas que podem ser utilizadas nesse processo, e devem ser escolhidas de acordo com alguns aspectos, de modo a serem o mais efetivas possível, como: organização do trabalho, infraestrutura, pessoas e/ou incidentes anteriores.

Além desses, outros aspectos também podem ser considerados. Fica implícito que o processo de identificação de perigos deve ser feito por meio de observações *in loco*, ou seja, onde serão realizadas as atividades. Ao final, devem ser analisadas as informações obtidas, para classificação dos riscos. Um exemplo de localização do risco elétrico em instalações temporárias, como canteiros de obras, é mostrado na Figura 15.

FIGURA 15 - LOCALIZAÇÃO DE RISCO ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES TEMPORÁRIAS.



Fonte: Adaptado de FUNDACENTRO (2007).

Após a identificação dos perigos, é necessário realizar a avaliação dos riscos e oportunidades. Para isso a empresa deve elaborar e manter um processo de avaliação, que seja proativo e possa ser utilizado de modo sistemático. Portanto, deve ser utilizada a metodologia que mais se adeque à organização. Na Tabela 9 é apresentado um exemplo de avaliação dos riscos em um serviço de medição de tensão.

TABELA 9 - EXEMPLO DE RESULTADO DA AVALIAÇÃO DOS RISCOS.

Análise Preliminar de Risco						
Tarefa	Medir tensão na saída de um disjuntor de baixa tensão utilizando multímetro					
Operações	Risco	Deteção	Efeitos	Classificação do risco		
				Frequência	Consequência	Classificação
Abrir o quadro de baixa tensão	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta
Medir a tensão	Arco elétrico	Nada consta	Queimaduras	Esperado ocorrer	Crítica	Alto
Fechar o quadro de baixa tensão	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta	Nada consta

Fonte: Adaptado de FUSION ENGENHARIA LTDA (2009).

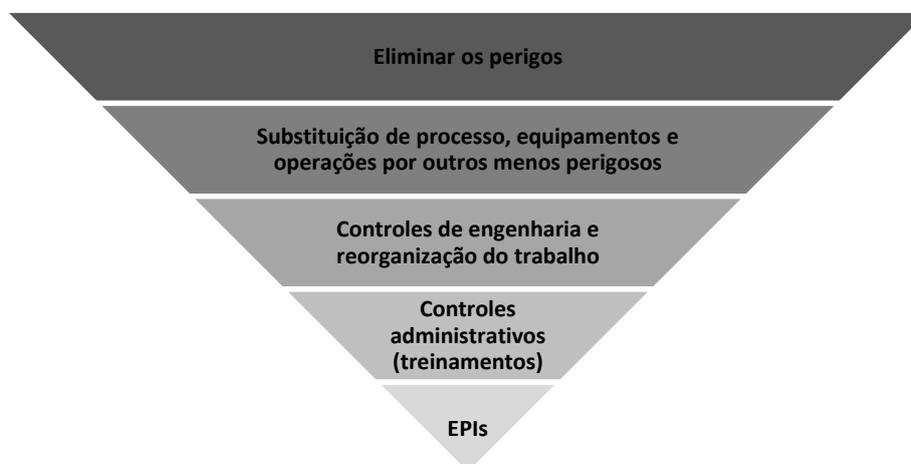
A última etapa do planejamento é a definição dos objetivos do SGSSO, que devem ser consistentes, mensuráveis, monitorados, periodicamente atualizados e, sobretudo, devem estar de acordo com os resultados da avaliação de riscos e oportunidades. Juntamente com os objetivos, deve ser definido o plano de ações.

5.1.2 OPERAÇÃO

Realizado o planejamento, é preciso colocar em prática o que foi determinado. Essa implementação é feita através do estabelecimento de critérios para realização dos processos, controle desses critérios e manutenção de informações, para aumento da confiabilidade e garantia de que tudo foi feito de acordo com o planejado.

Dentre os processos referentes ao SGSSO, um dos principais é o processo para eliminação dos perigos e redução dos riscos. Tal processo deve seguir a hierarquia apresentada na Figura 16.

FIGURA 16 - HIERARQUIA DO PROCESSO DE ELIMINAÇÃO DE PERIGOS E REDUÇÃO DE RISCOS.



Fonte: ABNT NBR ISO 45001 (2018).

No momento em que começam a ser executadas as determinações do planejamento, é normal que haja mudanças nos processos e operações já existentes. Portanto, cabe a empresa estabelecer um controle de mudanças, sejam elas temporárias ou permanentes, e que impactam diretamente o desempenho de SSO.

É importante também estar preparados para responder a situações emergenciais. Assim, a organização deve implementar e manter processos para situações deste tipo. Isso é feito estabelecendo um modelo de resposta planeja, que inclua primeiros socorros.

5.1.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Nesta etapa é feito o monitoramento, medição e análise do desempenho do SGSSO. Portanto, deve estar determinado pela empresa tudo o que precisa ser monitorado e medido, e quais os métodos que serão utilizados para isso, além da periodicidade da avaliação. Estarão sob observação e análise, aspectos como: atendimentos dos requisitos legais, atividades e operações onde há perigos e riscos identificados, cumprimento dos objetivos (progresso), além da eficácia dos controles utilizados.

5.1.4 MELHORIA

Como todo processo que é planejado, aplicado e avaliado exige a aplicação de melhorias como forma de completar o ciclo de gestão, o SGSSO também funciona desta maneira. Sendo assim, a organização que implemente este sistema de gestão deve determinar oportunidades de melhoria e definir ações para que os resultados pretendidos em seu sistema sejam alcançados.

Em caso de ocorrência de incidentes ou não conformidades, a organização deve ter processos estabelecidos para gerenciá-los, como relatórios, revisões e investigações. E ainda, ser capaz de reagir em tempo hábil, tomando ações de controle e correção. Fazendo-se necessário, a organização deve também fazer alterações no SGSSO.

5.2 MEDIDAS DE CONTROLE DO RISCO ELÉTRICO

Na implementação de sistemas gestão de SSO, foi visto que após o processo de avaliação dos riscos é possível determinar medidas de controle. E como mostrado no anteriormente, essas ações são essenciais para que o gerenciamento de riscos esteja completo, e seja eficiente. No caso de instalações e serviços em eletricidade, os riscos são definidos em três categorias, arco elétrico, choque elétrico e campos eletromagnéticos. E as medidas de prevenção e controle para os mesmos são definidas de modo geral de acordo com o Anexo II da Norma Regulamentadora Nº 10. A partir de suas disposições, serão apresentadas aqui as principais medidas para controle de risco em atividades que envolvam eletricidade.

5.2.1 DESENERGIZAÇÃO

O processo de desenergização pode ser definido como conjunto de ações coordenadas, sequenciadas e controladas realizadas com o objetivo de garantir que não haverá tensão no circuito, em um trecho do mesmo ou em algum ponto de trabalho durante todo o período de intervenção, e sob controle dos trabalhadores envolvidos. Só haverá liberação para o trabalho, caso forem obedecidos os procedimentos estabelecidos em norma. Sendo considerada pela NR 10, como a medida de controle prioritária.

5.2.1.1 SECCIONAMENTO

É a primeira etapa para desenergização, definido como o processo realizado com o objetivo promover a descontinuidade elétrica total, realizado a partir do acionamento manual ou automático de dispositivo apropriado, como chaves seccionadoras, interruptores e disjuntores. O acionamento também pode ser feito com ferramentas apropriadas, como varas de manobra, devendo sempre ser realizado segundo procedimentos específicos.

5.2.1.2 IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

Para garantir a etapa de impedimento de reenergização, devem ser estabelecidas condições que impeçam, garantidamente, a reenergização do circuito, bem como do equipamento desenergizado, assegurando ao trabalhador o controle do seccionamento. Isso é feito através da aplicação de travamentos mecânicos, como fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares de travamento, ou mesmo com sistemas informatizados equivalentes. Esses sistemas de travamento geralmente são utilizados em painéis e caixas elétricas, impossibilitando a reenergização acidental ou involuntária do circuito.

Em alguns casos também pode ser feita a retirada dos fusíveis, extração dos disjuntores, ou ainda utilização de lacres e cadeados.

5.2.1.3 CONSTATAÇÃO DA AUSÊNCIA DE TENSÃO

Deve ser feita uma verificação da ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Esse processo é realizado com instrumentos de medição, como detectores de tensão, ou mesmo através de voltímetros instalados diretamente nos painéis, ou sinais luminosos. Os mesmos devem sempre ser testados antes e após a verificação.

5.2.1.4 ATERRAMENTO TEMPORÁRIO

Assim que for verificada a descontinuidade do circuito (ausência de tensão), deve ser feita a instalação do aterramento temporário, cuja finalidade é a equipotencialização dos condutores e/ou equipamentos em processo de desenergização. A execução do aterramento, é feita da seguinte maneira:

- Solicita-se autorização formal;
- Pessoas não envolvidas na execução do aterramento são afastas do local;
- Delimita-se a área de trabalho, sinalizando-a;
- Confirma-se a desenergização do circuito a ser aterrado temporariamente;
- São inspecionados todos os dispositivos a serem utilizados no aterramento temporário antes de sua utilização;
- Liga-se o grampo de terra do conjunto de aterramento temporário com firmeza à malha de terra e em seguida a outra extremidade aos condutores ou equipamentos que serão ligados à terra, utilizando equipamentos de isolamento e proteção apropriados à execução da tarefa;

Para execução dessa instalação devem ser obedecidos os procedimentos específicos de cada empresa. Outra orientação, é que em redes de distribuição deve-se trabalhar, no mínimo, entre dois aterramentos.

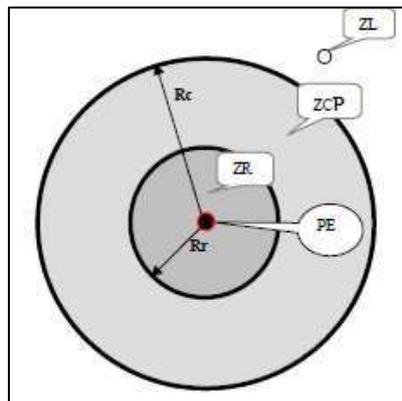
5.2.1.5 PROTEÇÃO DOS ELEMENTOS ENERGIZADOS NA ZONA CONTROLADA

Deve ser feita a proteção dos equipamentos e instrumentos existentes na zona controlada, através de isolamento ou aterramento.

A zona controlada, de acordo com a norma, é definida como área dentro da parte condutora energizada, segregada e com dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão da instalação, acessível somente por profissionais autorizados. Na Figura 17 são mostradas as distâncias que delimitam zonas de risco e livre, definidas na NR 10.

FIGURA 17 DISTÂNCIAS NO AR QUE DELIMITAM RADIALMENTE AS ZONAS DE RISCO, CONTROLADA E LIVRE

ZL = Zona Livre
 ZC = Zona Controlada (apenas trabalhadores autorizados)
 ZR = Zona de Risco (apenas trabalhadores autorizados)
 PE = Ponto de instalação energizado



Fonte: Adaptada de Norma Regulamentadora N° 10 (MTE, 2016).

5.2.1.6 INSTALAÇÃO DA SINALIZAÇÃO DE IMPEDIMENTO DE REENERGIZAÇÃO

Deve ser adotada sinalização adequada de segurança destinada a advertência e à identificação da razão de desenergização e informações do responsável. Isso feito com cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização de travamento ou bloqueio, claros e adequadamente fixados.

5.2.2 SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO DA ALIMENTAÇÃO

Nesse procedimento são utilizados dispositivos de sobrecorrente, como disjuntores termomagnéticos e fusíveis, bem como dispositivos de corrente residual, como disjuntores diferenciais residuais (DDR) e interruptores diferenciais residuais (IDR), utilizados na proteção contra efeitos do choque elétrico, de falhas de isolamento, de sobrecorrentes em condutores elétricos e no controle de isolamento da instalação, evitando desperdício por fuga de corrente.

O seccionamento automático ocorre por meio da atuação de um dispositivo de proteção como os citados no parágrafo acima. O dispositivo deve atuar automaticamente, interrompendo a alimentação do circuito ou equipamento que está sendo protegido por ele, e isso deve acontecer sempre que o contato entre parte viva e massa, entre parte viva e condutor de proteção ou entre partes vivas no circuito ou equipamento provocar

circulação de corrente acima do valor estipulado. Tal ocorrência configura-se como curto-circuito ou sobrecarga.

5.2.3 PROTEÇÃO POR EXTRA BAIXA TENSÃO

Quando não é possível realizar a desenergização do circuito ou equipamento que sofrerá intervenção, faz-se obrigatório o emprego de tensão de segurança, principalmente em ambientes úmidos. A tensão de segurança (extra baixa tensão) é de até 50 V em corrente alternada e deve ter como origem, uma fonte confiável. Reduzindo a tensão aplicada à extra baixa tensão, é possível diminuir a corrente elétrica e, por conseguinte, eliminar ou reduzir os riscos de acidentes. Isso é feito por meio transformadores abaixadores, geradores ou baterias.

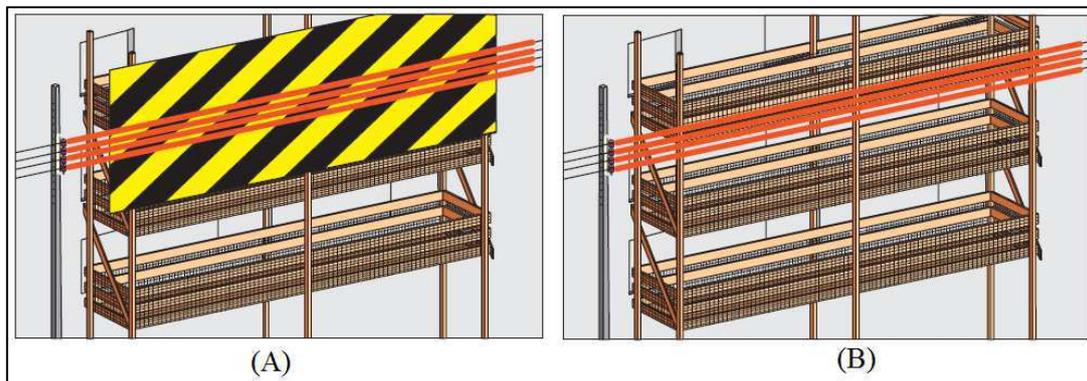
Para aplicação desse método é necessário atentar-se para algumas ações que não devem ser tomadas, como: aterrar o circuito de extra baixa tensão, fazer ligações com circuitos de tensão mais elevadas, utilizar condutores para um nível maior de tensão por não possuir condutores adequados.

Em termos de segurança, essa é uma ótima medida de controle de risco, no entanto, na prática existem algumas dificuldades que podem torna-la inviável, como a necessidade de uma instalação de extra baixa tensão, dimensões de condutores e equipamentos que são maiores devido ao nível de tensão.

5.2.4 BARREIRAS E INVÓLUCROS

Esse tipo de proteção tem como finalidade impedir o contato direto de pessoas ou animais com partes vivas, ou quaisquer outras influências externas, sobretudo quando da utilização de invólucros. Sendo assim, as partes vivas devem ficar localizadas atrás das barreiras ou dentro dos invólucros. Para que seja feita a instalação desse tipo de proteção, a concessionário deve desligar a rede elétrica. Na Figura 18 são mostrados exemplos de barreira, em amarelo e preto, e invólucro.

FIGURA 18 - (A) BARREIRA E INVÓLUCRO; (B) INVÓLUCRO;

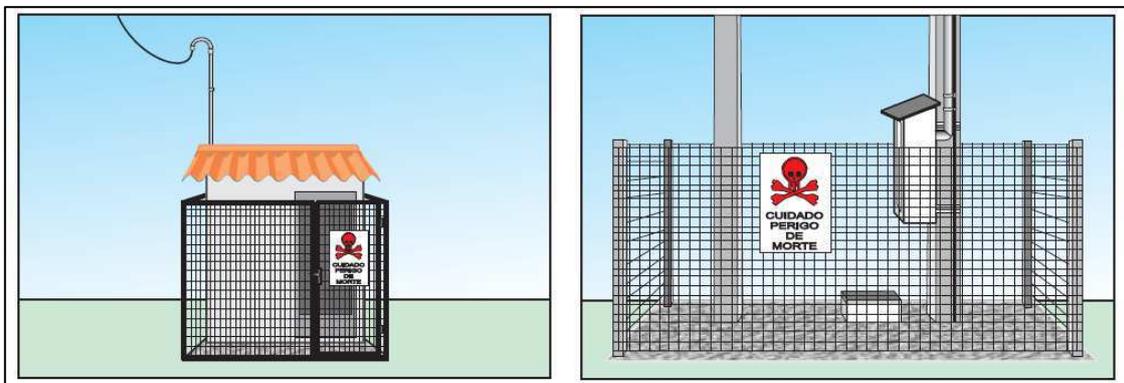


Fonte: FUNDACENTRO (2007).

5.2.5 OBSTÁCULOS E ANTEPAROS

Sua principal finalidade é evitar contato acidental com partes vivas, principalmente durante a operação de equipamentos sob tensão, portanto, geralmente são instalados em locais cujo acesso é permitido apenas por trabalhadores autorizados. Conforme apresentado na Figura 19.

FIGURA 19 - OBSTÁCULOS.



Fonte: FUNDACENTRO (2007).

5.2.6 BLOQUEIOS E IMPEDIMENTOS

A ação de bloqueio pode ser realizada de forma mecanizada, por meio de dispositivos de bloqueio. Estes impedem a religação ou acionamento de chaves, interruptores, entre outros dispositivos de manobra. Seu principal objetivo é impedir ações não autorizadas. Toda medida de bloqueio deve possuir etiqueta de sinalização com nome do responsável, setor, data e forma de comunicação. Além dos meios mecânicos

também podem ser utilizados lacres e cadeados, como o *Lockout-Tagout*, utilizado como método de bloqueio, mostrado na Figura 20.

FIGURA 20 - *LOCKOUT-TAGOUT*: MÉTODO DE BLOQUEIO.



Fonte: CHAMPS (2019).

5.2.7 COLOCAÇÃO FORA DO ALCANCE

Visa impedir o contato involuntário do trabalhador com condutores energizados, para isso, é definida uma distância mínima entre os condutores, tanto na vertical quanto na horizontal. Essas distâncias variam a depender do nível de tensão.

5.2.8 SEPARAÇÃO ELÉTRICA

Esta medida de proteção é definida na ABNT NBR 5410:2004, e não pode ser aplicada em todos os circuitos. Entende-se que essa proteção é feita através do uso de um transformador de separação, onde o terminal secundário deve estar isolado. Não sendo necessário o aterramento dos equipamentos alimentados, além disso, esses equipamentos não devem ser ligados a outros circuitos ou elementos condutivos estranhos.

5.2.9 ISOLAMENTO DAS PARTES VIVAS

Utilizada como meio de impedimento de qualquer contato com as partes vivas da instalação. Para que as partes vivas sejam consideradas isoladas, é necessário que sejam

recobertas com material isolante, preferencialmente que possam ser removidos apenas pela sua destruição. Isso pode acontecer devido sobretensões transitórias. É importante que o isolamento esteja sempre adequado ao nível de tensão do serviço, e que seja bem acondicionado de forma a evitar acúmulo de sujeira e umidade, que tendem a comprometer a isolação, tornando-o condutivo.

Existem dois tipos principais de isolação, a básica aplicada às partes vivas proporcionando o mínimo de proteção, é feita com materiais simples como fita isolante, apresentada na Figura 21.

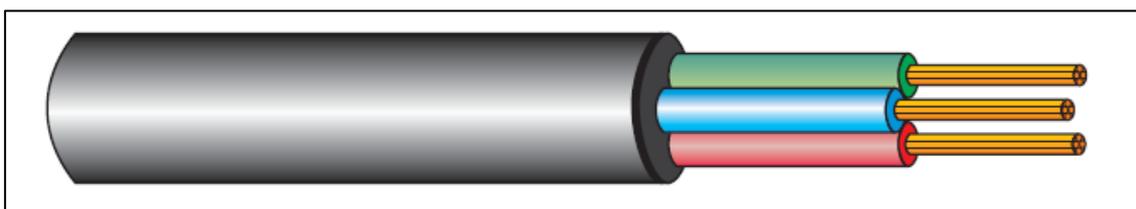
FIGURA 21 - ISOLAÇÃO BÁSICA.



Fonte: FUNDACENTRO (2007).

E a dupla, que propicia uma dupla defesa contra contatos indiretos e é constituída pela isolação básica (protege contra choques) e a isolação suplementar (protege contra choques, caso a isolação básica falhe), conforme mostrado na Figura 22.

FIGURA 22 - ISOLAÇÃO DUPLA.



Fonte: FUNDACENTRO (2007).

5.2.10 MEDIDAS DE CONTROLE PARA RISCOS ADICIONAIS

Embora os principais riscos relacionados aos serviços que envolvem eletricidade sejam o arco elétrico, o choque elétrico e os campos eletromagnéticos, existem ainda riscos adicionais, que devem ser eliminados e reduzidos de forma que os trabalhadores

estejam assegurados também nestas situações. Resumidamente, na Tabela 10 estão as principais medidas de controle de riscos adicionais em serviços eletricitários.

TABELA 10 - MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCOS ADICIONAIS EM SERVIÇOS ELETRICITÁRIOS.

Riscos adicionais	Medidas de controle do risco
Trabalho em altura	Cinto de segurança com trava queda e linha de vida;
Ambiente confinado	Treinamento específico (NR 33);
Área classificada	Treinamento específico (NR 23);
Instalação elétrica em ambiente explosivo	Projeto e materiais certificados;
Sobretensões transitórias	Dispositivos de proteção contra surtos (DPS);
Descargas atmosféricas	SPDA e interrupção de trabalhos a céu aberto;
Eletricidade estática	Eliminação a partir do uso de ionizadores, aterradores e mantas dissipadoras;
Umidade	Desumidificação;
Flora	Remoção, considerando os critérios de preservação do meio ambiente;
Fauna	Impedimento da circulação ou entrada nas instalações elétricas, e controle de pragas;

Fonte: Adaptado de FUSION ENGENHARIA LTDA (2009).

5.3 BOAS PRÁTICAS PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES

De modo geral, algumas práticas apresentam-se como ações eficientes na prevenção de acidentes de trabalho, independente da atividade realizada. Tais ações são de responsabilidade dos empregadores e/ou dos trabalhadores, maiores interessados na preservação da saúde e da segurança ocupacional. Estão listadas abaixo algumas práticas recomendáveis:

- Realizar treinamentos periódicos;
- Estar atento ao ambiente e à atividade que está sendo realizada;
- Orientar os trabalhadores sobre perigos e riscos envolvidos nas atividades a serem executadas;
- Utilizar corretamente os EPIs disponibilizados e adequados ao serviço;

- Não estimular comportamentos imprudentes;
- Manter o ambiente de trabalho organizado;
- Manter boas relações sociais e boa comunicação entre os colaboradores;
- Aproximar os colaboradores das medidas, comissões e sistemas de gestão implementados na empresa e que visam a saúde e segurança ocupacional;
- Estar atento ao estado de conservação dos materiais, equipamentos e dispositivos utilizados;
- Seguir as Normas Regulamentadoras corretamente.

6 CONCLUSÃO

É possível notar os efeitos nocivos consequências do uso inadequado ou inseguro da eletricidade no dia a dia, da leve sensação de choque no contato com a carcaça de um eletrodoméstico mal aterrado a fatalidades causadas por arcos elétricos em intervenções mal planejadas na rede elétrica.

E infelizmente ocorrências como estas, e outras também de origem elétrica, como incêndios por sobrecarga, choques elétricos de maior gravidade, descargas atmosféricas, entre outras, acontecem centenas de vezes no país todos os anos. Todos esses acidentes, sobretudo nos ambientes de trabalho, geram impactos sociais e financeiros de diversos aspectos. Nota-se assim a importância de conhecer medidas de prevenção, e entender como ocorrem esses acidentes, suas principais características e consequências.

Como ainda não é objetivo de estudo nos cursos de engenharia de modo geral, o estudo da prevenção de acidentes de trabalho em instalações e serviços em eletricidade apresenta-se como um complemento de grande valor para a formação acadêmica e profissional, bem como uma contribuição didática para os demais alunos de graduação em Engenharia Elétrica.

Dessa forma, no presente trabalho foram abordados conceitos essenciais da Engenharia de Segurança do Trabalho, principal responsável pelo desenvolvimento de métodos que visam garantir a segurança e saúde nos ambientes de trabalho, como definições de acidente do trabalho e apresentação de técnicas de gerenciamento de risco (identificação, análise e controle). Além de conceitos físicos importantes que explicam de maneira científica os principais riscos elétricos e suas consequências, principalmente o choque e o arco elétrico.

Como forma de caracterizar os de acidentes de trabalho de origem elétrica no Brasil foram descritos estatisticamente dados que apontam as principais características dessas ocorrências, como: agentes causadores, ocupações, profissionais, fatalidades, entre outros aspectos.

Para entender como é a participação e contribuição dos órgãos governamentais, empresas e associações na garantia de ambientes de trabalho seguros e saudáveis, especificamente em serviços eletricitários, foram apresentadas as normas regulamentadoras e técnicas mais relevantes para esta área de atuação.

Por fim, foram apresentadas as etapas para implementação de um sistema de gestão SSO, bem como medidas e soluções para controle do risco elétrico, além de boas práticas para prevenção de acidentes de trabalho no geral. Todos fundamentados nas exigências legais e de mercado.

A partir dos dados estatísticos, que embora escassos, apresentam nível aceitável de confiabilidade, foi visto que os acidentes de origem elétrica no Brasil geralmente são causados por choque elétrico, sobrecarga (curto circuito) ou descargas atmosféricas, tendo como principais vítimas agricultores, eletricitistas e profissionais da construção civil. Muitos desses acidentes são fatais, e a maioria ocorre em ambientes unifamiliares, como residências, sítios e chácaras. Há também muitas fatalidades decorrentes de acidentes de trabalho nas redes de distribuição.

De posse desse conhecimento, foram reunidas as principais ações para controle do risco elétrico e prevenções de acidentes de origem elétrica nos ambientes de trabalho, como a implementação de um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional, e medidas de controle do risco elétrico, ambos fundamentos em normas aprovadas e seguidas pela sociedade.

Como propostas de trabalhos futuros podem ser feitos estudos de caso com aplicação de técnicas de identificação e análise de riscos para implementação de um sistema de gerenciamento de riscos elétricos, em empresas da região, nos laboratórios do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG ou mesmo em instalações elétricas temporárias, como canteiros de obras, aplicando-se os conceitos e medidas reunidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **Catálogo ABNT**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2019.
- ABNT. **NBR ISO 45001: Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional**. Brasil, p. 47, 2018. Disponível em: <<https://www.consultoriaiso.com.br/blog/download-norma-iso-45001-2018-pdf-gratuito>>. Acesso em: 5 nov. 2019.
- ABNT. **Normas técnicas: você sabe o que é e para que servem?**. Brasil, 2019. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5698-normas-tecnicas-voce-sabe-o-que-e-e-para-que-servem>>. Acesso em: 2 nov. 2019.
- ABRACOPEL. **Anuário Estatístico: Acidentes de origem elétrica 2019 - ano base 2018**. 56p., 2019. Disponível em: <<http://abracopel.org/estatisticas/>>. Acesso em: 23 out. 2019.
- ANAC. **Seminário de gerenciamento do risco na segurança operacional**. Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/promocao-da-seguranca-operacional-2/palestras/pso-br-e-gerenciamento-de-risco.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.
- ANEEL. **Indicadores de segurança do trabalho e das instalações**. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Brasil, 2019. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/IndicadoresSegurancaTrabalho/pesquisaGeral.cfm>>. Acesso em: 26 out. 2019.
- ANEEL. Qualidade na Distribuição: Segurança do Trabalho e das Instalações. In: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Regulação do Setor Elétrico**. Brasil, 23 fev. 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/seguranca-do-trabalho-e-das-instalacoes>>. Acesso em: 26 out. 2019.
- BRASIL. Lei nº 8213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213compilado.htm>. Acesso em: 3 set. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Gabinete do Ministro. Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. **Diário Oficial da União**, 6 jul. 1978. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Portaria-3214-de-08-06-1978.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2019.
- CASTELETTI, Luís Francisco. **NR 10: Riscos Elétricos**. 2006. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/lista/68264192-tcc/arquivo/49005019-riscos-eletricos>>. Acesso em: 23 set. 2019.

CHAMPS. **Lockout/Tagout and Why It MattersBrasil**. In: CHAMPS Software, Inc. Estados Unidos, 2019. Disponível em: <<https://www.champsinc.com/lockouttagout-and-why-it-matters/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. rev. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496 p. ISBN 978-85-7605-208-1.

ENCARNAÇÃO, José Manuel Passeira. **Identificação de perigos e avaliação de riscos nas operações de carga e descarga numa empresa de tratamento e valorização de resíduos**. 2014. Monografia (Pós-graduação em Segurança e Higiene do Trabalho) - Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2014. p. 98. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/7288/1/Tese%20final%20Jos%C3%A9%20Encarna%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

FERREIRA, Leandro Silveira et al. **Segurança do Trabalho I**. Santa Maria: FSM, CTISM, Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil: [s. n.], 2012. 151 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-e-tec-brasil>>. Acesso em: 3 set. 2019.

FUNDACENTRO. **RTP 05: Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras**. Relatório Técnico de Procedimento. MTE, Brasil, p. 1-44, 2007. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/recomendacao-tecnica-de-procedimento/publicacao/detalhe/2012/9/rtp-05-instalacoes-eletricas-temporarias-em-canteiros-de-obras>>. Acesso em: 23 set. 2019.

FUSION ENGENHARIA LTDA. **Medidas de controle do risco elétrico**. In: CURSO Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasil: [s. n.], [201-?]. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/62156000/medidas-de-controle-do-risco-eletrico-nr10?utm-medium=link>>. Acesso em: 5 nov. 2019.

FUSION ENGENHARIA LTDA. **Técnicas de Análise de Risco**. In: CURSO Básico de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasil: [s. n.], 2009. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/62155918/tecnicas-de-analise-de-riscos-nr10?utm-medium=link>>. Acesso em: 5 nov. 2019.

IBGE. Objetivo 7 - energia limpa e acessível: Indicador 7.1.1 - percentagem da população com acesso à eletricidade. In: PNAD. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://indicadoresods.ibge.gov.br/objetivo7/indicador711>>. Acesso em: 21 out. 2019.

LOURENÇO, Heliton; LOBÃO, Elidio de C.. **Análise da segurança do trabalho em serviços com eletricidade sob a ótica da nova NR-10**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2008, Ponta Grossa: Conbrepo, 2008. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://dalmoro.com.br/images/publications/original/08042010161015.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

MARCONDES, José Sérgio. **Segurança do trabalho, o que é, importância, atividades, como funciona**. In: Gestão de Segurança Privada, 2017. Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/seguranca-do-trabalho-conceito/>>. Acesso em: 5 set. 2019.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 4. **NR 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança em Medicina do Trabalho**, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-30, 8 jun. 1978. Disponível em:
<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-04.pdf>.
Acesso em: 26 out. 2019.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 5. **NR 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-24, 8 jun. 1978. Disponível em:
<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-05.pdf>.pdf.
Acesso em: 26 out. 2019.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 6. **NR 6 - Equipamento de Proteção Individual**, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-8, 8 jun. 1978. Disponível em:
<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf>.
Acesso em: 26 out. 2019.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 10. **NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-14, 8 jun. 1978. Disponível em:
<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-10.pdf>.
Acesso em: 26 out. 2019.

MTE. Norma Regulamentadora Nº 12. **NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**, Diário Oficial da União, Brasil, p. 1-14, 8 jun. 1978. Disponível em:
<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf>.
Acesso em: 20 nov. 2019.

NUNES, Eduardo de Godoi Saldanha. **Prevenção contra choque elétrico em edificações prediais do distrito federal: estudo exploratório das normas NR 10, NBR 5410 e NBR 5419**. Orientador: Alcides Leandro da Silva. 2016. 137 p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2016. Disponível em:
<<http://bdm.unb.br/browse?type=author&value=Nunes%2C+Eduardo+de+Godoi+Saldanha>>. Acesso em: 28 set. 2019.

OHSAS (Reino Unido). **Norma 18001: 2007**. Sistema de gestão da segurança e da saúde do trabalho: Versão traduzida, OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES, 2007. Disponível em:
<https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/7319/2/Anexo%20I%20OHSAS180012007_pt.pdf>. Acesso em: 19 set. 2019.

OSHA. **Controlling Electrical Hazards**. Elaine L. Chao. 1. ed. rev. Estados Unidos da América, 2002. 71 p. Disponível em:
<<https://www.osha.gov/Publications/osha3075.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

OSST. **Observatório de Saúde e Segurança do Trabalho**. Brasil: Ministério Público do Trabalho, Organização Internacional do Trabalho, 2019. Disponível em:
<<https://smartlabbr.org/sst>>. Acesso em: 6 set. 2019.

PES, João Hélio Ferreira; ROSA, Taís Hemann da. **Análise jurisprudencial do direito de acesso à energia elétrica**. CONPEDI, Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=bd3ef5c19067fe17>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gerenciamento de Riscos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; 2013. 120 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/rede-e-tec-brasil>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

UNIFAL. **Comissão Permanente de Prevenção e Controle de Riscos Ambientais**. Perigo e Risco. Alfenas-MG, [201-]. Disponível em: <<https://www.unifal-mg.edu.br/riscosambientais/perigoseriscos>>. Acesso em: 19 set. 2019.