

O PAPEL DA SEGURANÇA DO TRABALHO NA ÁREA DE ELETRICIDADE

THE ROLE OF OCCUPATIONAL SAFETY IN THE ELECTRICAL SECTOR

Ana Claudia Alves da Costa Mattza¹

RESUMO: O papel da segurança do trabalho na área de eletricidade é crucial devido aos riscos inerentes associados ao manuseio de energia elétrica, como choques elétricos e incêndios. Este estudo justifica-se pela necessidade urgente de reduzir a alta taxa de acidentes elétricos, como evidenciado por dados da ABRACOPEL, e pela rápida evolução tecnológica que demanda atualizações constantes nas práticas de segurança. O problema de pesquisa foca em como aprimorar as práticas de segurança para reduzir a incidência de acidentes e proteger os trabalhadores. O objetivo geral é avaliar as práticas atuais e propor melhorias, com objetivos específicos que incluem investigar a eficácia das regulamentações (NR-10 e NBR 5410), analisar o impacto de tecnologias emergentes e treinamentos, e desenvolver recomendações para a integração de práticas de segurança com programas de conscientização contínua. A metodologia baseou-se em uma revisão bibliográfica abrangendo os últimos dez anos, utilizando bases de dados como Scopus e IEEE Xplore, com palavras-chave específicas. A análise dos resultados revelou que, embora existam regulamentações robustas, a aplicação inconsistente e a falta de treinamento adequado são desafios significativos. Além disso, a integração de novas tecnologias de segurança mostrou-se promissora, mas ainda pouco explorada. Em conclusão, o estudo destaca a necessidade de uma abordagem mais proativa na implementação de práticas de segurança elétrica e no treinamento de trabalhadores. A pesquisa contribui para a literatura acadêmica e para a formulação de políticas públicas, incentivando a adoção de práticas mais rigorosas para garantir a segurança no trabalho com eletricidade.

938

Palavra-chave: Segurança do trabalho. Eletricidade. Acidentes elétricos. Normas regulamentadoras.

ABSTRACT: The role of occupational safety in the field of electricity is crucial due to the inherent risks associated with handling electrical energy, such as electric shocks and fires. This study is justified by the urgent need to reduce the high rate of electrical accidents, as evidenced by data from ABRACOPEL, and by the rapid technological evolution that demands constant updates in safety practices. The research problem focuses on how to improve safety practices to reduce the incidence of accidents and protect workers. The overall objective is to evaluate current practices and propose improvements, with specific objectives that include investigating the effectiveness of regulations (NR-10 and NBR 5410), analyzing the impact of emerging technologies and training, and developing recommendations for integrating safety practices with ongoing awareness programs. The methodology was based on a literature review covering the last ten years, using databases such as Scopus and IEEE Xplore, with specific keywords. Analysis of the results revealed that although robust regulations exist, inconsistent application and lack of adequate training are significant challenges. In addition, the integration of new security technologies has shown promise, but is still little explored. In conclusion, the study highlights the need for a more proactive approach to implementing electrical safety practices and training workers. The research contributes to the academic literature and to the formulation of public policies, encouraging the adoption of stricter practices to ensure safety when working with electricity.

Keywords: Occupational safety. Electricity. Electrical accidents. Regulatory standards.

¹ Engenheira Eletricista. FAMART.

1 INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho na área da eletricidade é um tema de extrema relevância, considerando os riscos inerentes ao manuseio de energia elétrica e a necessidade de proteger a saúde e a vida dos trabalhadores. A eletricidade, enquanto uma das principais forças motrizes da sociedade moderna, permeia todos os setores da economia e é essencial para a operação de indústrias, estabelecimentos comerciais, residências e serviços públicos. No entanto, essa ubiquidade também traz consigo uma série de perigos que, se não forem devidamente gerenciados, podem resultar em acidentes graves, incluindo choques elétricos, queimaduras, incêndios e até mortes. Portanto, o papel da segurança do trabalho na área de eletricidade é não apenas garantir a integridade física dos trabalhadores, mas também assegurar a continuidade operacional e a conformidade com as normas legais e regulamentares.

A justificativa para a escolha deste tema reside na importância crescente da segurança no trabalho em um mundo cada vez mais dependente de eletricidade. De acordo com dados da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), os acidentes elétricos continuam a ser uma causa significativa de lesões e mortes no Brasil, destacando a necessidade urgente de reforçar as práticas de segurança. Além disso, a rápida evolução tecnológica e a introdução de novas práticas e equipamentos elétricos exigem uma constante atualização das normas e treinamentos em segurança. Portanto, investigar e compreender o papel da segurança do trabalho na área de eletricidade é crucial para desenvolver estratégias eficazes de prevenção de acidentes e proteção dos trabalhadores.

O problema de pesquisa que norteia este estudo é: "Como as práticas de segurança do trabalho na área de eletricidade podem ser aprimoradas para reduzir a incidência de acidentes elétricos e garantir a proteção efetiva dos trabalhadores em ambientes industriais e de construção?" Essa questão surge da observação de que, apesar da existência de regulamentações como a NR-10 e a NBR 5410, ainda ocorrem muitos incidentes relacionados à eletricidade. Assim, há uma necessidade clara de entender melhor os fatores que contribuem para esses acidentes e como eles podem ser mitigados.

O objetivo geral do trabalho é avaliar as práticas atuais de segurança do trabalho na área de eletricidade, identificar lacunas e propor melhorias que contribuam para a redução de acidentes elétricos. Para alcançar este objetivo, foram definidos os seguintes objetivos

específicos: (1) investigar a eficácia das normativas e regulamentações atuais, como a NR-10 e a NBR 5410, na prevenção de acidentes elétricos em diferentes tipos de instalações; (2) analisar o impacto de tecnologias emergentes e treinamentos em segurança na minimização de riscos elétricos para trabalhadores de setores industriais e de construção; (3) desenvolver recomendações para a integração de práticas de segurança elétrica com programas de treinamento e conscientização contínua, focando na sustentabilidade dessas práticas a longo prazo.

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo foi uma revisão bibliográfica, abrangendo publicações dos últimos dez anos para garantir a contemporaneidade das informações. A revisão foi conduzida utilizando bases de dados acadêmicas renomadas, como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, Google Scholar e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). As palavras-chave utilizadas na pesquisa incluíram "segurança do trabalho", "eletricidade", "acidentes elétricos", "NR-10", "NBR 5410", "treinamento em segurança elétrica" e "riscos elétricos". A análise dos dados envolveu a leitura crítica dos textos, a identificação de temas recorrentes e a síntese das informações para fornecer uma visão abrangente sobre o tema.

Em suma, este trabalho aborda a importância crítica da segurança do trabalho na área de eletricidade, explorando as normas existentes, os desafios enfrentados pelos trabalhadores e as possíveis soluções para melhorar as condições de segurança. A pesquisa visa não apenas fornecer uma análise detalhada das práticas atuais, mas também oferecer recomendações que possam ser implementadas tanto no nível gerencial quanto operacional. Espera-se que as conclusões deste estudo contribuam para uma maior conscientização sobre a importância da segurança elétrica e incentivem a adoção de práticas mais rigorosas e eficazes para proteger os trabalhadores e prevenir acidentes. Assim, o trabalho pretende ser uma contribuição significativa para a literatura acadêmica e para a formulação de políticas públicas de segurança no trabalho, beneficiando tanto a sociedade quanto a comunidade acadêmica.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

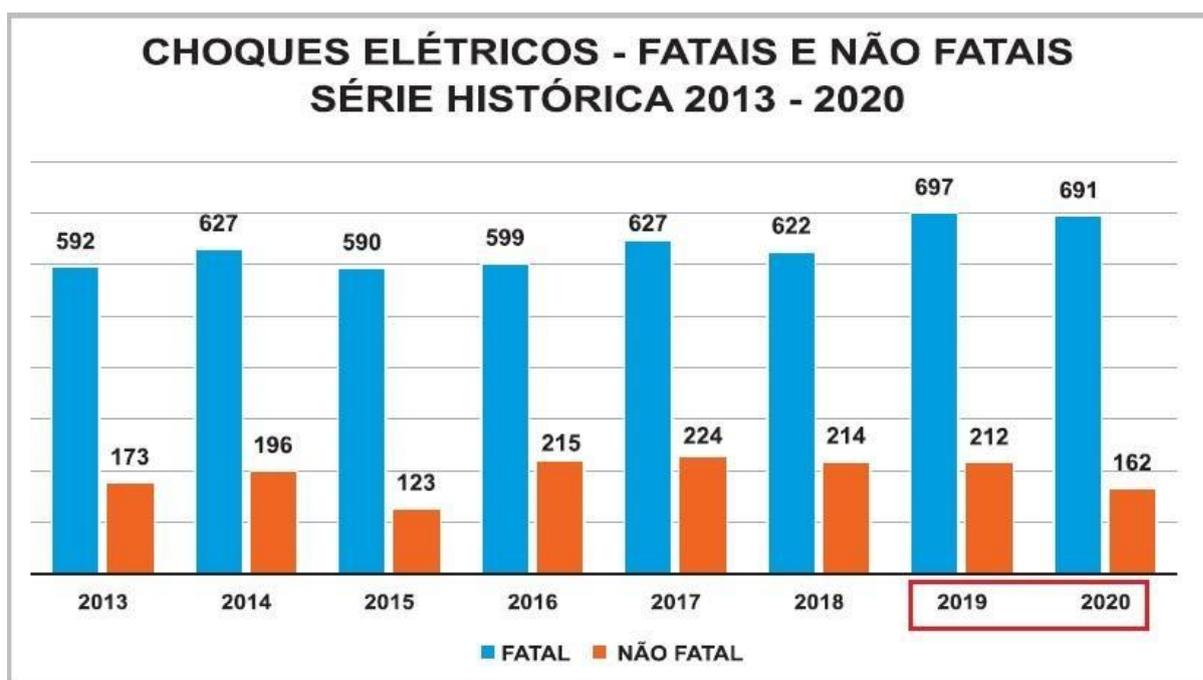
A análise estatística conduzida e divulgada pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) revela que o Brasil tem mantido números extremamente preocupantes de incidentes relacionados a choques

elétricos nos últimos anos, destacando a necessidade urgente de maior conscientização e medidas de segurança rigorosas. A eletricidade, quando manipulada de forma inadequada, constitui um fator de risco significativo, com potencial de causar danos severos, incluindo mortes.

Em 2020, o país registrou 691 ocorrências de acidentes elétricos fatais, uma ligeira redução em comparação com os 697 casos documentados em 2019. No entanto, os dados permanecem alarmantes. O avanço tecnológico e a evolução das práticas laborais, como a terceirização e a precarização de serviços, têm contribuído para uma diminuição na qualidade das condições de segurança. Esse cenário é agravado pelo aumento de profissionais autônomos, como pintores, pedreiros e ajudantes, que, apesar de possuírem experiência prática, frequentemente carecem de conhecimento técnico e de treinamento adequado em normas de segurança, o que pode ser observado na crescente incidência de acidentes elétricos ao longo dos últimos sete anos (2013–2020), conforme ilustrado na Tabela 1.

É imperativo que os profissionais estejam alinhados com as normas de segurança estabelecidas, possuindo um conhecimento prévio detalhado das tarefas a serem executadas e das condições do ambiente de trabalho, a fim de garantir um espaço seguro que proteja tanto suas vidas quanto a de outros envolvidos.

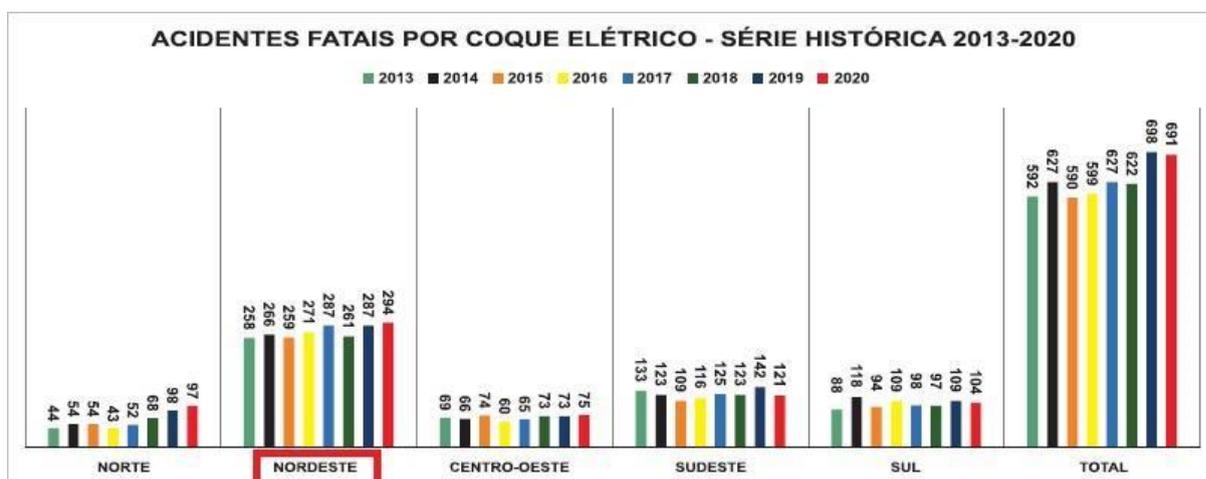
Tabela 01: Estatísticas de Acidentes por Choque Elétrico no Brasil: Uma Análise dos Últimos Sete Anos



Fonte: ABRACOPEL, 2021.

Analisando os dados regionais, o Nordeste apresenta um cenário alarmante de acidentes fatais por choque elétrico, liderando o ranking nacional nos últimos sete anos (2013-2020). Em 2020, foram contabilizadas 294 mortes na região, com a faixa etária de 31 a 40 anos sendo a mais afetada, totalizando 80 óbitos. Este número é significativamente superior ao de outras regiões, como o Sudeste, que possui a maior população do país, mas registra menos incidentes. Especificamente, a Bahia se destacou em 2020 com 79 mortes, sendo quase 40% dessas ocorrências em residências. Este número é quase o dobro do registrado em Pernambuco, com 45 mortes, e ainda supera o estado de São Paulo, que, apesar de sua grande população, teve menos casos fatais.

Tabela 2 : Distribuição Regional de Mortalidade por Choque Elétrico: Análise Comparativa



Fonte: ABRACOPEL, 2021.

No ano de 2020, a região Nordeste do Brasil foi responsável por aproximadamente 43% dos acidentes elétricos registrados no país, conforme indicado na Tabela 2. Este índice elevado destaca a complexidade de entender as causas subjacentes. Um fator significativo é a prática cultural de muitos nordestinos realizarem construções e reformas por conta própria para reduzir custos. Essa abordagem frequentemente resulta em procedimentos inadequados, especialmente quando as construções não observam a distância mínima de segurança das redes elétricas. O uso de ferramentas metálicas, que não precisam tocar nos fios para causar choques elétricos, representa um perigo adicional, pois a proximidade é suficiente para gerar uma descarga.

Além disso, um problema frequente em todo o país é a invasão da faixa de servidão, uma área pública destinada às instalações de postes e redes elétricas. Muitas edificações são erguidas muito próximas ou até mesmo abaixo dessas instalações, criando situações de risco e dificultando as manutenções necessárias.

Este problema é amplificado pelo caráter desordenado das construções no Brasil, muitas vezes realizadas sem projetos ou estudos adequados. Terrenos em declives ou áreas restritas são frequentemente não regularizados, o que facilita a ocorrência de irregularidades. Outra questão é o desejo dos proprietários de maximizar o uso do espaço disponível, especialmente quando este é limitado. Assim, muitos optam por construir verticalmente, utilizando lajes para adicionar mais cômodos, o que aproxima ainda mais as construções das redes aéreas, conforme ilustrado na Figura 1, onde se observa a passagem da rede elétrica por dentro do imóvel.

Figura 1: Construções Irregulares em Proximidade à Rede Elétrica



Fonte: NEOENERGIA, 2020.

A falta de recursos financeiros, aliada à insuficiência de fiscalização rigorosa, resulta em um aumento de edificações próximas à rede elétrica ao longo dos anos. A responsabilidade pela fiscalização dessas construções recai sobre a secretaria municipal de urbanismo de cada cidade, que deve inspecionar as edificações e investigar denúncias de irregularidades. No entanto, muitos desses casos não são reportados. Segundo a NEOENERGIA, todas as obras e reformas devem manter uma distância mínima de 2,5 metros da rede aérea, para garantir a segurança dos trabalhadores, especialmente pedreiros

e pintores, que não devem se aproximar da rede sob nenhuma circunstância devido ao elevado risco de acidentes.

Adicionalmente, os riscos associados às obras não se limitam apenas à proximidade com a rede aérea; as instalações elétricas provisórias, comuns em canteiros de obras para fornecer energia a maquinários e iluminação, também representam um perigo significativo. Quando essas instalações não são feitas corretamente e não seguem as normas de segurança, criam um ambiente potencialmente perigoso. A situação ilustrada na Figura 2 é um exemplo típico de como as ligações precárias de maquinários podem expor trabalhadores e pessoas nas proximidades a sérios riscos.

Figura 2: Implementação Temporária de Infraestrutura Elétrica em Canteiros de Obras



Fonte: SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Instalações elétricas provisórias, (2018).

De acordo com a FUNDACENTRO (2007), é obrigatório que o projeto das instalações elétricas temporárias em canteiros de obras seja elaborado por um profissional qualificado e legalmente habilitado, com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Este projeto deve estabelecer critérios e condições para a implementação de medidas preventivas, garantindo a segurança e saúde dos trabalhadores. Além disso, o projeto deve estar disponível para as autoridades competentes e ser atualizado regularmente. Dados da ABRACOPEL indicam uma redução nos acidentes fatais na construção civil, com 31 mortes em 2019 e 21 em 2020, embora esses números se refiram apenas a acidentes ocorridos durante a execução de obras. Se considerarmos trabalhadores informais como pintores, eletricitas

autônomos e pedreiros, os números são ainda mais preocupantes, totalizando 204 casos de acidentes, dos quais 146 foram fatais em 2020.

A proximidade das construções com a rede elétrica aérea, que frequentemente não segue as normas de segurança, contribui significativamente para esses acidentes. Segundo a ABRACOPEL, os relatórios anuais não refletem completamente a gravidade da situação, pois muitos incidentes não são relatados ou divulgados, dificultando uma avaliação mais abrangente. A conscientização sobre os riscos e a disseminação de informações são essenciais para mitigar esses acidentes.

Os dados da Tabela 3, que categorizam os acidentes por profissão, demonstram que a eletricidade é um perigo constante, afetando uma ampla gama de profissionais e pessoas, incluindo pintores, ajudantes, pedreiros, estudantes e curiosos, além de profissionais formados e autônomos. Embora se espere que profissionais qualificados, que possuem conhecimento dos riscos, tenham menos acidentes, a realidade mostra que isso nem sempre ocorre, muitas vezes devido à negligência ou à falta de planejamento e análise de risco.

Tabela 3 : Análise Detalhada de Incidentes de Choque Elétrico por Categoria Profissional



Fonte: ABRACOPEL, 2020.

Os dados de 2020 mostram que 65% dos acidentes fatais ocorreram em redes aéreas de distribuição e ambientes residenciais, totalizando 450 fatalidades. A negligência e o desconhecimento dos riscos são problemas graves, exacerbados pela tendência humana de subestimar os perigos, acreditando que "nada de ruim vai acontecer". Este comportamento

é comum não apenas na área elétrica, mas em muitas outras profissões, onde a familiaridade com os perigos pode levar à complacência. A falta de respeito pelas normas de segurança aumenta o risco de acidentes graves, e, na eletricidade, a margem para erros é muitas vezes inexistente, não havendo uma segunda chance para os que falham em tomar as precauções necessárias.

2.1 Incidentes de Choque Elétrico

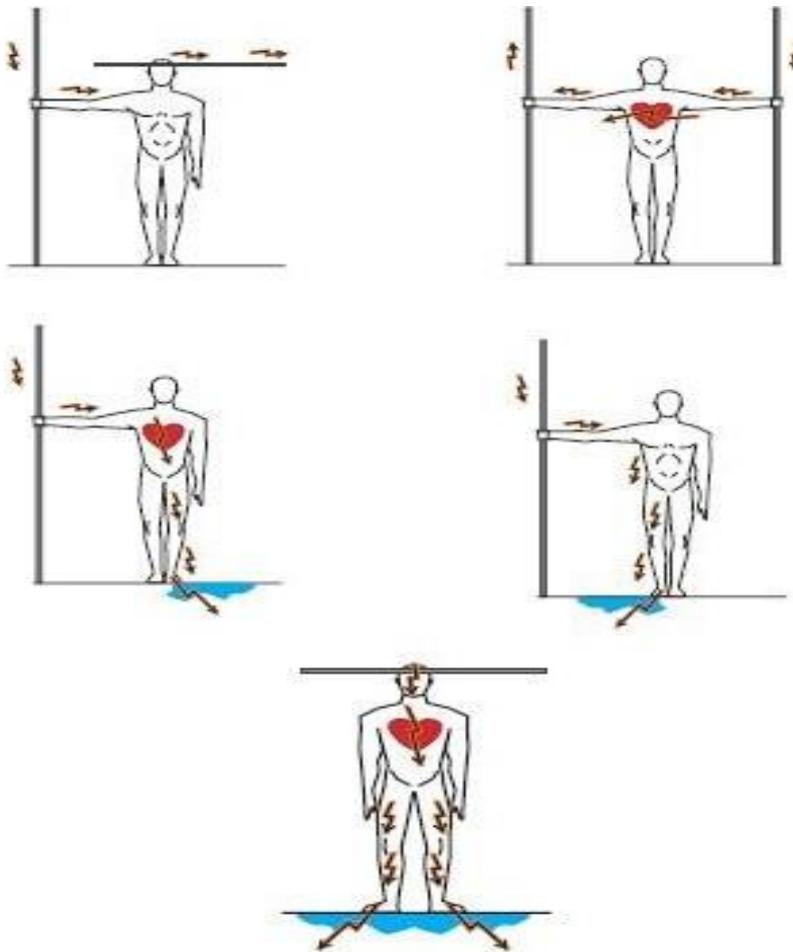
Certos conceitos são fundamentais para uma compreensão adequada do tema. Segundo a FUNDACENTRO (2007), o choque elétrico é um efeito patofisiológico causado pela passagem de uma corrente elétrica, denominada corrente de choque, através do corpo humano. Este fenômeno pode resultar em efeitos de variadas gravidades, incluindo fatais. O corpo humano, apesar de não ser um excelente condutor de eletricidade, possui características que permitem a condução de corrente elétrica. O choque ocorre quando uma corrente passa através do corpo devido a uma diferença de potencial (DDP) entre dois pontos distintos. A intensidade do choque é proporcional à magnitude da DDP; quanto maior a diferença, maior a corrente e, conseqüentemente, mais severos são os danos.

Ao atravessar o corpo, como ilustrado na Figura 3, a corrente elétrica pode causar desde leves contrações musculares até contrações violentas, com potencial de levar à morte. Além disso, há riscos de queimaduras e incêndios em casos de choques elétricos. O risco é especialmente elevado quando a corrente entra por uma mão e percorre até a outra, passando pelo tórax e aumentando a probabilidade de comprometer o coração e o sistema respiratório.

É crucial que as pessoas estejam cientes de que certas vestimentas podem influenciar a gravidade dos choques elétricos. O uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) pode aumentar a resistência do corpo à passagem da corrente, reduzindo assim a intensidade do choque e prevenindo danos mais graves.

De acordo com Alencar et al. (2003), a eletricidade representa uma fonte de perigo significativo, que pode ser mortal se não forem adotadas medidas de segurança rigorosas. Mesmo em tensões baixas, como 110 volts, a eletricidade pode ser perigosa. Para evitar acidentes, é essencial que todas as instalações elétricas sejam realizadas e mantidas de forma segura por profissionais qualificados e supervisionados por indivíduos legalmente habilitados.

Figura 3: Passagem da corrente pelo corpo humano.



Fonte: FUNDACENTRO, 2007.

Existem dois principais tipos de choques elétricos: o contato direto e o contato indireto. O contato direto ocorre quando há um toque direto em partes energizadas de uma instalação elétrica, como, por exemplo, tocar um fio exposto em uma tomada. O contato indireto, que é comum na construção civil, acontece quando partes metálicas entram em contato com condutores mal isolados ou acidentalmente energizados. Esse tipo de choque também pode resultar da indução eletromagnética, onde variações no campo magnético geram uma corrente elétrica em materiais metálicos, resultando em choque elétrico.

As consequências de um choque elétrico dependem de vários fatores, incluindo a intensidade da corrente. Quanto maior a intensidade, maior o dano causado; da mesma forma, correntes de menor intensidade apresentam riscos menores. Além disso, a duração da exposição à corrente elétrica é crucial; períodos mais longos aumentam

significativamente os riscos e os danos potenciais. A trajetória da corrente pelo corpo é outro fator importante, conforme ilustrado na Figura 3. A corrente pode seguir diversos caminhos, alguns mais perigosos do que outros, especialmente se atravessar o tórax, onde pode afetar o coração. Assim, um choque de baixa intensidade que atravessa o tórax pode causar danos irreversíveis, enquanto um choque de alta intensidade por um curto período pode não atingir órgãos críticos, reduzindo a gravidade dos danos.

O risco de lesão é menor em casos onde a corrente elétrica percorre um curto trajeto, como entre o polegar e o indicador de uma mão ou entre uma mão e um pé. A corrente mínima que uma pessoa pode sentir varia de 1 a 3 mA. Correntes de 10 mA podem causar perda de controle muscular, tornando difícil abrir as mãos ou se afastar do contato. Correntes entre 10 mA e 3 A são consideradas potencialmente letais para uma pessoa em situação de choque elétrico.

Quadro 1: Efeitos da Corrente Elétrica no Organismo Humano

1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.
3 a 10 mA	Eletização	A passagem da corrente provoca movimentos.
10 mA	Tetaniação	passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.
25 mA	Parada respiratória	A corrente atravessa o cérebro.
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.
30 a 75 mA	Fibrilação ventricular	A corrente atravessa o coração.

948

FONTE: FUNDACENTRO, 2007.

Cada item do Quadro 1 pode ser detalhado para destacar os riscos associados à exposição à corrente elétrica:

a) Percepção: Durante a percepção, o corpo humano sente uma leve sensação devido à exposição a uma corrente elétrica de baixa intensidade.

b) Tetaniação: Esse fenômeno é caracterizado pela paralisia muscular causada pela passagem de corrente elétrica através do corpo. Nesse estado, a pessoa afetada fica "presa"

ao objeto energizado, incapaz de se libertar devido às contrações musculares involuntárias, o que pode levar ao óbito.

c) Parada Respiratória: Durante a tetanização, os músculos do peito podem sofrer paralisia, o que bloqueia os pulmões e interrompe a respiração.

d) Asfixia: A asfixia ocorre quando há uma contração muscular intensa relacionada à respiração, provocada por correntes elétricas de alta intensidade, geralmente de 30 mA ou mais. Se a exposição à corrente elétrica persistir, a vítima pode perder a consciência e morrer por sufocamento.

e) Fibrilação Ventricular: Esta condição é potencialmente fatal, pois envolve uma desregulação do ritmo cardíaco, resultando em contrações descontroladas do coração. Essa irregularidade impede a circulação adequada de sangue pelo corpo, levando à falta de oxigênio. A fibrilação ventricular ocorre quando a corrente elétrica atinge diretamente os músculos cardíacos.

Em conclusão, os efeitos da corrente elétrica no corpo humano variam em gravidade desde sensações leves de percepção até condições potencialmente fatais, como fibrilação ventricular e asfixia. A exposição a correntes elétricas pode causar paralisia muscular, paradas respiratórias e danos cardíacos, dependendo da intensidade e duração da corrente, bem como do trajeto percorrido pelo corpo. A compreensão e a prevenção desses riscos são essenciais para a segurança em ambientes que envolvem eletricidade, destacando a importância do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e do cumprimento rigoroso das normas de segurança elétrica.

2.2 Normas

A implementação adequada das normas durante as fases de execução de serviços elétricos, tanto de forma direta quanto indireta, é fundamental para a prevenção de acidentes elétricos em diversos setores. Após discutirmos os riscos e as consequências nos capítulos anteriores, passaremos agora a examinar os procedimentos recomendados pelas normas regulamentadoras para evitar os acidentes descritos.

Será realizada uma revisão das normas, destacando os itens mais relevantes e apresentando recomendações formais sobre como prevenir acidentes e minimizar danos causados por choques elétricos. As normas regulamentadoras são documentos sancionados

por órgãos competentes, que definem regras e diretrizes a serem seguidas em todos os campos de atuação, com o objetivo de proteger a segurança e a saúde dos trabalhadores.

2.3 NR 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade

Esta norma estabelece requisitos mínimos e condições essenciais para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, visando garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos, direta ou indiretamente, com instalações e serviços elétricos. Segundo a NR-10 (2004), suas diretrizes aplicam-se às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, abrangendo todas as etapas, desde o projeto até a manutenção das instalações elétricas, incluindo quaisquer atividades realizadas nas proximidades.

Antes de iniciar qualquer serviço relacionado à eletricidade, é imperativo realizar uma análise detalhada dos riscos. De acordo com a NR-10 (2004), todas as intervenções em instalações elétricas devem adotar medidas preventivas de controle de risco, utilizando técnicas de análise de risco para garantir a segurança no ambiente de trabalho.

A norma também enfatiza a importância das medidas de proteção coletiva, que devem ser implementadas prioritariamente para proteger os trabalhadores. Estas incluem, entre outras, a desenergização da rede elétrica para evitar imprevistos, garantindo a segurança por meio do desligamento completo da rede. Quando a desenergização não é possível, devem-se adotar outras medidas de segurança, como barreiras, sinalização e isolamento de partes energizadas.

No que tange às vestimentas de trabalho, a NR-10 (2004) especifica que devem ser adequadas às atividades realizadas, servindo também como uma forma de proteção. As instalações elétricas devem ser construídas, operadas e mantidas sob a supervisão de profissionais autorizados, assegurando condições seguras de funcionamento e inspeções periódicas dos sistemas de proteção.

A norma proíbe expressamente o uso de locais destinados a serviços elétricos para armazenamento de objetos, devido aos riscos que isso pode representar. Para serviços próximos a redes elétricas energizadas, é obrigatório que os trabalhadores recebam treinamento específico em segurança. Além disso, qualquer serviço que envolva alta tensão (AT) deve ser realizado por uma equipe devidamente treinada, sob supervisão, após uma avaliação e planejamento rigorosos das atividades.

Os trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas precisam de formação específica sobre os riscos associados à eletricidade e as principais medidas de prevenção de acidentes. Aqueles que desempenham atividades não diretamente relacionadas com instalações elétricas, mas que operam nas proximidades, devem ser formalmente instruídos para identificar potenciais riscos. É fundamental destacar a importância dessas orientações, dado o perigo silencioso que a eletricidade representa em nosso cotidiano.

A eletricidade representa um risco significativo, mesmo para indivíduos com conhecimento especializado. Para aqueles sem treinamento, os perigos são ainda mais acentuados. Qualquer negligência pode resultar em danos graves. Mesmo com todas as precauções adotadas, imprevistos podem ocorrer. Em situações de emergência, a NR-10 (2004) especifica que:

10.12.2 "Os trabalhadores autorizados devem estar capacitados para realizar resgates e prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente utilizando técnicas de reanimação cardiorrespiratória."

A prestação de primeiros socorros imediatos pode ser crucial para salvar vidas, exigindo que os profissionais estejam devidamente treinados para executar essas ações com precisão.

A norma também aborda as responsabilidades tanto dos contratantes quanto dos empregados. De acordo com a NR-10 (2004), é responsabilidade dos contratantes garantir que os trabalhadores estejam cientes dos riscos aos quais estão expostos, fornecendo instruções sobre os procedimentos e medidas de controle contra riscos elétricos a serem adotados.

Adicionalmente, os trabalhadores têm o dever de:

- a) Zelar pela própria segurança e saúde, assim como pela segurança e saúde de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no ambiente de trabalho;
- b) Comunicar imediatamente ao responsável pela execução do serviço quaisquer situações que considerem de risco para sua segurança e saúde, bem como a de outras pessoas.

2.4 NBR 5410: 2004 Instalações elétricas de baixa tensão

Além da NR-10, que regulamenta a segurança em instalações elétricas e suas proximidades, a NBR 5410: 2004 é a norma que estabelece os padrões para instalações elétricas de baixa tensão em edificações de qualquer natureza, incluindo residenciais,

públicas e comerciais. Esta norma define condições mínimas para garantir a segurança de pessoas e animais, além de assegurar o funcionamento adequado das instalações elétricas.

A NBR 5410: 2004 classifica as proteções contra choques elétricos em três categorias:

3.2.2 Proteção básica: Destina-se a impedir o contato com partes vivas perigosas em condições normais, evitando, assim, contatos diretos com elementos energizados.

3.2.3 Proteção supletiva: Esta medida é projetada para suprir a proteção contra choques elétricos quando partes metálicas acessíveis ou outras superfícies condutivas se tornam acidentalmente energizadas, abordando, portanto, os contatos indiretos.

3.2.4 Proteção adicional: Visa garantir a proteção em situações de maior risco, onde há possibilidade de perda ou falha das medidas de proteção normais ou em ambientes onde os perigos de choques elétricos são particularmente elevados.

O funcionamento da NBR 5410: 2004 baseia-se em dois princípios fundamentais: partes vivas perigosas não devem ser acessíveis, e massas ou partes condutivas acessíveis não devem representar perigo, mesmo em caso de falha que as torne acidentalmente energizadas. Assim, a norma abrange de forma técnica a proteção contra choques elétricos, tratando tanto da proteção básica, que corresponde à proteção contra contatos diretos, quanto da proteção supletiva, relacionada à proteção contra contatos indiretos.

De acordo com a NBR 5410: 2004, a proteção contra choques elétricos deve combinar proteção básica e supletiva, operando de forma simultânea e através de meios independentes. Isso garante uma abordagem abrangente e eficaz na prevenção de acidentes elétricos.

2.5 NR 6 Equipamento de proteção individual

A NR-6 é uma norma essencial que regula o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) no ambiente de trabalho. Esta norma define os EPI como dispositivos de uso pessoal destinados a proteger os trabalhadores contra riscos específicos. Existem também os equipamentos conjugados, que são compostos por vários dispositivos, projetados para proteger contra múltiplos riscos simultaneamente.

Para que um EPI seja considerado válido, ele deve possuir um Certificado de Aprovação (CA), emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Este certificado atesta a qualidade e a eficácia do equipamento. É importante notar que cada CA é específico para determinadas áreas de atuação, o que significa que um certificado pode ser aplicável a um contexto, mas não a outro.

Conforme a NR-6, "a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento". Assim, é fundamental que os funcionários verifiquem a entrega e as condições de todos os EPIs antes de iniciar qualquer atividade. Para os trabalhadores autônomos, a aquisição dos EPIs é de responsabilidade própria, devendo sempre atender às normas e ser orientada por um profissional técnico qualificado.

O empregador, ao fornecer os EPIs, tem o direito de exigir seu uso correto e é responsável por instruir e treinar os funcionários sobre o uso adequado, armazenamento e manutenção dos equipamentos. Por outro lado, os trabalhadores têm o dever de conservar e armazenar corretamente os EPIs, utilizando-os exclusivamente para os fins designados.

É crucial destacar que o uso inadequado ou a má conservação dos EPIs pode aumentar significativamente o risco de acidentes.

2.6 O papel da segurança do trabalho na área de eletricidade

A importância da segurança no trabalho na área da eletricidade é enfatizada extensivamente na literatura contemporânea, com foco em prevenir acidentes e promover ambientes de trabalho seguros. Hall (2015) destaca que a sustentabilidade e a gestão de sistemas de segurança são essenciais para proteger os trabalhadores contra os perigos elétricos. A complexidade dos sistemas elétricos exige uma abordagem holística que integre a segurança ao longo de todas as etapas do desenvolvimento e manutenção de instalações elétricas.

Jones e Roberts (2018) complementam essa visão, fornecendo um guia prático que detalha procedimentos de segurança específicos para instalações industriais, onde a densidade de equipamentos elétricos aumenta o risco de acidentes. Esta obra enfatiza a importância da aplicação rigorosa de normas de segurança para minimizar riscos elétricos no ambiente industrial.

Smith e Thomas (2019) abordam a normalização das práticas de segurança no local de trabalho, argumentando que a conformidade com padrões internacionais pode significativamente diminuir os incidentes relacionados à eletricidade. Eles propõem que uma cultura de segurança efetiva é alimentada pela educação contínua e pelo compromisso com as melhores práticas.

Por outro lado, Robinson (2021) explora a gestão de riscos em engenharia elétrica, sugerindo que estratégias proativas são necessárias para antecipar e mitigar possíveis falhas que poderiam levar a acidentes graves. Esta abordagem não apenas protege os trabalhadores mas também preserva o equipamento e as instalações.

Davis e Franklin (2016) destacam que a educação sobre a eletricidade e a segurança é fundamental em todos os níveis de operações, desde o planejamento até a execução e manutenção. A conscientização sobre os perigos elétricos é vital para a segurança no local de trabalho, particularmente em ambientes onde os riscos são elevados.

Wilson e Harper (2017) focam nos princípios básicos de segurança elétrica, argumentando que um entendimento fundamental desses princípios é essencial para todos os trabalhadores envolvidos com eletricidade, independentemente de seu papel específico dentro de uma organização.

Grant (2022) introduz abordagens modernas para a segurança elétrica no local de trabalho, ressaltando a importância da inovação e da tecnologia na melhoria das medidas de segurança. As tecnologias emergentes, como sensores e dispositivos automatizados, têm um papel crucial na detecção precoce de condições perigosas, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro.

Sanders (2020) oferece uma perspectiva detalhada sobre os códigos de segurança elétrica, como o National Electrical Code (NEC), e como eles devem ser aplicados para garantir a proteção dos trabalhadores. Esta normativa legal estabelece um padrão obrigatório que todos os envolvidos com instalações elétricas devem seguir.

Bennett (2023) discute como a segurança e a saúde podem ser integradas na engenharia elétrica desde a fase de educação até a aplicação prática nos locais de trabalho. Esta integração ajuda a assegurar que os futuros engenheiros estejam preparados para lidar com os desafios de segurança que encontrarão.

Finalmente, Morris (2022) elabora um compêndio sobre segurança ocupacional elétrica, proporcionando uma visão abrangente das práticas e estratégias de segurança que devem ser adotadas para proteger os trabalhadores em diversos ambientes elétricos.

Cada uma dessas obras contribui para a compreensão e implementação de práticas de segurança eficazes, essenciais para minimizar os riscos de acidentes elétricos no local de trabalho.

Continuando a discussão sobre a segurança no trabalho na área de eletricidade, é essencial ressaltar a importância da certificação e do treinamento adequados para os trabalhadores envolvidos com instalações elétricas. Como apontado por Sanders (2020), o entendimento profundo e a aplicação rigorosa dos códigos de segurança elétrica são cruciais para prevenir acidentes e garantir a segurança no local de trabalho. Esta normativa, além de ser uma medida protetiva, também serve como um guia educativo para os trabalhadores, ensinando-lhes sobre os perigos potenciais e como evitá-los.

Além disso, Bennett (2023) explora a necessidade de integrar práticas de segurança nas fases iniciais da formação de engenheiros elétricos. Isso implica que a educação em segurança não deve ser vista apenas como um complemento ao currículo técnico, mas como uma parte integral da formação de qualquer profissional que irá trabalhar com eletricidade. Essa abordagem proativa garante que os futuros profissionais estarão mais bem equipados para manejar os riscos associados à eletricidade de maneira eficaz.

Morris (2022) contribui para essa visão ao oferecer diretrizes detalhadas sobre como manter as instalações elétricas e os equipamentos em condições seguras de operação. A manutenção regular e as inspeções de segurança são apresentadas como componentes essenciais para prevenir falhas e garantir a operação contínua e segura de sistemas elétricos complexos.

Grant (2022) também aponta para a relevância das novas tecnologias na melhoria das práticas de segurança. O uso de ferramentas digitais e soluções de automação não apenas aumenta a eficiência operacional, mas também reduz significativamente os riscos para os trabalhadores, ao minimizar a necessidade de interação direta com sistemas potencialmente perigosos.

No entanto, como discutido por Wilson e Harper (2017), mesmo com os avanços tecnológicos e a implementação de melhores práticas, a segurança no local de trabalho é, em última análise, uma responsabilidade compartilhada. A gestão deve não apenas fornecer os recursos necessários, mas também cultivar uma cultura de segurança que encoraje os trabalhadores a adotar práticas seguras e a se sentir responsáveis pela segurança própria e de seus colegas.

Este compromisso com a segurança deve ser continuamente reforçado através de treinamentos regulares e reciclagens, como recomendado por Smith e Thomas (2019). A educação contínua é uma ferramenta poderosa para manter os trabalhadores informados

sobre os melhores procedimentos de segurança e as últimas atualizações nos códigos e regulamentações de segurança elétrica.

Davis e Franklin (2016) destacam a importância de não apenas focar na prevenção de acidentes, mas também na preparação para emergências. Os trabalhadores devem estar treinados para responder de maneira eficaz a incidentes elétricos, minimizando danos e prestando primeiros socorros imediatos quando necessário, uma capacidade que pode fazer a diferença crucial em situações de vida ou morte.

Portanto, enquanto avançamos em direção a um ambiente de trabalho mais seguro e regulamentado na área de eletricidade, é essencial que continuemos a integrar e a aplicar os conhecimentos provenientes de diversas fontes acadêmicas e profissionais, como os apresentados por Hall (2015), Jones e Roberts (2018), e Robinson (2021). Cada contribuição desses especialistas enriquece nosso entendimento e nossa capacidade de gerenciar os riscos associados ao trabalho elétrico.

É imperativo reconhecer a interseção de responsabilidade, educação e tecnologia como pilares fundamentais para um ambiente de trabalho seguro. Como Robinson (2021) destaca, o gerenciamento proativo de riscos não apenas previne acidentes mas também promove uma operação mais eficiente e segura de sistemas elétricos. A prevenção passa por uma compreensão detalhada dos sistemas envolvidos e por uma resposta adequada às falhas, que são inevitáveis em qualquer sistema técnico.

Além disso, a importância da certificação e do treinamento contínuo não pode ser subestimada. Conforme Smith e Thomas (2019) ressaltam, a formação contínua em segurança e práticas de trabalho seguras são essenciais para manter os trabalhadores atualizados sobre as mais recentes tecnologias e métodos de prevenção de acidentes. Esta é uma área onde a tecnologia pode desempenhar um papel crucial, não só em termos de proteção, mas também na educação e treinamento dos trabalhadores.

Grant (2022) sugere que a integração de tecnologias emergentes, como a realidade aumentada e sistemas automatizados, pode transformar a formação em segurança, tornando-a mais interativa e envolvente. Isso pode aumentar significativamente a eficácia dos programas de treinamento e garantir que as práticas de segurança sejam mais do que protocolos a serem seguidos—sejam uma parte integrada da rotina diária dos trabalhadores.

A cultura de segurança, como Wilson e Harper (2017) argumentam, deve ser uma prioridade gerencial e um valor organizacional central. O compromisso com a segurança

deve ser visível no topo e permeável a todos os níveis da organização. Este compromisso deve ser apoiado por políticas claras, práticas recomendadas e uma comunicação aberta sobre segurança, que não só protege os trabalhadores como também melhora a produtividade e a eficiência operacional.

A segurança no trabalho, especialmente na área da eletricidade, exige uma abordagem holística que abrange a legislação, como ilustrado pela NR-10 e NBR 5410 (Jones e Roberts, 2018), e também práticas de engajamento ativo e educação contínua (Davis e Franklin, 2016). Garantir a segurança em instalações elétricas não é apenas uma questão de cumprir regulamentos, mas de cultivar um ambiente onde cada trabalhador entende seu papel e suas responsabilidades.

Em conclusão, enquanto o campo da eletricidade continua a evoluir, também deve evoluir a nossa abordagem para a segurança do trabalho. A integração de novas tecnologias, práticas baseadas em evidências e uma cultura de segurança robusta são fundamentais para avançar na proteção dos trabalhadores. Com uma dedicação contínua à educação, à inovação e ao cumprimento rigoroso dos padrões de segurança, podemos aspirar não só a reduzir os riscos mas também a criar um ambiente onde a segurança seja uma segunda natureza.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da segurança do trabalho na área da eletricidade é enfatizada extensivamente na literatura contemporânea, destacando-se como um elemento crucial para prevenir acidentes e promover um ambiente de trabalho seguro. A complexidade dos sistemas elétricos demanda uma abordagem holística que integre a segurança em todas as etapas do desenvolvimento e manutenção de instalações elétricas. Hall (2015) ressalta a necessidade de sistemas de segurança sustentáveis que protejam eficazmente os trabalhadores, enquanto Jones e Roberts (2018) fornecem um guia prático que detalha procedimentos específicos de segurança para instalações industriais, onde a densidade de equipamentos elétricos aumenta significativamente o risco de incidentes.

Smith e Thomas (2019) argumentam que a aderência a normas internacionais e a implementação de melhores práticas são fundamentais para reduzir os incidentes relacionados à eletricidade. A segurança no trabalho é impulsionada pela educação contínua e pelo compromisso com práticas seguras, que devem ser incorporadas à cultura organizacional, conforme discutido por Wilson e Harper (2017). A educação e o treinamento

contínuos são essenciais, não apenas como uma medida preventiva, mas como parte integral da operação diária em ambientes de trabalho que envolvem riscos elétricos.

Robinson (2021) destaca a importância da gestão de riscos, que deve ser proativa e não apenas reativa. Prever potenciais falhas e mitigar suas consequências antes que resultem em acidentes é uma abordagem essencial para a segurança elétrica. Da mesma forma, Grant (2022) observa o potencial das tecnologias emergentes para melhorar a segurança, utilizando ferramentas como a realidade aumentada e sistemas de monitoramento automatizado que podem detectar e alertar sobre condições de risco em tempo real.

A responsabilidade pela segurança elétrica é compartilhada entre gestores e trabalhadores, como evidenciam Davis e Franklin (2016), que salientam a importância da preparação para emergências e da capacitação em primeiros socorros. A capacidade de responder eficientemente a emergências pode salvar vidas, tornando o treinamento em técnicas de reanimação e outras práticas de emergência indispensáveis. Adicionalmente, a segurança deve ser uma responsabilidade coletiva, promovida e reforçada através de políticas claras e uma comunicação aberta dentro da organização.

Em suma, a segurança no trabalho na área de eletricidade é multifacetada e depende tanto de medidas técnicas e regulamentações como de uma cultura organizacional que valorize e priorize a segurança. O engajamento ativo de todos os níveis da organização em práticas de segurança não só cumpre com as normativas legais mas também protege os ativos mais valiosos de qualquer empresa: seus funcionários. As orientações de Bennett (2023) e Morris (2022) sobre a integração de segurança e saúde na engenharia elétrica e a manutenção de práticas de segurança ocupacional reforçam a necessidade de um compromisso contínuo com a educação e a inovação em segurança. Portanto, enquanto continuamos a navegar pelos desafios da eletricidade, a dedicação à segurança deve permanecer como uma prioridade inabalável, evoluindo constantemente para atender às novas demandas e tecnologias emergentes no campo da segurança do trabalho elétrico.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2021 – ano base 2020. São Paulo, 2021.

ABRACOPEL. Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2020 – ano base 2019. São Paulo, 2020.

ALENCAR, Luciana Hazin et al. Utilização do dispositivo de proteção à corrente diferencial residual em instalações provisórias do canteiro de obra. In: ENEGEP, 21 a 24 de outubro de 2003, Minas Gerais. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tro405_0913.pdf. Acesso em: set. 2021.

ALMEIDA, Bruna Crisostomo de. A (in)alcançabilidade social das medidas normativas de regularização fundiária urbana. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Universidade Federal Fluminense – UFF, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

BENNETT, C. Integrating Safety and Health into Electrical Engineering. Oxford University Press, 2023. Disponível em: <https://global.oup.com/academic/product/integrating-safety-and-health-into-electrical-engineering>.

COUTINHO, Ronaldo; BONIZZATO, Luigi. (Coord.). A Mitologia da Cidade Sustentável no Capitalismo. In: Direito da Cidade: novas concepções sobre as relações jurídicas no espaço social urbano. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2007.

DAVIS, L.; FRANKLIN, J. Electricity and Safety in the Work Environment. Elsevier, 2016. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.

GRANT, T. Modern Approaches to Electrical Safety in the Workplace. Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/books/abs/modern-approaches-to-electrical-safety-in-the-workplace/>.

HALL, J. S. Electrical Safety: Systems, Sustainability, and Stewardship. Boca Raton: CRC Press, 2015. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b17485>.

JONES, E.; ROBERTS, A. Electrical Safety Handbook for Industrial Facilities. New York: McGraw-Hill Education, 2018. Disponível em: <https://www.accessengineeringlibrary.com/browse/electrical-safety-handbook-fourth-edition>.

JUNCAL, Pedro Silveira Muiños. Uma análise acerca da aplicabilidade do direito real à laje no município de Salvador. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Faculdade Baiana de Direito, 2018.

MATOSINHOS, A. P.; FARIA, E. F. A efetividade do direito real de laje como instrumento de política pública para acesso à moradia digna. Revista de direito urbanístico, cidade e alteridade, 2017. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2525-989X/2017.v3i2.2530. Acesso em: out. 2021.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE. 2004.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 18 - CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. 2020.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI. 2001.

MORRIS, L. K. Handbook of Occupational Electrical Safety. CRC Press, 2022. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429289793>.

NEOENERGIA. Neoenergia alerta sobre os riscos de acidentes elétricos em construção irregular. Jul. 2020. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/pt-br/sala-de-imprensa/noticias/Paginas/neoenergia-alerta-sobre-os-riscos-de-acidentes-eletricos-em-construcao-irregular.aspx>. Acesso em: junho 2021.

PODCAST: FATO E ANÁLISE: Os riscos de acidentes em construção irregular envolvendo rede elétrica. Locução de: Jota Ferreira. Folha de Pernambuco. Ago. 2020. Disponível em: <https://soundcloud.com/folhape/200820-fato-e-analise-os-riscos-de-acidentes-em-construcao-irregular-envolvendo-rede-eletrica>. Acesso em: junho 2021.

ROBINSON, D. F. Risk Management in Electrical Engineering. Berlin: Springer, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-54456-7>.

SANDERS, R. E. Electrical Safety Code Manual: A Plain Language Guide to National Electrical Code, OSHA and NFPA 70E. Elsevier, 2020. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>.

SMITH, P. R.; THOMAS, M. Workplace Electrical Safety: Standards and Best Practices. London: Routledge, 2019. Disponível em: <https://www.routledge.com/>.

VIANA, M. J. (coord.) et al. FUNDACENTRO. Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras. São Paulo, 2007.

WILSON, G.; HARPER, D. Principles of Electrical Safety. Wiley-Blackwell, 2017. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-us>.