

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

IGINO LUÍS GUSMÃO

**ANÁLISE DE ACIDENTES ELÉTRICOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO SOB A  
PERSPECTIVA DA NR10.**

UBERLÂNDIA-MG  
2023

IGINO LUÍS GUSMÃO

**ANÁLISE DE ACIDENTES ELÉTRICOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO SOB A  
PERSPECTIVA DA NR10.**

Trabalho apresentado a Universidade  
Federal de Uberlândia – UFU, Campus  
Santa Mônica, como requisito para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Wohlgemuth  
Fleury Veloso da Silveira

UBERLÂNDIA-MG

2023

IGINO LUÍS GUSMÃO

**ANÁLISE DE ACIDENTES ELÉTRICOS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO SOB A  
PERSPECTIVA DA NR10.**

Trabalho apresentado a Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Campus Santa Mônica, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Augusto Wohlgemuth  
Fleury Veloso da Silveira

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Tavares

---

Prof. Dr. Luciano Coutinho Gomes

*Dedico este trabalho a minha mãe e aos meus irmãos.*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus, cuja graça e orientação me sustentaram durante esta jornada acadêmica desafiadora.

Gostaria de expressar também minha profunda gratidão a todas as pessoas e instituição que contribuíram de maneiras significativa para a realização deste trabalho. Sem o apoio e a colaboração deles, este TCC não teria sido possível.

Primeiramente, agradeço ao Departamento de Relações Internacionais e Integração (DRII) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) por proporcionar um ambiente acadêmico enriquecedor e pelo suporte constante ao longo desta jornada.

Expresso minha profunda gratidão ao Ministério da Educação de Timor-Leste e à Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PROAE) pela valiosa colaboração e suporte durante meu estudo aqui no Brasil.

À Faculdade de Estudos Linguísticos e Literários (ILEEL), meu reconhecimento pelo respaldo acadêmico e pelas oportunidades de crescimento que me foram oferecidas.

À Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT), meu apreço pelo ambiente propício à pesquisa e aprendizado, que contribuiu significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando e incentivando cada passo. Seu amor e compreensão foram minha maior motivação.

Finalmente, agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira pela orientação essencial fornecida nesse trabalho. Também expresso minha sincera gratidão ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Tavares e ao Prof. Dr. Luciano Coutinho Gomes pela presença na banca, enriquecendo meu trabalho com valiosas contribuições.

*Nunca pare de trabalhar arduamente e de acreditar em si mesmo, porque este é o único caminho para o sucesso.*

*(Cristiano Ronaldo)*

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda a análise de acidentes elétricos e as medidas de prevenção sob a perspectiva da Norma Regulamentadora NR10, cuja relevância é indiscutível devido aos riscos inerentes às atividades elétricas. A NR10 estabelece diretrizes essenciais para garantir a segurança dos profissionais envolvidos e a integridade das instalações elétricas.

A pesquisa inicia com uma base teórica que explora as raízes dos acidentes elétricos, examinando suas causas e consequências. A NR10 é apresentada como um alicerce fundamental para a proteção de trabalhadores e equipamentos elétricos. Através de uma pesquisa bibliográfica abrangente, detalham-se as principais medidas preventivas definidas pela norma, abrangendo desde a utilização de equipamentos de proteção individual até a adoção de protocolos operacionais seguros.

O estudo vai além, analisando casos reais de acidentes elétricos para identificar suas causas fundamentais e avaliar como a aplicação das medidas da NR10 poderia ter prevenido esses incidentes. Exemplos concretos de implementação das medidas preventivas são fornecidos, destacando sua eficácia na redução de riscos e acidentes.

Os resultados ressaltam a necessidade urgente de uma cultura de segurança elétrica no ambiente de trabalho, bem como a importância da estrita adesão às medidas propostas pela NR10. Este estudo tem como objetivo sensibilizar para a importância do investimento em prevenção e aprofundar a compreensão da norma regulamentadora, visando à segurança dos profissionais envolvidos e à preservação das instalações elétricas.

**Palavras-Chaves:** Acidentes Elétricos; NR10, Prevenção de Acidentes; Segurança Elétrica; Normas de Segurança.

## ABSTRACT

This Final Course Paper (FCP) addresses the analysis of electrical accidents and preventive measures from the perspective of Regulatory Standard NR10. Safety in electrical activities is of vital importance, given the nature of the involved risks. NR10 establishes crucial guidelines to ensure the protection of workers involved in electrical activities.

The theoretical foundation discusses the bases of electrical accidents, examining causes and consequences. NR10 is presented as a cornerstone for safeguarding workers and electrical installations. Through bibliographical research, the main preventive measures of the standard are detailed, encompassing everything from personal protective equipment to secure operational protocols.

The study analyzes cases of electrical accidents, identifying their fundamental causes and assessing how the adoption of NR10 measures could have prevented such events. Concrete examples of the implementation of preventive measures are provided, highlighting their effectiveness in risk mitigation and accident prevention.

The results emphasize the urgency of an electrical safety culture in the workplace, as well as the rigorous application of the measures proposed by NR10. This study contributes to raising awareness about the need to invest in prevention and enhancing the understanding of the regulatory standard, aiming for the safety of professionals and the integrity of electrical installations.

**Keywords:** Electrical accidents; NR10; accident prevention; electrical safety; safety standards.

## **LISTA DE SIGLAS**

SSO - (Segurança e Saúde Ocupacional)

CTPP - (Comissão Tripartite Paritária Permanente)

GT- (Grupo Técnico)

GTT - (Grupo de Trabalho Tripartite)

NR – (Norma Regulamentadora)

NFPA – (National Fire Protection Association)

ABRACOPEL– (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade)

PGO – (Programa de Gerenciamento de Riscos)

GRO – (Gerenciamento de Riscos da Ocupacionais)

COGE – (Comitê de Gestão Empresarial)

CREA – (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia)

MEC – (Ministério da Educação e Cultura)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Antenas devem ser instaladas longe da rede elétrica .....	20
Figura 2:Canteiros de obras .....	22
Figura 3:Compartilhamento fios de telecomunicações no poste.....	23
Figura 4:Riscos Identificados e Medidas de Controle .....	26
Figura 5:Riscos Elétricos Quantificáveis e Medidas de Controle .....	27
Figura 6:Equipamentos de Proteção Individual .....	28
Figura 7:Equipamentos de Proteção Coletivas - EPC .....	30
Figura 8:Risco de choque elétrico .....	31
Figura 9:Mortes por acidente de origem elétrica 2021 no Brasil.....	35
Figura 10: Acidentes Elétricos Fatais e não Fatais .....	36
Figura 11:Mortes por choque elétrico e localidade .....	39
Figura 12:Efeito fisiológico do choque elétrico no corpo humano .....	41
Figura 13:Incêndios por sobrecarga – por tipologia em 2021 .....	45
Figura 14:Curto Circuito em um condutor com resistência elétrica muito pequena .....	47
Figura 15:Exemplo de formulário APR.....	50
Figura 16:Fluxograma de APR .....	51
Figura 17:Esquema TN-S .....	55
Figura 18:Esquema TN-C.....	56
Figura 19:Esquema TN-C-S .....	57
Figura 20:Esquema TT .....	58
Figura 21:Esquema IT .....	59

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1	Objetivos Específicos.....	15
2	Referencial Teóricos.....	16
2.1	Norma regulamentadora NR10.....	16
2.1.1	Visão Geral da NR10: Conceito e Abrangência.....	18
2.1.1.1	Atuação Indireta.....	19
2.1.1.1.1	Instalação de Antenas Televisão.....	20
2.1.1.1.2	Serviço em Canteiro de Obras.....	21
2.1.1.1.3	Serviço de Telecomunicação na Rede de Distribuição de Energia.....	22
2.1.1.2	Atuação Direta.....	24
2.1.2	Prevenção de Acidente Elétrico no Ambiente do Trabalho.....	25
2.1.2.1	Equipamentos de Proteção Individual – EPI.....	27
2.1.3.2	Equipamentos de Proteção Coletivas.....	29
2.1.3	Desafios na Implementação da NR10.....	32
2.2	Análise de Acidentes Elétricos.....	35
2.2.1	Identificação de Riscos.....	37
2.2.1.1	Choque Elétricos.....	38
2.2.1.2	Proteção Contra Choque Elétrico.....	42
2.2.1.3	Incêndios Elétricos.....	44
2.2.1.4	Queimaduras.....	47

2.2.1.5 Arco Elétricos .....	49
2.2.2 Análise Preliminar de Risco na Eletricidade - APR.....	50
2.3 Medidas de Controle .....	52
2.3.1 Desenergização.....	52
2.3.2 Aterramento Funcional (TN/TT/IT) de Proteção Temporário .....	54
2.3.2.1 Esquema TN .....	54
2.3.2.2 Esquema TT.....	57
2.3.2.3 Esquema IT.....	58
2.3.2.4 Aterramento Temporário .....	59
2.3.3 Trabalhadores Profissionais .....	59
2.3.3.1 Trabalhador Legalmente Habilitado .....	60
2.3.3.2 Trabalhador Qualificado .....	60
2.3.3.3 Trabalhador Capacitado.....	61
2.3.3.4 Trabalhador Autorizado.....	61
2.3.4 A Importância do Memorial Descritivo .....	61
2.3.5 Proposta Trabalho no Futuro .....	62
3. Metodologia .....	63
4. Considerações Finais .....	63
Referências Bibliográfica .....	64

## 1 Introdução

No âmbito das atividades industriais e de infraestrutura, a eletricidade desempenha um papel fundamental impulsionando o progresso e a modernização. No entanto, essa mesma força que alimenta o desenvolvimento também traz consigo riscos substanciais. Os acidentes elétricos constituem uma ameaça constante à segurança dos trabalhadores e à integridade das instalações. Nesse contexto, a Norma Regulamentadora NR10 emerge como um guia essencial para a promoção da segurança elétrica.

As Normas Regulamentadoras (NRs), também conhecidas como diretrizes ministeriais, foram oficializadas pelo Ministério do Trabalho por meio da portaria N.º 3.214 em 08 de junho de 1978. Seu propósito é estipular as exigências técnicas e legais referentes aos requisitos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional (SSO). Desde então, o Ministério do Trabalho editou diversas outras diretrizes com a finalidade de alterar ou adicionar regulamentos que visam a proteção dos trabalhadores. Desta maneira, as NRs regulam e oferecem instruções sobre os procedimentos compulsórios ligados à segurança do trabalho no Brasil (INBRAEP, 2016).

A NR10, instituída pelo Ministério do Trabalho e Emprego, apresenta um conjunto abrangente de regulamentos que visam proteger a integridade dos trabalhadores envolvidos em atividades elétricas, desde a operação até a manutenção de sistemas elétricos. Esta norma abarca aspectos que vão desde o treinamento e capacitação de profissionais até a definição de procedimentos seguros para lidar com instalações elétricas.

A Norma Regulamentadora 10 (NR-10) teve sua origem na Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978, quando recebeu o título "Instalações e Serviços de Eletricidade". Essa norma foi criada com o intuito de regulamentar os artigos 179 a 181 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), os quais foram modificados pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, que promoveu alterações no Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da CLT (MTE, 2020).

Classificada como uma Norma Especial pela Portaria SIT nº 787, de 28 de novembro de 2018, a redação original da NR-10 estabelecia os requisitos e condições necessárias para garantir a segurança das pessoas envolvidas em atividades relacionadas a instalações elétricas. Isso abrangia desde o planejamento e execução até a reforma, ampliação, operação e manutenção dessas, visando também à proteção dos usuários e de terceiros. Desde sua criação inicial, a NR-10 passou por quatro processos revisionais, incluindo duas revisões abrangentes e duas mudanças específicas em seu conteúdo (MTE, 2020).

Segundo informações registradas na publicação "Fundacentro – Meio Século de Segurança e Saúde no Trabalho", durante a criação da NR-10, os tecnologistas da Fundacentro, Jorge Reis e Roberto Freitas, que lideraram o processo de elaboração da norma, realizaram pesquisas nas normas americanas de eletricidade (NFPA). No entanto, eles concluíram que essas normas não seriam adequadas devido às diferenças entre os padrões de construção brasileiros e norte-americanos. Portanto, na época, optaram por se basear nas normas francesas sobre o assunto (MTE, 2020).

Além disso, de acordo com as lembranças do tecnologista da Fundacentro, Eduardo Giampaoli, no momento da publicação da Portaria MTb nº 3.214/1978, havia um compromisso de revisar as normas regulamentadoras a cada dois anos. No entanto, essa revisão só foi efetivamente realizada em 1983, quando quase todas as normas passaram por revisões (MTE, 2020).

Assim, a primeira revisão da NR-10 ocorreu por meio da Portaria SSMT nº 12, de 6 de junho de 1983. A principal mudança dessa revisão inicial foi a inclusão da referência às normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, subsidiariamente, às normas internacionais em vigor. A partir da década de 90, surgiu a necessidade de uma nova atualização da NR-10, devido à grande transformação organizacional no setor elétrico. Esse processo se intensificou em 1998, quando começou a privatização do setor elétrico, afetando também outros setores e atividades econômicas relacionadas (MTE, 2020).

O aumento significativo no número de acidentes de trabalho e a necessidade premente de revisão da NR-10 foram inicialmente destacados durante a 13ª Reunião Ordinária da CTPP, que ocorreu em 11 de dezembro de 1997. A discussão sobre a

revisão da norma ganhou maior ênfase na 21ª Reunião Ordinária da CTPP, realizada em 05 de novembro de 1999, quando o tema foi incluído na pauta. Posteriormente, em 09 de fevereiro de 2000, foi instituído o Grupo Técnico (GT/NR-10) por meio da Portaria SIT nº 04, com o propósito de elaborar uma proposta de revisão da NR-10. O texto base resultante desse esforço conjunto foi submetido à consulta pública por intermédio da Portaria SIT nº 06, datada de 28 de março de 2002 (MTE, 2020).

Na sequência, durante a 31ª Reunião Ordinária da CTPP, que teve lugar em 07 de agosto de 2002, foi tomada a decisão de criar o Grupo de Trabalho Tripartite (GTT) para conduzir as discussões em torno da NR-10. O GTT desenvolveu uma proposta de regulamentação que foi apresentada durante a 36ª Reunião Ordinária da CTPP, realizada em 27 e 28 de novembro de 2003, e posteriormente na 39ª Reunião Ordinária da CTPP, que ocorreu em 22 de setembro de 2004 (MTE, 2020).

Portanto, a segunda revisão da NR-10, realizada por meio da Portaria MTb nº 598, datada de 7 de dezembro de 2004, trouxe uma mudança significativa ao atribuir à norma o novo título "Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade". Além disso, a revisão instituiu a Comissão Permanente Nacional sobre Segurança em Energia Elétrica (CPNSEE) com a missão de acompanhar a aplicação da norma e sugerir as adaptações necessárias para seu aprimoramento (MTE, 2020).

Com essa alteração, o texto da NR-10 passou a abranger as diretrizes fundamentais para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos. Essas medidas foram projetadas com o intuito de garantir a segurança e proteger a saúde dos trabalhadores que, de maneira direta ou indireta, interagem com instalações elétricas, serviços relacionados à eletricidade e quaisquer atividades realizadas em suas proximidades (MTE, 2020).

A terceira modificação da NR-10 foi uma revisão de natureza pontual, focada na correção da numeração dos anexos do texto da norma. Essa revisão foi efetivada por meio da Portaria MTPS nº 508, de 29 de abril de 2016, conforme decisão unânime tomada durante a 84ª Reunião Ordinária da CTPP, ocorrida nos dias 05 e 06 de março de 2016 (MTE, 2020).

Já a quarta alteração da NR-10 ocorreu como parte de um processo de harmonização dos requisitos relativos à capacitação, direitos e obrigações.

Essa harmonização foi necessária devido à introdução de uma nova versão da Norma Regulamentadora nº 01 (NR-01) – Disposições Gerais, que foi efetivada por meio da Portaria SEPRT nº 915, datada de 30 de julho de 2019. A decisão sobre essa modificação foi tomada de forma consensual durante a 97ª Reunião Ordinária da CTPP, que teve lugar em 04 e 05 de junho de 2019 (MTE, 2020).

De acordo com a agenda regulatória estabelecida também durante a 97ª Reunião Ordinária da CTPP, a modernização contínua da NR-10 está atualmente em fase de discussão tripartite. Essa abordagem visa atender às demandas sociais tanto no âmbito técnico quanto no que se refere à fiscalização dos ambientes laborais relacionados ao setor energético (MTE, 2020).

### **1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral é realizar uma análise aprofundada dos acidentes elétricos ocorridos em ambientes de trabalho, considerando sua relação com as medidas de prevenção estabelecidas pela Norma Regulamentadora NR10. Além disso, busca-se avaliar a eficácia das medidas propostas pela NR10 na mitigação desses acidentes e propor recomendações para aprimorar a cultura de segurança elétrica.

### **1.1 Objetivos Específicos**

Investigar as causas fundamentais dos acidentes elétricos ocorridos, analisando minuciosamente os eventos para identificar falhas em equipamentos, práticas de trabalho inadequadas, falta de treinamento ou supervisão insuficiente. Ao entender profundamente esses fatores, busca-se elucidar as deficiências na implementação das medidas de prevenção estabelecidas pela NR10, destacando áreas críticas que requerem atenção imediata e intervenções específicas para melhorias.

## **2 Referencial Teóricos**

### **2.1 Norma Regulamentadora NR10**

As normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) têm uma relação intrínseca e influenciam diretamente uma à outra. As normas da ABNT desempenham um papel fundamental ao fornecer orientações técnicas que estabelecem os critérios essenciais para a devida especificação de parâmetros. Esses parâmetros, por sua vez, servem como base de referência para as Normas Regulamentadoras, com o objetivo primordial de assegurar a segurança tanto dos profissionais envolvidos quanto da sociedade em geral (JÚNIOR, 2018).

Desde sua implementação, a NR10 tem sido uma peça central na proteção de trabalhadores que lidam com eletricidade, abordando desde aspectos técnicos, como a classificação de áreas de risco, até questões relacionadas à capacitação e treinamento de profissionais. A norma considera fatores como a exposição a riscos elétricos, medidas de controle, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e procedimentos de emergência.

A NR10 visa não apenas evitar acidentes, mas também estabelecer diretrizes para a identificação e avaliação de riscos elétricos em ambientes de trabalho. Isso envolve a análise de circuitos, sistemas de proteção e dispositivos de segurança elétrica. A implementação eficaz da NR10 requer uma abordagem multidisciplinar, envolvendo profissionais de segurança do trabalho, eletricitas qualificados e gestores de segurança.

Esta norma regulamentadora (NR) abrange todas as fases do ciclo elétrico, desde a geração, transmissão, distribuição até o consumo de energia. Isso engloba todas as etapas ligadas à concepção de projetos, edificação, montagem, operação e conservação de instalações elétricas, além de quaisquer atividades realizadas nas proximidades dessas estruturas. Para assegurar a conformidade e segurança, é crucial seguir as normativas técnicas oficiais estipuladas pelos órgãos competentes. Em situações em que essas normas não estejam acessíveis ou sejam ausentes, as

normativas internacionais relevantes devem ser tomadas como referência (INBRAEP, 2016).

A supervisão e fiscalização da segurança no ambiente de trabalho ficam a cargo da Occupational Safety and Health Administration, também conhecida como OSHA. As diretrizes estabelecidas por esse órgão abrangem não apenas a imposição de medidas de segurança, como a utilização de equipamentos de proteção individual e a salvaguarda dos direitos dos funcionários, mas também a obrigatoriedade de manter registros e notificar ocorrências de acidentes (GALVÃO ET AL., 2021).

Os critérios para registro e notificação de acidentes estão estabelecidos no Code of Federal Regulations 1904. Conforme essa norma, um incidente é considerado registrável quando resulta em uma das seguintes situações: morte, período de afastamento do trabalho, restrição de atividades laborais ou transferência para outra função, tratamento médico que vá além dos primeiros socorros, perda de consciência ou diagnóstico de doença ou lesão significativa por um profissional de saúde licenciado. Os registros devem ser devidamente documentados utilizando os formulários disponibilizados pela OSHA, embora não haja opções pré-definidas de preenchimento, permitindo uma abordagem flexível e adaptada a cada situação específica (GALVÃO ET AL., 2021).

No que diz respeito à notificação de acidentes e fatalidades, estes devem ser feitos ao escritório OSHA mais próximo. Em casos mais graves, há prazo de 8h a 24h para isso. As principais medidas de segurança abordadas tanto na documentação do departamento quanto em materiais de treinamento como do sindicato americano United Auto Workers envolvem (GALVÃO ET AL., 2021):

- Frisar os perigos de se trabalhar com energia elétrica;
- Apontamento das principais normas;
- Requerimentos do Órgão regulador;
- Identificação de fatores de risco - com atenção especial para transmissão aérea e subterrânea;
- Avaliação do ambiente;
- Melhores práticas de procedimentos com segurança;
- Risco de se trabalhar em ou perto de partes vivas da rede;

- Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- Inspeção de equipamentos;
- Montagem de um plano de ação para um serviço em situação de risco.

As principais medidas de redução de riscos no campo profissional incluem a regulamentação das atividades laborais, a divulgação de informações sobre os perigos associados e casos reais de acidentes registrados, bem como a capacitação por meio de treinamento para aprimorar a qualificação da mão de obra.

### **2.1.1 Visão Geral da NR10: Conceito e Abrangência**

A Regulamentação Normativa NR10, estipulada no Brasil, possui uma ampla aplicabilidade, abrangendo todas as etapas do ciclo de energia elétrica, desde a produção, transmissão e até mesmo o consumo. Englobando não apenas as atividades diárias, mas também as fases cruciais de planejamento, edificação, montagem e manutenção das infraestruturas elétricas. Essa abordagem compreensiva tem como objetivo garantir a segurança dos colaboradores e a integridade das estruturas elétricas em todos os setores da indústria elétrica (SENAR, 2018)

A NR10 também possui uma ampla abrangência, sendo aplicável a todas as empresas e instituições que direta ou indiretamente realizam atividades com eletricidade, abarcando desde os setores industriais até serviços públicos, hospitais, construção civil e telecomunicações. Isso engloba profissionais elétricos, eletricitas, engenheiros, técnicos, e outros colaboradores que lidam com eletricidade em suas atividades laborais.

A eletricidade tem ganhado cada vez mais relevância em nossas vidas, sendo amplamente utilizada tanto em residências quanto nos locais de trabalho. Ela desempenha o papel de uma forma intermediária de energia, e sua versatilidade permite a conversão em diversas formas energéticas. Por exemplo, nos motores elétricos, a eletricidade é transformada em energia mecânica, impulsionando máquinas e veículos. Nas lâmpadas, ocorre a conversão da energia elétrica em energia luminosa, proporcionando iluminação em nossos espaços. Dispositivos como

alto-falantes, telefones e rádios convertem eletricidade em energia sonora, tornando possível a comunicação e a apreciação musical. Além disso, em aparelhos como chuveiros elétricos, torradeiras e secadores de cabelo, a eletricidade se transforma em calor, proporcionando conforto e praticidade em nossas rotinas diárias. Esses são apenas alguns exemplos da ampla gama de aplicações da eletricidade, evidenciando sua importância na sociedade contemporânea (AZEVEDO, 2008).

A eletricidade apresenta um risco significativo para a segurança e a saúde das pessoas que entram em contato direto ou indireto com ela. Isso ocorre porque a eletricidade é uma forma de energia que não é visível nem perceptível pelos sentidos humanos, o que significa que não pode ser detectada a olho nu ou pelo toque. Esse aspecto invisível da eletricidade pode levar os trabalhadores a subestimarem ou ignorarem os perigos associados ao seu manuseio, colocando-os em situações de risco potencialmente graves. Portanto, é crucial seguir procedimentos rigorosos de segurança e aderir a regulamentações como a NR-10 para mitigar esses riscos e garantir um ambiente de trabalho seguro ao lidar com eletricidade (ZANCHETA, 2002).

#### **2.1.1.1 Atuação Indireta**

Segundo o manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR10, publicado pelo Ministério do Trabalho e Emprego, afirma que a atuação indireta está relacionada à situação na qual trabalhadores não estão trabalhando diretamente com a eletricidade ou seja, aqueles que não desempenham as funções específicas de eletricitas, montadores, instaladores ou técnicos especializados, se encontram expostos aos riscos resultantes da falta de medidas preventivas, falhas nos sistemas de controle ou irregularidades relacionadas à eletricidade em seu ambiente de trabalho (BARROS BENJAMIN FERREIRA DE ET AL., 2017).

Essa perspectiva ressalta a importância crucial da conscientização e capacitação de todos os profissionais, independentemente de sua área de atuação, a fim de garantir a segurança e prevenir incidentes elétricos no local de trabalho.

A atuação indireta em relação à eletricidade refere-se ao controle ou manipulação de dispositivos elétricos ou sistemas sem o contato direto com os componentes elétricos ou os condutores de eletricidade. Isso é importante para a segurança das pessoas e a proteção dos equipamentos, pois evita o risco de choques elétricos ou danos aos dispositivos. Alguns exemplos em relação a atuação indireta com a eletricidade são: instalação de antenas de televisão, serviço em canteiro de obras e serviço de telecomunicação na rede de distribuição de energia.

#### **2.1.1.1.1 Instalação de Antenas Televisão**

A Cemig faz recomendações essenciais para a instalação de antenas, visando à segurança e a integridade. Sugere-se que as antenas sejam instaladas a uma distância mínima de três metros em relação aos circuitos elétricos, desde que a haste de sustentação seja mais curta que essa medida. Além disso, é imperativo que os cabos do equipamento estejam sempre protegidos por revestimentos ou tubulações adequadas (MAGALHÃES, 2020).

A empresa enfatiza que é estritamente desaconselhável realizar qualquer trabalho próximo à rede de média tensão durante condições meteorológicas adversas, como chuvas, ventos ou relâmpagos (MAGALHÃES, 2020).

Figura 1: Antenas devem ser instaladas longe da rede elétrica



Fonte: CEMIG

É de extrema importância destacar que em situações de acidentes, não apenas os técnicos de instalação, mas também outras pessoas podem estar em risco de sofrer choques elétricos e queimaduras se estiverem em contato direto com ou próximas a televisores ou receptores. Estes dispositivos têm a potencialidade de receber cargas elétricas inadvertidamente (MAGALHÃES, 2020).

#### **2.1.1.1.2 Serviço em Canteiro de Obras**

O canteiro de obras é identificado como uma zona de trabalho estabelecida de forma temporária e estacionária, onde ocorrem tanto as operações de apoio quanto as de execução de um empreendimento construtivo. É possível distinguir três categorias principais de canteiros de obras, a saber (ALBANY, 2018):

- O termo "canteiro de obra" refere-se a uma área de trabalho fixa e temporária onde as operações de apoio e execução da construção são realizadas;
- O canteiro restrito é caracterizado pela alocação da área total para a obra, sendo apropriado para projetos como reformas e ampliações;
- No canteiro amplo, a obra ocupa apenas uma parte limitada do terreno, permitindo espaço para instalações de acomodação, armazenamento e um fluxo significativo de veículos. Geralmente, esse tipo de canteiro é utilizado em grandes projetos industriais;
- Os canteiros longos e lineares são tipicamente encontrados em locais com acesso limitado, como túneis, estradas de ferro e redes de gás.

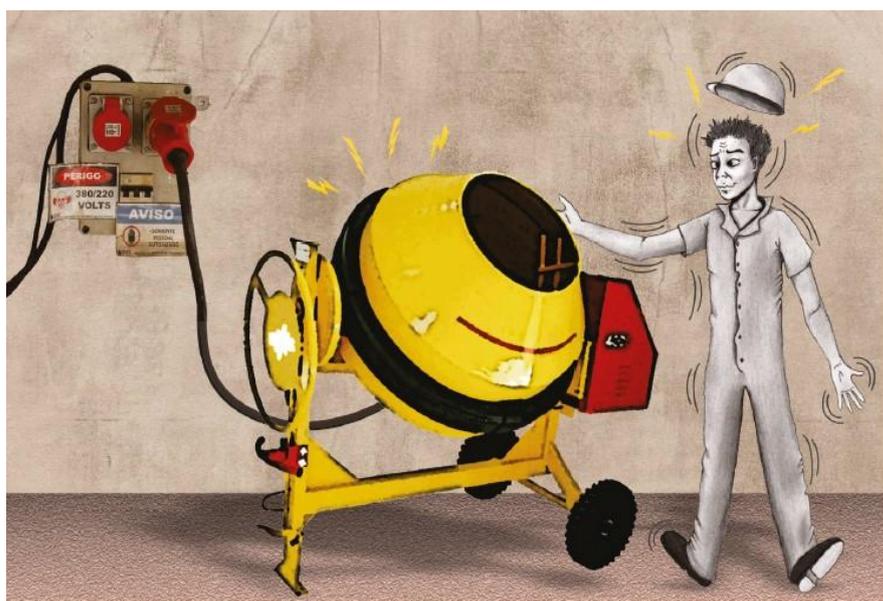
De acordo com (ABRACOPEL, 2018), só no ano de 2017, 58 trabalhadores morreram em canteiros de obras ou em construções em geral, por causa de choque elétrico.

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGO) em relação ao trabalho com eletricidade no canteiro de obras deve ser uma parte integrante do programa geral de Gerenciamento de Riscos das Ocupacionais (GRO). Ele deve seguir as diretrizes estabelecidas na NR-10, que trata da segurança elétrica, e pode usar a Recomendação Técnica de Procedimentos nº 05 como um guia técnico para garantir a segurança das instalações elétricas temporárias no local de construção. Isso ajuda

a garantir que todos os riscos relacionados à eletricidade sejam adequadamente identificados, avaliados e mitigados no ambiente de trabalho (VIANA, 2018).

A figura 2 é o contato de trabalhadores com massas que possam ficar energizadas devidos as falhas de isolamento.

Figura 2:Canteiros de obras



Fonte: VIANA 2018

#### **2.1.1.1.3 Serviço de Telecomunicação na Rede de Distribuição de Energia**

O Compartilhamento de Infraestrutura envolve o uso da capacidade excedente das estruturas dos postes sempre que possível, sem interferir na principal atividade de distribuição de energia elétrica.

Esse procedimento está alinhado com a Resolução nº 1.044 de 27/09/22 da ANEEL, bem como com as orientações estabelecidas na Resolução Conjunta ANEEL, ANATEL e ANP nº 001 de 24/11/99, que aprovaram as normas para o Compartilhamento de Infraestrutura entre os Setores de Energia Elétrica, Telecomunicações e Petróleo. Além disso, está em conformidade com a Resolução Conjunta ANEEL e ANATEL nº 004 de 16/12/2014, que determina o custo referencial

para o compartilhamento de postes entre distribuidoras de energia elétrica e provedores de serviços de telecomunicações, utilizado em processos de resolução de conflitos, e estabelece diretrizes para a utilização e ocupação dos pontos de fixação (CEMIG, 2022).

Segundo o engenheiro de telecomunicações (VITALE, 2020), em reportagem à Revista Infraroi (RODRIGO CONCEIÇÃO SANTOS, 2020), A largura da faixa designada pelas empresas de distribuição de energia elétrica para a colocação das redes de telecomunicações nos postes (tipicamente de 500 mm por poste) não é adequada para acomodar com segurança um grande volume de cabos e emendas acima dos padrões estabelecidos. Isso levou à instalação de redes por muitos provedores que não estão em conformidade com as especificações exigidas. A fragmentação do mercado nos últimos anos resultou numa situação contraproducente, com redes densamente povoadas e um grande número de cabos ópticos e metálicos interligados, frequentemente ultrapassando o limite estabelecido pelas empresas de energia elétrica e aproximando-se perigosamente da rede primária de distribuição de energia e dos transformadores. A ausência de espaçamento adequado entre os cabos de energia e os de telecomunicações cria condições favoráveis para a ocorrência de acidentes com consequências severas. A NR 35, que aborda atividades realizadas em alturas superiores a 2 metros, estabelece diretrizes de segurança para trabalhos em altura.

Figura 3: Compartilhamento fios de telecomunicações no poste



Fonte: VITALE, 2020

### 2.1.1.2 Atuação Direta

A atuação direta com eletricidade envolve trabalhos, tarefas ou atividades em que as pessoas estão diretamente envolvidas na manipulação, instalação, manutenção ou operação de sistemas elétricos ou equipamentos elétricos. Isso geralmente requer conhecimento técnico e treinamento específico para garantir a segurança. Aqui estão algumas áreas de atuação direta em eletricidade:

- **Eletricista:** São profissionais treinados para instalar, manter e reparar sistemas elétricos em residências, empresas e indústrias. Eles lidam com fiação, disjuntor, tomadas, iluminação e outros componentes elétricos.
- **Técnico em Eletricidade:** Geralmente trabalham sob a supervisão de engenheiros elétricos ou eletricista mais experiente. Eles auxiliam na instalação e manutenção de sistemas elétricos.
- **Engenheiro Eletricista:** Geralmente eles projetam sistemas elétricos, redes de distribuição de energia, sistemas de controle e automação. Eles também podem trabalhar em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias elétricas.
- **Especialistas em Segurança Elétrica:** Estes profissionais se concentram na segurança elétrica, realizando inspeções e garantido que os sistemas elétricos atendem aos padrões de segurança para evitar acidentes de incêndios.
- **Operador de Subestação:** Operadores de subestação monitoram e controlam subestações elétricas, garantido a distribuição eficiente de eletricidade na rede.

A nova NR-10 estabelece claramente a proibição de trabalho individual em áreas de alta tensão (AT) e sistemas elétricos de potência (SEP). Ela enfatiza instruções de segurança, a utilização de equipamentos certificados, a definição de profissionais qualificados e habilitados, além de impor a necessidade de autorização. A norma representa um avanço significativo, especialmente ao fortalecer a fiscalização, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro (FARIA, 2008).

### **2.1.2 Prevenção de Acidente Elétrico no Ambiente do Trabalho**

A prevenção de acidente elétrico no ambiente do trabalho é de importância fundamental, pois envolve a proteção da vida humana, a prevenção de acidentes e a conformidade com regulamentações legais. Vários fatores destacam a relevância desse tema em qualquer ambiente onde a eletricidade seja utilizada. Em primeiro lugar a eletricidade é uma forma de energia que, quando não está controlada adequadamente, pode causar choques elétricos graves, queimaduras e lesões fatais. A segurança elétrica visa proteger os trabalhadores contra esses riscos, implementando medidas como a instalação de sistemas de proteção, e a manutenção regular de equipamentos.

Além disso, é importante destacar que acidentes elétricos podem resultar em danos materiais significativos, incluindo incêndios devastadores, explosões catastróficas e sérios danos a equipamentos essenciais. Esses incidentes não só ameaçam a integridade física dos trabalhadores, mas também podem provocar a interrupção crítica das operações, resultando na perda de recursos valiosos e custos elevados de reparo. A implementação eficaz de práticas seguras de trabalho e a estrita conformidade com normas rigorosas de segurança elétrica desempenham um papel vital na prevenção desses prejuízos financeiros consideráveis.

Em 2009 conforme a pesquisa realizada pela fundação COGE ocorreram mais de 2 mil acidentes relacionados ao setor elétrico nas empresas brasileiras (INBRAEP, 2016).

Antes de iniciar qualquer atividade, é imperativo realizar um planejamento meticuloso e conduzir uma avaliação abrangente dos riscos associados ao local, instalações, circuitos elétricos, máquinas ou operações envolvidas. A partir dessa análise, devem ser estabelecidas medidas concretas para o controle, minimização ou proteção adequada contra esses riscos, garantindo, assim, um ambiente de trabalho mais seguro (SENAR, 2018).

De acordo com a figura 4 os riscos identificados relacionados à eletricidade envolvem perigos como choques elétricos e incêndios. Para mitigá-los, medidas de controle incluem a inspeção regular de equipamentos elétricos, isolamento adequado de áreas energizadas, uso de EPIs como luvas isolantes e capacetes,

além de treinamento em procedimentos seguros de trabalho com eletricidade. Essas medidas visam proteger os trabalhadores contra acidentes elétricos e garantir um ambiente de trabalho mais seguro em relação aos perigos elétricos.

Figura 4: Riscos Identificados e Medidas de Controle

<b>Exemplos de riscos identificados e medidas de controle</b>	
Risco elétrico identificado	Principais medidas de controle
Choque elétrico	Desligamento do circuito, aterramento do circuito, barreiras que impeçam o acesso ao circuito, isolamento elétrico, uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPIs (luvas, botas, capacete, entre outros).
Curto-circuito	Afastar os componentes metálicos do circuito, eliminar ou isolar umidade excessiva no local, instalar Disjuntores Termomagnéticos e Interruptores Diferenciais Residuais no Quadro de Distribuição de Circuitos (QDC).
Curto-circuito da rede com árvores	Baixa Tensão: remoção da vegetação. Alta Tensão: comunicação à concessionária.
Incêndio	Afastar material combustível de fagulhas geradas pelas máquinas ou equipamentos ou de pontos com superaquecimento. Respeitar o limite máximo de corrente elétrica do circuito.

Fonte: SENAR, 2018

De acordo com a figura 5 os riscos elétricos quantificáveis envolvem parâmetros mensuráveis, como tensão, corrente e potência elétrica, representando ameaças claras em ambientes elétricos. Para controlar esses riscos, é essencial adotar medidas rigorosas, incluindo o uso de isolamento adequado, dispositivos de proteção, treinamento para os trabalhadores, sistemas de medição e monitoramento contínuo. Além disso, a manutenção preventiva e o cumprimento de padrões de segurança elétrica desempenham um papel crucial na minimização dos riscos e na promoção de ambientes de trabalho seguros.

Figura 5: Riscos Elétricos Quantificáveis e Medidas de Controle

**- Exemplos de riscos elétricos quantificáveis e medidas de controle**

Risco elétrico	Quantificação e medidas de controle
Valor da tensão elétrica	Medir a tensão elétrica e usar EPIs adequados.
Aterramento deficiente	Medir a resistência elétrica e corrigir.
Intensidade sonora	Medir a intensidade e usar EPIs adequados.
Intensidade luminosa e radiação	Medir a intensidade e usar EPIs adequados.

Fonte: SENAR, 2018

### 2.1.2.1 Equipamentos de Proteção Individual – EPI

No setor elétrico, os trabalhadores frequentemente enfrentam uma variedade de perigos que podem afetar sua saúde e segurança pessoal. Para reduzir esses riscos, diversas medidas de proteção são adotadas, com destaque para o uso essencial dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Esses equipamentos desempenham um papel crítico na garantia da segurança dos trabalhadores, tornando-se elementos fundamentais em suas atividades cotidianas.

Conforme estipulado pela NR-6, consideram-se Equipamentos de Proteção Individual (EPI) todos os dispositivos de uso individual utilizados pelo trabalhador com o objetivo de preservar sua integridade e saúde no ambiente de trabalho, especialmente contra perigos que possam ameaçar sua segurança. Em situações que envolvem trabalhos em instalações elétricas, onde medidas de proteção coletiva não são tecnicamente viáveis ou suficientes para controlar os riscos, torna-se essencial a utilização de EPIs específicos e apropriados para as tarefas realizadas. É essencial ressaltar que todos os EPIs devem possuir um Certificado

de Aprovação (CA), emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego, como garantia de conformidade com as normativas estabelecidas (INBRAEP, 2016).

Figura 6:Equipamentos de Proteção Individual



Fonte: INBRAEB, 2016

Aqui são alguns exemplos sobre o funcionamento de cada equipamento de proteção individual - EPI, (INBRAEP, 2016):

- Capacete: Para a proteção da cabeça contra os efeitos de condições climáticas adversas em trabalhos ao ar livre, bem como para atividades em espaços confinados, para mitigar os riscos de impactos resultantes de quedas ou objetos projetados, prevenir queimaduras, minimizar o risco de choque elétrico e reduzir a exposição à radiação solar.
- Óculos: Para atividades que demandem proteção contra riscos de impacto nos olhos e resguardo contra raios ultravioleta, é essencial o uso de equipamentos de proteção ocular adequados.
- Protetor auditivo: Para atividades que exijam a salvaguarda contra perigos de impacto ocular e a preservação da proteção contra raios ultravioleta, o uso de equipamentos de proteção visual apropriados é de suma importância.

- Luva de proteção isolante de borracha: Trabalho em atividades com medidores/circuitos elétricos energizados, é crucial o uso de equipamentos de proteção específicos e a adoção de medidas de segurança adequadas.
- Bota: Eliminação das tensões induzidas.

### **2.1.3.2 Equipamentos de Proteção Coletivas**

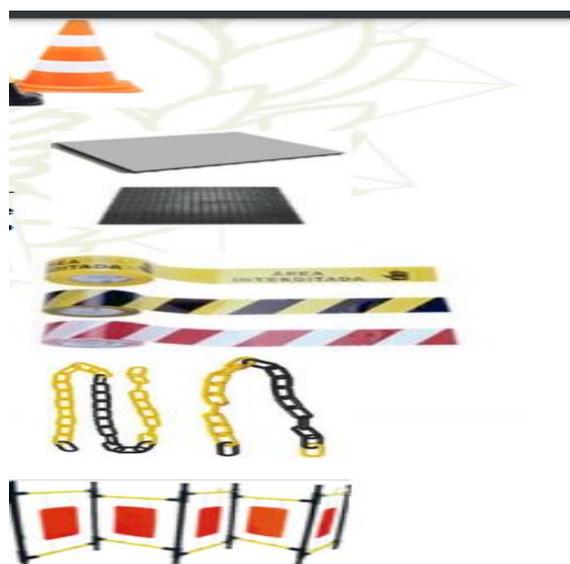
Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) na eletricidade são dispositivos, sistemas ou medida implementado em um ambiente de trabalho para proteger um grupo de pessoas ou trabalhadores contra riscos elétricos. Eles são projetados para minimizar ou eliminar perigos elétricos, contribuindo para a segurança coletiva em instalações elétricas. Aqui estão alguns exemplos de EPCs utilizados na eletricidade (INBRAEP, 2016):

- Cone de Sinalização: Os cones de sinalização desempenham um papel vital ao delimitar áreas de construção e obras em vias públicas ou rodovias, além de orientar o tráfego de veículos e pedestres. Também conhecidos como marcadores de sinalização, esses dispositivos garantem a segurança ao alertar os usuários da estrada sobre áreas em obras, estabelecendo uma rota segura para todos os envolvidos.
- Tapete de Borracha: Geralmente utiliza em subestações para reforçar a isolamento contra contatos indiretos, reduzindo os impactos de falhas de isolamento nos equipamentos. Conhecido também como dispositivo de segurança, ele minimiza as consequências de falhas, garantindo a integridade do sistema elétrico.
- Fita de Sinalização: Delimitar e isolar áreas tanto internas quanto externas em sinalização, interdição, balizamento e demarcação, sendo amplamente utilizada por indústrias, construtoras, transporte e órgãos públicos. Conhecida como marcador de segurança, ela desempenha um papel crucial em alertar sobre áreas restritas, garantindo a segurança em trabalhos externos realizados por empresas diversas.
- Corrente para sinalização em ABS: Para demarcar e isolar áreas de trabalho, tanto interna quanto externamente, sendo essencial na

sinalização, balizamento e demarcação em diversos contextos. Também conhecida como dispositivo de delimitação, sua aplicação é crucial para garantir a segurança e organização em ambientes de trabalho.

- Grade Metálica Dobrável: O isolamento e a sinalização de áreas de trabalho, poços de inspeção e entradas de galerias subterrâneas são essenciais para garantir a segurança em ambientes confinados. Conhecidos também como delimitadores e marcadores de áreas restritas, esses dispositivos são vitais para prevenir acidentes e alertar sobre zonas de risco em espaços subterrâneos.

Figura 7: Equipamentos de Proteção Coletivas - EPC



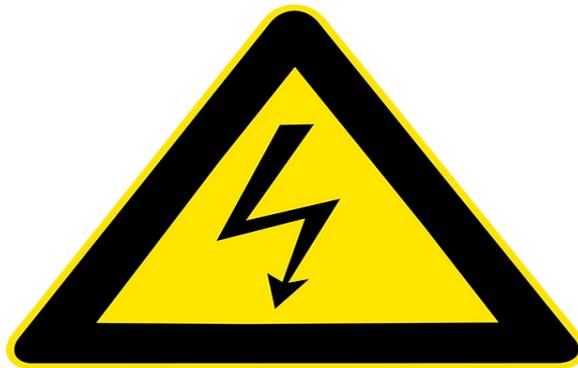
Fonte: INBRAEP, 2016.

Ao desenvolver serviços em instalações elétricas e suas proximidades, é imperativo prever e implementar equipamentos de proteção coletiva. Essas medidas são essenciais não apenas para a proteção dos trabalhadores diretamente envolvidos na atividade principal, que gerou o risco, mas também para garantir a segurança de outros funcionários que possam estar realizando tarefas paralelas nas proximidades ou até mesmo de pessoas presentes, cujos trajetos possam levá-las à exposição aos riscos existentes. A utilização de EPCs, como barreiras de segurança e sistemas de

alerta, desempenha um papel fundamental na criação de um ambiente de trabalho seguro e na prevenção de acidentes potencialmente graves (INBRAEP, 2016).

A prevenção de acidentes elétricos é de extrema importância, uma vez que esses acidentes podem ser fatais ou causar sérios danos à saúde das pessoas. Todos os anos, diversos acidentes envolvendo eletricidade ocorrem em vários locais. Seja no ambiente habitável, comércio, indústria, e na construção civil, os sinistros estão relacionados à imprudência, negligência, imperícia, autoconfiança, falta de manutenção e podem causar danos pessoais, materiais ou ambos (GUIMARÃES, 2020).

Figura 8:Risco de choque elétrico



Fonte: GUIMARÃES, 2020

De acordo com (INBRAEP, 2016), a segurança no trabalho é essencial para garantir a saúde e evitar acidentes nos locais de trabalho, sendo um item obrigatório em todos os tipos de trabalho. Podemos classificar os acidentes de trabalho relacionando-os com:

- Fator humano (atos inseguros)
- Com o ambiente (condições inseguras).

Essas causas são apontadas como responsáveis pela maioria dos acidentes. No entanto, deve-se levar em conta que, às vezes, os acidentes são provocados pela presença de condições inseguras e atos inseguros ao mesmo tempo.

A prevenção de acidentes deve começar na fase de elaboração de um projeto elétrico de qualquer instalação, passando pela manutenção e utilização. Além disso,

as normatizações devem ser seguidas. Algumas medidas no sentido de evitar ou minimizar os acidentes são:

- **Identificação de Riscos:** Antes da elaboração do projeto, é fundamental realizar uma análise de riscos para identificar potenciais perigos.
- **Proteção contra Sobrecargas:** Utilização de dispositivos de proteção contra sobrecargas, como disjuntores e fusíveis.
- **Sinalização:** Uso de sinalização adequada, como placas de advertência e etiquetas de identificação de circuitos.
- **Treinamento:** Treinamento regular para os trabalhadores que lidam com instalações elétricas, incluindo procedimentos de emergência.
- **Manutenção Preventiva:** Implementação de programas de manutenção preventiva para garantir o funcionamento seguro e confiável das instalações.
- **Equipamento de Proteção Individual (EPI):** Fornecimento e uso de EPI adequado, como luvas isolantes, capacetes e óculos de segurança.
- **Proteção contra Descargas Atmosféricas:** Além dos para-raios, a utilização de dispositivos de proteção contra surtos é essencial para proteger equipamentos sensíveis.
- **Projeto Ergonômico:** Levar em conta a ergonomia no planejamento das instalações elétricas é crucial para assegurar a segurança dos operadores.
- **Análise de Falhas:** Realização de análises de falhas para entender as causas de incidentes anteriores e evitar repetições.

A segurança elétrica é uma preocupação fundamental em qualquer instalação, e a adoção dessas medidas pode ajudar a evitar acidentes graves e proteger a vida e os equipamentos.

### **2.1.3 Desafios na Implementação da NR10**

A Norma Regulamentadora NR10 é uma legislação brasileira fundamental no campo da segurança do trabalho, estabelecendo diretrizes e requisitos essenciais para a proteção dos trabalhadores envolvidos em atividades relacionadas à

eletricidade. Seu principal objetivo é salvaguardar a integridade física dos profissionais, minimizando os riscos inerentes à exposição a correntes elétricas e descargas elétricas.

A Norma Regulamentadora 10 esclarece em seu item 10.1 os objetivos de sua criação e o seu campo de aplicação, consistindo em medidas de controle e sistemas de prevenção que devem ser implementados em ambientes relacionados diretamente ou indiretamente com eletricidade em todas as suas fases, desde geração até distribuição. Em seu item 10.13, afirma que a responsabilidade por seu cumprimento recai sobre contratantes e contratados (PEREIRA, 2010).

A Portaria 598, que atualizou a NR-10, entrou em vigor em 2004, tornando obrigatório o cumprimento dessa norma regulamentadora pelo Ministério do Trabalho e Emprego. No entanto, muitas empresas não reconheceram a sua importância e, como resultado, não agiram de forma efetiva para implementá-la. Ao longo desse período, apenas algumas empresas, seja por iniciativa própria ou devido à exigência para obter certificações como ISO 9000, 14000, OSHAS 18000, entre outras, avaliaram a conformidade de suas instalações elétricas com a NR-10. Dessas, poucas realmente colocaram em prática as recomendações das avaliações, enquanto a maioria avança lentamente em direção à conformidade (ISSN, 2004).

Muitas vezes, os encarregados de gerir os sistemas elétricos nas empresas encontram desafios em manter uma persistência adequada na busca das metas estabelecidas para a conformidade com a NR-10. As preocupações e a dedicação ao cotidiano da empresa, incluindo a operação dos sistemas, a resolução de problemas de manutenção pontual, o planejamento e a execução de trabalhos durante as paradas programadas da produção, a gestão de recursos humanos e as demandas burocráticas relacionadas à contratação e supervisão de serviços terceirizados, frequentemente desviam a atenção e os recursos disponíveis (PDCA, 2015).

A implementação da NR-10 (Norma Regulamentadora 10), que trata da segurança em instalações e serviços com eletricidade, pode apresentar diversos desafios. Esses desafios podem variar dependendo do tipo de indústria, do tamanho da empresa e da complexidade das instalações elétricas, mas aqui estão alguns

desafios comuns que as organizações enfrentam ao implementar a NR-10 (PDCA, 2015):

- **Conscientização e Treinamento:** Garantir que todos os funcionários estejam cientes dos riscos elétricos e que recebam treinamento adequado em segurança elétrica pode ser um desafio. Isso requer tempo e recursos para a capacitação;
- **Custos:** Investir em equipamentos de segurança, EPIs, manutenção preventiva e medidas de controle pode ser caro. Pequenas empresas podem encontrar dificuldades financeiras para cumprir todas as exigências da NR-10;
- **Complexidade das Instalações Elétricas:** Em instalações elétricas complexas, pode ser difícil identificar e controlar todos os riscos elétricos. A documentação inadequada ou desatualizada pode complicar ainda mais a implementação da NR-10;
- **Manutenção Adequada:** Manter a manutenção regular de equipamentos elétricos é essencial para a segurança elétrica, mas pode ser negligenciada devido a custos ou falta de conscientização;
- **Falta de Pessoal Qualificado:** Encontrar profissionais qualificados para realizar tarefas elétricas com segurança pode ser um desafio, especialmente em áreas com escassez de mão de obra qualificada.
- **Atualização da Norma:** A NR-10 é atualizada periodicamente, e as empresas precisam acompanhar as mudanças na norma e adaptar suas práticas de segurança de acordo.
- **Supervisão e Fiscalização:** As empresas precisam de supervisores e gestores bem treinados para garantir que as medidas de segurança sejam implementadas corretamente e mantidas ao longo do tempo.

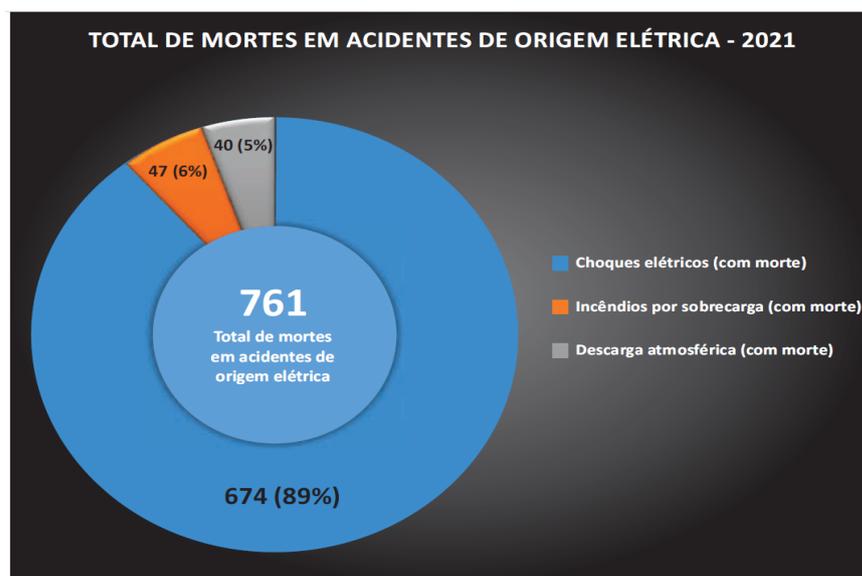
Para superar esses desafios, as empresas devem adotar uma abordagem proativa em relação à segurança elétrica, investir em treinamento contínuo, estabelecer uma cultura de segurança, alocar recursos adequados e garantir que as regulamentações sejam seguidas estritamente.

## 2.2 Análise de Acidentes Elétricos

A análise de acidentes elétricos desempenha um papel crucial na prevenção de incidentes futuros e na garantia de um ambiente de trabalho seguro em relação à eletricidade. É importante que as empresas levem a sério a investigação de acidentes e estejam comprometidas em implementar medidas corretivas eficazes com base nas descobertas da análise.

Segundo (ABRACOPEL, 2022) na figura 9, no ano de 2021 o Brasil registrou um total de acidentes de origem elétrica, categorizados em três principais segmentos: choque elétricos, incêndios elétricos causados por sobrecarga nas instalações elétricas e acidentes relacionados a descarga atmosféricas. É importante notar que os detalhes sobre acidentes causados por descargas atmosféricas não foram abordados em profundidade, devido à existência de entidades especializadas no país encarregadas de coletar e analisar informações relacionadas a esse tipo específico de ocorrência. A segurança elétrica é de extrema importância, uma vez que esses incidentes podem representar sérios riscos para a vida humana e causar danos materiais significativos. Portanto, é fundamental manter um monitoramento constante e implementar medidas preventivas para mitigar esses riscos.

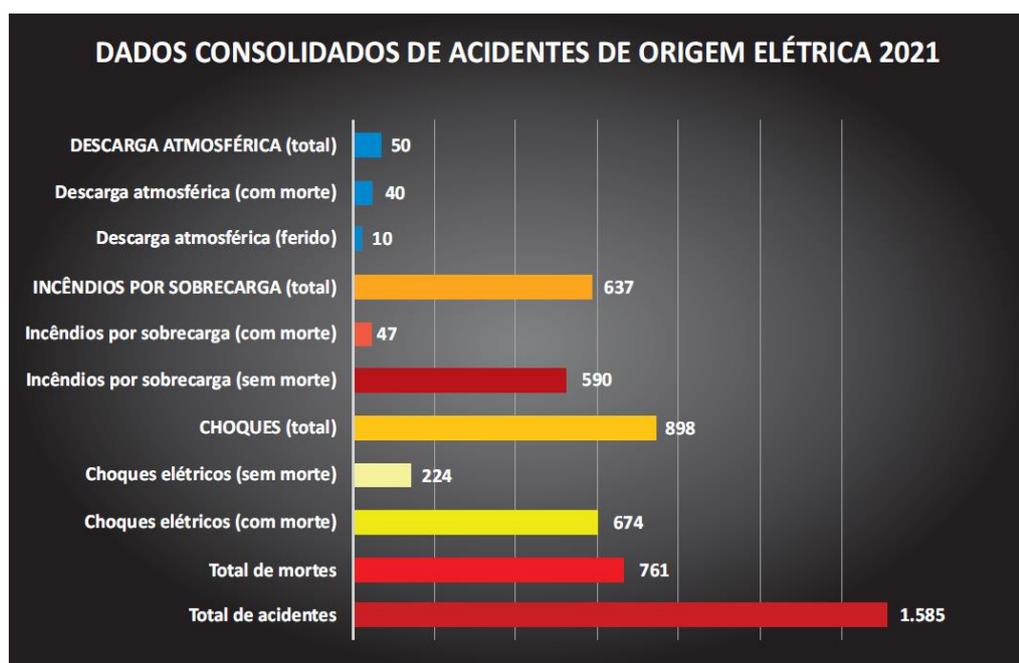
Figura 9: Mortes por acidente de origem elétrica 2021 no Brasil



Fonte: ABRACOPEL, 2022

Na figura 10 mostra sobre os acidentes elétricos fatais e não fatais ocorrido no Brasil em 2021.

Figura 10: Acidentes Elétricos Fatais e não Fatais



Fonte: ABRACOPEL, 2022

Segundo (ABRACOPEL, 2022), os dados de 2021 revelam uma peculiaridade, já que, em comparação com 2020, os números gerais de acidentes de origem elétrica aumentaram. No entanto, é notável que as fatalidades decorrentes de choques elétricos, apesar de representarem a maioria desses acidentes, diminuiram. Isso, embora não seja motivo de celebração, oferece um vislumbre de esperança.

Os acidentes de trabalho são um problema global de saúde pública, frequentemente resultando em lesões graves e até mesmo fatalidades, afetando principalmente pessoas jovens e em idade produtiva. A prevenção desses acidentes é viável e essencial, com impactos significativos na produtividade e economia. A implementação de medidas de segurança e saúde ocupacional é fundamental para mitigar esses riscos (SANTANA V. S. ET AL., 2003).

A disparidade na taxa de mortalidade por acidentes de trabalho, acentuada pela introdução da terceirização em 2003, é notável. Após 2004, essa taxa permaneceu elevada, oscilando entre 40 e 58 mortes por 100 mil entre os trabalhadores terceirizados, enquanto para os contratados diretos foi cerca de 20 por 100 mil. Essa desigualdade evidencia uma injustiça social marcante e destaca a urgência de revisar as práticas e políticas públicas do setor para garantir a segurança de todos os trabalhadores (SANTANA V. S. ET AL., 2006).

O ser humano e os animais já eram submetidos aos riscos de choque elétrico antes mesmo da humanidade ter conhecimento da eletricidade. A eletricidade é muitas vezes citada como a “assassina silenciosa” Isso porque ela não pode ser degustada, vista, ouvida ou cheirada. Ela é essencialmente invisível para os sentidos humanos. A eletricidade há muito é reconhecida como um grave perigo no ambiente de trabalho, expondo os empregados ao choque elétrico, o qual pode resultar em eletrocussão, graves queimaduras, ou quedas que resultam danos adicionais ou até mesmo a morte; bem como queimaduras e explosões causadas pelos arcos elétricos (NEITZEL, 2006).

Em 2009 segundo pesquisas realizadas pela fundação COGE (Comitê de Gestão Empresarial), ocorreram mais de 2 mil acidentes relacionados ao setor elétrico nas empresas brasileiras (INBRAEP, 2016).

A análise de riscos em acidentes elétricos é uma abordagem crítica para identificar, avaliar e mitigar os perigos associados ao uso da eletricidade. Aqui estão algumas das principais análises de riscos que devem ser consideradas:

### **2.2.1 Identificação de Riscos**

A identificação dos riscos relacionados à eletricidade é um processo essencial para garantir a segurança nas instalações elétricas e nos locais de trabalho. Este procedimento envolve uma investigação minuciosa dos componentes elétricos, circuitos e sistemas, com o intuito de identificar possíveis ameaças à segurança das pessoas e dos equipamentos. Inclui a avaliação detalhada de fatores como sobrecargas, curto - circuitos, falhas de isolamento e exposição a tensões perigosas.

Além disso, a identificação de riscos também requer a consideração de aspectos comportamentais, o treinamento adequado dos trabalhadores e o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva.

A ativação involuntária de sistemas elétricos pode acontecer devido a erros operacionais, ocorrência de contatos fortuitos com circuitos energizados, a indução de tensões por linhas próximas ou que atravessam a rede, descargas atmosféricas e a influência de fontes de alimentação externas. Essas situações, independentes da ação humana, devem ser previstas, uma vez que representam riscos reais e potenciais para os profissionais que lidam com eletricidade (LOURENÇO, 2010).

A eletricidade apresenta um elevado potencial de causar danos à saúde e à integridade humana. Mesmo quando operando em níveis de tensão baixa, ela representa uma ameaça à saúde e à segurança dos trabalhadores. Para uma compreensão mais abrangente dos perigos envolvidos e das razões por trás deles, a seguir estão algumas descrições significativas (LOURENÇO, 2010).

Dentro de ocupações relacionadas à eletricidade, os profissionais enfrentam a exposição a dois principais tipos de riscos de acidentes: choques elétricos e arcos elétricos, ambos com impactos diretos. Além disso, existem riscos secundários que podem resultar em consequências indiretas, tais como quedas, colisões, incêndios, explosões originadas de falhas elétricas, e lesões por queimaduras, entre outros (FURNAS, 2006).

Identificar de riscos elétricos é uma abordagem crítica para definir, avaliar e mitigar os perigos associados ao uso da eletricidade. Aqui estão algumas das principais análises de riscos que devem ser consideradas:

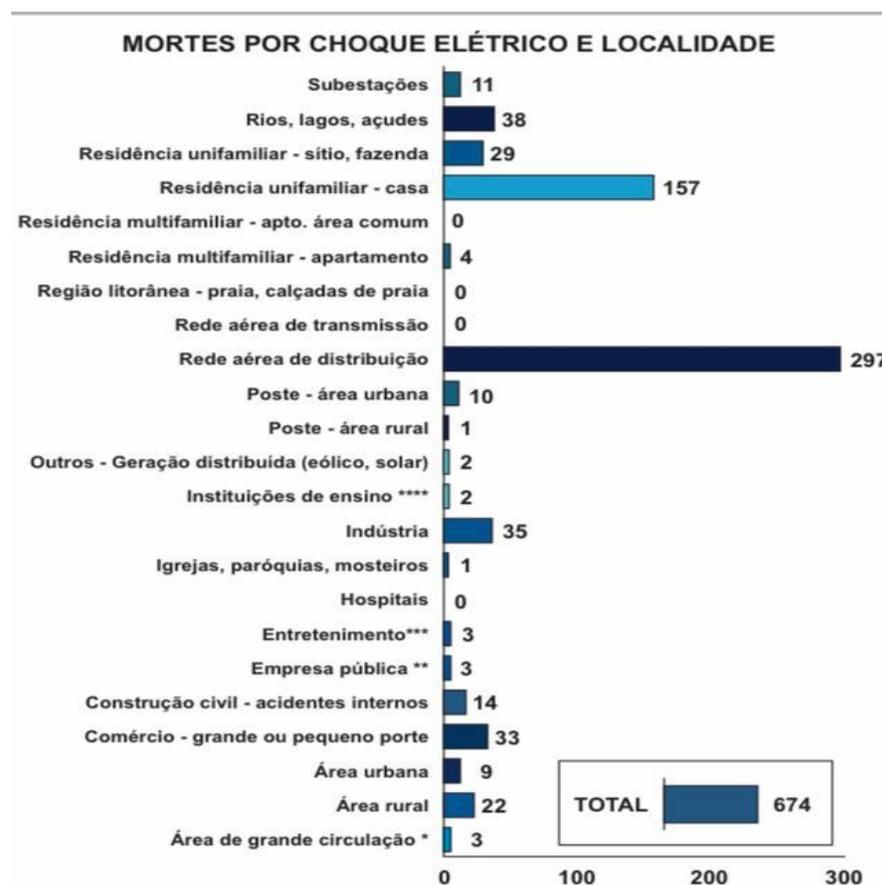
#### **2.2.1.1 Choque Elétricos**

O choque elétrico é uma situação na qual uma pessoa entra em contato com uma corrente elétrica, seja devido ao contato direto com um condutor energizado, à proximidade de um campo elétrico intenso ou à exposição a tensões elétricas perigosas.

Os resultados decorrentes dessa perturbação variam de acordo com o trajeto que a corrente elétrica percorre pelo corpo humano, a magnitude da corrente, a duração do choque elétrico, o tipo e a frequência da corrente elétrica, juntamente com sua voltagem, bem como as condições físicas do indivíduo (KINDERMANN, 1995).

O choque elétrico é uma resposta do corpo à passagem de corrente elétrica. O choque mais perigoso ocorre quando uma corrente elétrica flui diretamente de uma mão para a outra, passando pelo tórax, aumentando significativamente o risco de afetar o funcionamento do coração e a capacidade de respirar. O limiar de percepção de corrente elétrica por uma pessoa é de aproximadamente 1 mA, enquanto a faixa letal varia entre 10 A e 3 A (VIANA, 2018).

Figura 11: Mortes por choque elétrico e localidade



Fonte: ABRACOPEL, 2022.

De acordo com (ABRACOPEL, 2022) em relação ao Figura 8 acima é a redução significativo dos números de acidentes em ambiente residenciais, o menor nos últimos anos. Pode ser atribuída a dois cenários em consideração. O primeiro envolve um aumento da conscientização das pessoas em relação aos riscos elétricos dentro de suas casas, levando a melhorias nas instalações elétricas.

O segundo cenário relaciona-se ao contexto do trabalho remoto (home office), no qual muitas pessoas passaram a dedicar mais tempo em suas residências e, como resultado, buscaram a adequação e modernização de suas instalações elétricas. Esse impulso muitas vezes foi incentivado por profissionais cada vez mais qualificados, que contribuíram para a segurança elétrica dos ambientes domésticos.

A passagem de corrente elétrica pelo corpo humano desencadeia uma série de distúrbios, desencadeando respostas variando desde contrações musculares leves até convulsões violentas, que podem levar à morte. Estas perturbações incluem a inibição do centro nervoso com conseqüente parada respiratória, alterações no ritmo cardíaco que podem resultar em fibrilação ventricular e parada cardíaca, além de queimaduras profundas, incluindo a necrose dos tecidos. A corrente elétrica também provoca mudanças no sangue devido aos efeitos térmicos e eletrolíticos, agravando ainda mais a gravidade das lesões (BORTOLUZZI, 2009).

Há fatores que propiciam o risco de choque elétrico, e entre esses fatores estão a tensão de toque e a tensão de passo (BORTOLUZZI, 2009).

A tensão de toque é um conceito crítico tanto em contato direto quanto em contato indireto, sendo que o contato direto se manifesta quando há toque direto em condutores energizados, como fios e cabos elétricos, ou em partes de equipamentos com isolamento deficiente. Enquanto isso, o contato indireto ocorre devido a falhas de isolamento em equipamentos ou componentes que podem se tornar facilmente energizados, geralmente devido à alta condutividade desses materiais (VIANA, 2018).

A tensão de passo é caracterizada como a variação de potencial elétrico entre os pés de uma pessoa quando ela está em contato com o solo próximo a uma área onde há vazamento de corrente elétrica para a terra. Essa situação pode ser originada por quedas de condutores da rede elétrica ou por descargas atmosféricas (BORTOLUZZI, 2009).

O choque elétrico é a consequência patofisiológica resultante da corrente elétrica fluindo através do corpo humano. Essa corrente pode afetar o corpo de várias maneiras, desde uma sensação de formigamento até disfunções no sistema circulatório e respiratório, e pode até causar queimaduras. O nível de risco para a pessoa depende de vários fatores, incluindo a intensidade da corrente elétrica, as partes do corpo afetadas e a duração da exposição à corrente. Para proteger as pessoas contra choques elétricos, é fundamental compreender os efeitos da corrente elétrica no corpo humano como primeiro passo (SIEMENS, 2003).

A figura abaixo ilustra a relação entre a corrente elétrica e os efeitos que ela pode causar no corpo humano:

Figura 12: Efeito fisiológico do choque elétrico no corpo humano

Corrente (mA)		Reações Fisiológicas habituais
500 mA		Parada cardíaca
30 mA		Risco fibrilação cardíaca
10 mA		Sem efeito perigoso até 5 segundos
0,5 mA		Pequena contração muscular
0,1 mA		Leve formigamento

Fonte: Siemens, 2003

De acordo com as informações apresentadas na figura 8, é possível notar que com uma corrente elétrica só apenas 30 mA, já existe o risco de fibrilação cardíaca. Para ter uma perspectiva comparativa, considere uma lâmpada incandescente de 60W comum em residências, que utiliza uma corrente elétrica de aproximadamente 472 mA quando operando em sistemas de 127 V. Isso ressalta a importância de

compreender a sensibilidade do corpo humano à eletricidade, mesmo em casos de correntes aparentemente pequenas.

### **2.2.1.2 Proteção Contra Choque Elétrico**

A proteção contra choque elétrico é o conjunto de ações, dispositivos, métodos e sistemas aplicados para evitar ou diminuir os perigos do choque elétrico, uma reação adversa à corrente elétrica que passa pelo corpo humano. Essa precaução é essencial para proteger as pessoas e preservar a integridade dos dispositivos elétricos, reduzindo os riscos ligados à eletricidade.

O princípio fundamental na norma ABNT NBR 5410:2004 é garantir a segurança das pessoas, prevenindo o contato com partes energizadas das instalações elétricas. Pode ser descrita como (DANIEL, 2015):

- Partes vivas é perigosa não devem ser acessíveis, assegurando a proteção contra riscos elétricos e priorizando a segurança das pessoas.
- Massas ou elementos condutores acessíveis não devem representar riscos, tanto em situações normais quanto em caso de falhas que possam torná-los acidentalmente energizados, garantindo assim a segurança elétrica.

Assim, a segurança contra choques elétricos, de forma geral, envolve dois tipos principais de proteção (DANIEL, 2015):

- Proteção básica: Proteção contra contatos diretos. Exemplo: Isolação básica ou separação básica, uso de barreira ou invólucro, limitação da tensão.
- Proteção supletiva: Proteção contra contatos indiretos. Exemplo: Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação, isolamento suplementar, separação elétrica.

A norma geral de segurança contra choques elétricos exige que o princípio mencionado acima seja garantido, no mínimo, através da combinação de proteção básica e proteção suplementar, utilizando meios independentes ou aplicando uma medida que ofereça ambas as proteções simultaneamente (DANIEL, 2015).

De acordo com (CASTELETTI, 2006) a proteção contra contato direto engloba todas as medidas destinadas a controlar o risco elétrico, com o objetivo de evitar que pessoas tenham contatos não intencionais com as partes energizadas de sistemas elétricos. Isso envolve a implementação de salvaguardas, barreiras e procedimentos que garantam a segurança dos trabalhadores e evitem choques elétricos decorrentes de toques acidentais em componentes elétricos sob tensão. Em essência, essas medidas visam preservar a integridade física dos indivíduos que operam ou estão próximos a instalações elétricas, reduzindo ao máximo os riscos de contato direto com a eletricidade.

Podemos caracterizar como proteção contra contatos diretos (CASTELETTI, 2006):

- **Desenergização:** Esse conjunto de procedimentos, com o objetivo de proteger a segurança pessoal daqueles que trabalham de forma direta ou indireta com sistemas elétricos, requer a participação de, no mínimo, duas pessoas para sua execução.
- **Desligamento:** Trata – se da ação de cortar o fornecimento de energia elétrica, ou seja, desligar a tensão elétrica de um equipamento ou circuito elétrico. Esse desligamento é realizado por meio da atuação local ou remota do dispositivo de manobra apropriado, que geralmente é o disjuntor responsável por alimentar o equipamento ou circuito que precisa ser isolado.
- **Seccionamento:** o seccionamento envolve a ação de isolar completamente um equipamento ou circuito elétrico de outros sistemas, assegurando que não haja tensão elétrica presente no mesmo. Esse processo só é considerado efetivo quando podemos observar visualmente a separação dos contatos elétricos, o que ocorre, por exemplo, ao abrir uma seccionadora, retirar um disjuntor ou remover fusíveis. Em resumo, o seccionamento é o ato de desconectar um equipamento ou circuito elétrico de forma que fique fisicamente isolado e visualmente evidente que não está mais energizado.
- **Aterramento temporário:** A instalação desse aterramento tem como objetivo estabelecer a igualdade de potencial elétrico entre os circuitos

desenergizados, ou seja, conectar eletricamente os condutores ou equipamentos de forma que todos compartilhem ao mesmo nível de voltagem.

A proteção contra contato direto é um conjunto de medidas e dispositivos de segurança projetados para prevenir que pessoas tenham contato físico acidental com partes energizadas de sistemas elétricos. Essas medidas visam proteger os trabalhadores e outros indivíduos de choques elétricos, que podem ser fatais ou causar lesões graves, impedindo o toque direto com componentes elétricos sob tensão.

### **2.2.1.3 Incêndios Elétricos**

Incêndios elétricos são incêndios que têm origem em sistemas elétricos ou equipamentos elétricos. Eles podem ocorrer devido a várias causas, incluindo sobrecarga elétrica, curtos-circuitos, falhas em dispositivos elétricos, fiação defeituosa, mau uso de equipamentos, entre outros fatores relacionados à eletricidade.

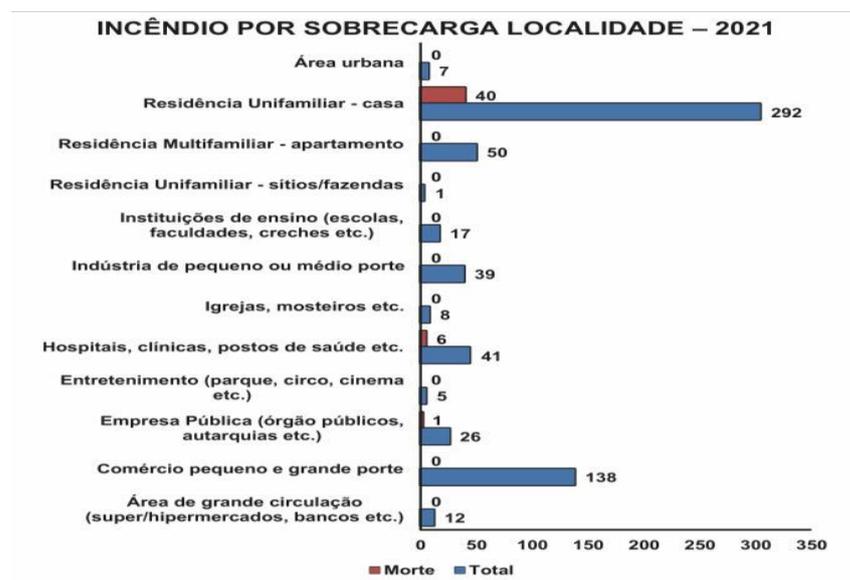
A maioria dos incêndios causados pela eletricidade tem sua origem no superaquecimento dos cabos elétricos, o que pode resultar na ignição do revestimento plástico dos fios ou de materiais próximos, como tecidos, plásticos e papel. Esse superaquecimento surge como resultado de irregularidades na instalação elétrica, que podem ser atribuídas a problemas como subdimensionamento, que muitas vezes decorre de projetos inadequados, ou ao uso incorreto por parte dos consumidores (RANGEL JUNIOR, 2011).

A grande maioria dos incêndios relacionados à eletricidade tem sua causa principal no aquecimento excessivo dos cabos elétricos, o que pode desencadear a combustão do revestimento plástico dos fios ou de materiais próximos, como tecidos, plásticos e papel. Esse sobreaquecimento ocorre como resultado de falhas na instalação elétrica, frequentemente associadas a problemas como a dimensionamento inadequado, que geralmente se origina em projetos elétricos deficientes, ou devido ao uso inadequado feito pelos consumidores (RANGEL JUNIOR, 2011).

Os incêndios relacionados à eletricidade podem ocorrer tanto em ambientes residenciais quanto em ambientes industriais, e eles apresentam algumas diferenças em termos de causas e características (OLIVEIRA, 2014):

- **Incêndios Elétricos em Ambientes Residenciais:** Um dos principais fatores que contribuem para incêndios elétricos em residências é o dimensionamento inicial insuficiente das instalações elétricas em relação à demanda crescente ao longo do tempo. À medida que as necessidades dos moradores mudam e novos equipamentos são adicionados, as instalações elétricas frequentemente são modificadas e ampliadas, enquanto a infraestrutura de distribuição elétrica permanece inalterada. Isso resulta em uma sobrecarga do sistema elétrico, aumentando significativamente o risco de ocorrência de curtos-circuitos.
- **Incêndios Elétricos em Ambientes Industriais:** Incêndios causados por problemas elétricos em ambientes industriais frequentemente têm origem em falhas em equipamentos elétricos, sistemas de controle ou processos industriais que geram faíscas ou superaquecimento. Essas faíscas podem inflamar materiais inflamáveis presentes em ambientes industriais, resultando em incêndios de grande escala.

Figura 13: Incêndios por sobrecarga – por tipologia em 2021



Fonte :ABRACOPEL 2022

Observa-se que a figura acima a maioria dos incêndios tem sua origem em instalações elétricas internas quando os dispositivos de proteção, como fusíveis e disjuntores, falham em sua função de forma adequada. Essa situação é comum quando há um dimensionamento inadequado da instalação, negligenciando a devida harmonização entre os condutores e os dispositivos de segurança. Quando isso ocorre, os condutores sofrem superaquecimento, gerando pontos de calor que, ao entrarem em contato com materiais inflamáveis, como cortinas, tapetes ou outros ambientes propensos a incêndios, podem desencadear uma situação de fogo. Além disso, é importante notar que eletrodomésticos, dispositivos eletrônicos e, em especial, ventiladores e sistemas de ar condicionado, constituem a maioria esmagadora, ou seja, cerca de 80% das fontes de incêndio. Isso reforça a urgente necessidade de inspeções regulares nas instalações elétricas e medidas corretivas imediatas quando necessário (ABRACOPEL, 2022).

O curto-circuito elétrico acontece quando uma quantidade extremamente elevada de corrente elétrica flui por um circuito que não está preparado para suportar tal carga. Um exemplo simples dessa situação é quando um fio condutor metálico é acidentalmente conectado diretamente a uma tomada, resultando em um curto-circuito. Isso pode variar de curtos-circuitos de baixa intensidade a eventos mais explosivos, acompanhados de ruídos, explosões e faíscas. É importante destacar que os curtos-circuitos estão entre as principais causas de incêndios em instalações elétricas mal projetadas ou mal mantidas, especialmente aquelas com fluxo elétrico constante e elevado (TECNOGERA, 2014).

Em geral, inadequações no dimensionamento dos componentes elétricos e a presença de fios desprotegidos costumam ser as principais causas de curtos-circuitos em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

Figura 14:Curto Circuito em um condutor com resistência elétrica muito pequena



Fonte: TECNOGERA, 2014

De acordo com (TECNOGERA, 2014), a instalação de fusíveis e disjuntores em locais com corrente elétrica elevada é uma prática comum e essencial para prevenir curtos-circuitos em residências, apartamentos, estabelecimentos comerciais e indústrias. Os disjuntores são destacados devido ao seu papel crucial na detecção de falhas na corrente elétrica, atuando como interruptores automáticos que previnem curtos-circuitos. Já os fusíveis, quando ocorre uma interrupção abrupta, tornam-se inutilizáveis e devem ser substituídos imediatamente. Uma medida simples para evitar curtos-circuitos é não sobrecarregar uma única tomada, o que contribui significativamente para a segurança elétrica.

#### **2.2.1.4 Queimaduras**

As queimaduras em acidentes elétricos são lesões na pele e nos tecidos subjacentes que ocorrem quando uma pessoa entra em contato com uma corrente elétrica. Essas lesões são causadas pelo calor gerado pela passagem da eletricidade pelo corpo e podem variar em gravidade, dependendo da intensidade da corrente, da duração do contato e da resistência elétrica do tecido envolvido.

Queimaduras podem variar desde lesões superficiais na pele até graves e potencialmente fatais. A pele humana, quando seca, atua como um eficaz isolante elétrico, apresentando uma resistência considerável à passagem de corrente elétrica, medida em cerca de 100.000 Ohms. No entanto, quando a pele está molhada, essa resistência cai drasticamente para apenas 1.000 Ohms. Em situações envolvendo eletricidade de alta tensão, a pele pode ser rapidamente rompida, diminuindo ainda mais a resistência do corpo para apenas 500 Ohms (CPNSP, 2005).

Quando uma corrente elétrica atravessa uma resistência elétrica, ocorre a dissipação de energia na forma de calor, e esse fenômeno é conhecido como efeito Joule (INBRAEP, 2016):

$$E = R.I^2 .t$$

Onde:

R corpo Humano: Resistência humano

I choque: Corrente elétrica do choque (A)

t choque: Tempo do choque (s)

E térmica: Energia em joules (J) liberada no corpo humano.

O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas, que podem ser (INBRAEP, 2016):

- Aquecimento do sangue, com a sua conseqüente dilatação;
- Aquecimento, podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;
- Queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida.

As condições mencionadas não ocorrem de forma isolada; elas estão interligadas, levando a causas e efeitos adicionais em outros órgãos do corpo. O choque de alta tensão causa danos significativos, resultando em queimaduras que penetram na pele nos locais de entrada e saída da corrente elétrica no corpo humano. As vítimas de choque de alta tensão frequentemente falecem devido às extensas

queimaduras, e aqueles que sobrevivem muitas vezes enfrentam sequelas permanentes (INBRAEP, 2016):

- Perda de massa muscular;
- Perda parcial de ossos;
- Diminuição e atrofia muscular;
- Cicatriz.

### **2.2.1.5 Arco Elétricos**

Um arco elétrico é uma descarga elétrica contínua que ocorre quando a eletricidade flui através do ar ou de outro meio isolante entre dois condutores com uma diferença de potencial significativa. Essa descarga emite calor intenso e luz brilhante, podendo causar incêndios, danos materiais e lesões graves em humanos. Portanto, a prevenção de arcos elétricos é crucial em ambientes onde a eletricidade é usada, e isso é alcançado através do uso de equipamentos de segurança adequados, manutenção regular e conformidade com normas de segurança elétrica.

O arco elétrico, em sua grande maioria de ocorrências, acontece durante a manutenção de equipamentos elétricos, como a inserção e retirada de disjuntores, substituição de componentes e inspeções visuais que envolvem a remoção de partes dos painéis, expondo os operadores aos resultados mais severos do arco voltaico (SOUZA, 2008).

O arco elétrico é definido pelo fluxo de corrente elétrica através do ar e tipicamente ocorre durante a ligação e desliga de aparelhos elétricos, assim como em situações de curto-circuito, resultando em queimaduras de segundo ou terceiro grau. O arco elétrico detém energia suficiente para incinerar vestimentas e induzir incêndios, liberando vapores provenientes de material ionizado e radiação ultravioleta (CPNSP, 2005).

### 2.2.2 Análise Preliminar de Risco na Eletricidade - APR

A Análise Preliminar de Riscos (APR) representa uma técnica que busca antecipar possíveis eventos adversos que possam envolver a segurança dos trabalhadores envolvidos, processos, equipamentos e meio ambiente. A APR é um processo que envolve investigação, questionamento, levantamento detalhado, criatividade, avaliação crítica e autorreflexão. O objetivo principal é estabelecer medidas técnicas preventivas necessárias para a execução das atividades, incluindo a divisão das operações em etapas distintas. Isso garante que os trabalhadores mantenham o controle das circunstâncias, independentemente da magnitude dos riscos envolvidos (MORAIS, 2014).

Figura 15: Exemplo de formulário APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO APR		
Processo:		Área:
Atividade:		Data:
Equipamento:		
ETAPAS DA TAREFA	RISCOS	MEDIDAS DE CPNTROLE
TRABALHADORES ENVOLVIDOS		
NOME	CARGO	REGISTRO / MATRICULA

Fonte: (BIDU, 2012)

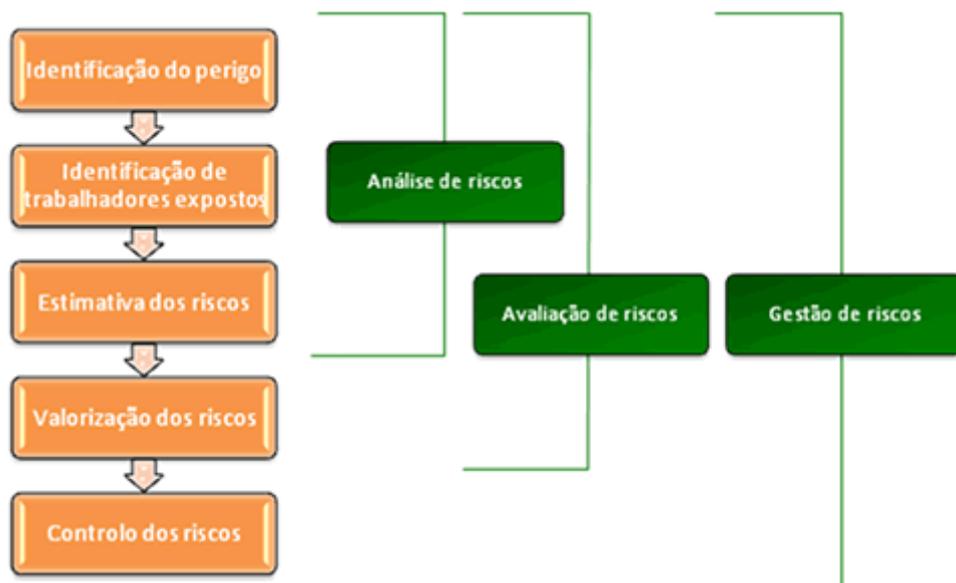
Na figura 11 acima é um formulário de APR sobre a visão técnica antecipada do trabalho a ser realizado, que possibilita a detecção dos perigos associados a cada

estágio da atividade e, ao mesmo tempo, oferece a oportunidade de preveni-los ou gerenciá-los de maneira segura.

Essa técnica de análise de riscos se concentra na previsão antecipada de eventos prejudiciais por um processo que envolve estudo, questionamento, levantamento, detalhamento, criatividade, crítica e autocrítica. O objetivo é estabelecer precauções técnicas necessárias para cada etapa de uma operação, garantindo que os trabalhadores tenham total controle das circunstâncias, independentemente da magnitude dos riscos envolvidos. Essa abordagem proativa de identificação e mitigação de riscos é fundamental para garantir a segurança e prevenir acidentes (RODRIGUES, 2015).

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma ferramenta utilizada para identificar, avaliar e controlar os riscos em atividades laborais, incluindo aquelas relacionadas à eletricidade. Aqui está um exemplo simplificado de um fluxograma para uma APR relacionada à eletricidade:

Figura 16: Fluxograma de APR



Fonte: BIDU, 2012

- Identificação da Atividade: Inicie descrevendo a atividade elétrica que será analisada;
- Constituição da Equipe: Liste os membros da equipe que estão envolvidos na análise;
- Identificação de Perigos: Enumere todos os possíveis perigos relacionados à atividade elétrica, como choque elétrico, incêndio, curto-circuito;
- Controle de Riscos: Para cada perigo, identifique as medidas de controle necessárias para reduzir o risco a níveis aceitáveis. Isso pode incluir o uso de EPIs, treinamento, procedimentos operacionais seguros, entre outros;
- Documentação: Registre todas as informações da APR, incluindo perigos identificados, avaliação de riscos, medidas de controle e responsáveis pela implementação;
- Reavaliação do Risco: Após a implementação das medidas de controle, reavalie o risco para determinar se ele foi reduzido a níveis aceitáveis;
- Comunicação: Comunique os resultados da APR a todas as partes envolvidas na atividade elétrica
- Monitoramento: Estabeleça um sistema de monitoramento contínuo para garantir que as medidas de controle permaneçam eficazes ao longo do tempo.

## **2.3 Medidas de Controle**

Medidas de controle na eletricidade são essenciais para garantir a segurança ao lidar com riscos elétricos. Isso pode incluir a desenergização adequada antes do trabalho, uso de equipamento de proteção, manutenção de ferramentas e equipamentos elétricos, treinamento e qualificação dos trabalhadores.

### **2.3.1 Desenergização**

A desenergização é um conjunto de medidas coordenadas, sequenciadas e monitoradas, destinadas a assegurar a completa ausência de energia no circuito, trecho ou ponte de intervenção, durante toda a duração da intervenção e sob

supervisão dos colaboradores envolvidos. Somente serão classificadas como desativadas as instalações elétricas autorizadas para trabalho, mediante os protocolos adequados e seguindo a sequência a seguir (RODRIGUES, 2015):

- Seccionamento ou desligar: O seccionamento consiste na ação de estabelecer uma interrupção elétrica completa, com o afastamento apropriado da tensão, entre um circuito ou dispositivo e outro, alcançada por meio de ativação de um dispositivo adequado (como abertura de chave seccionadora, interruptor ou disjuntor), operados por métodos manuais ou automáticos, ou ainda com o uso de ferramentas apropriadas, de acordo com os procedimentos específicos.
- Impedimento de reenergização: O técnico habilitado deve empregar um mecanismo de bloqueio do dispositivo de desconexão, aplicado ao quadro, painel ou caixa de energia elétrica, assegurando a efetiva prevenção de qualquer religamento não intencional ou acidental do circuito durante a intervenção energética. Para além do bloqueio do compartimento, é imperativo afixar placas de advertência, comunicando a proibição de acionar o interruptor e informando que o circuito se encontra em processo de manutenção.
- Verificação falta de Tensão: Essa é a confirmação da total ausência de tensão nos condutores do circuito. Tal verificação requer a utilização de instrumentos de medida previamente testados, tanto antes quanto depois da verificação, podendo ser realizada por meio de contato direto ou aproximação com os condutores, seguindo os procedimentos específicos estipulados.
- Instalação de aterramento temporário: Após verificar a ausência de tensão, um dos cabos do conjunto de aterramento provisório deve ser conectado à terra e, quando existir, ao neutro do sistema, além de estar ligado às outras partes metálicas estruturais acessíveis. Em seguida, é necessário acoplar as pinças de aterramento aos condutores de fase que foram desenergizados anteriormente.
- Proteção dos componentes energizados presentes na área controlada: A área restrita é caracterizada como o espaço ao redor de uma parte

condutora eletricamente carregada, isolada e acessível, com dimensões determinadas conforme a voltagem envolvida, sendo que somente profissionais habilitados têm permissão para se aproximar, conforme estipulado no apêndice II da Norma Regulamentadora Nº10.

### **2.3.2 Aterramento Funcional (TN/TT/IT) de Proteção Temporário**

A conexão intencional para à terra é o ato de estabelecer uma ligação deliberada com o solo, permitindo o fluxo de correntes elétricas. Os sistemas de aterramento devem atender às normas de segurança para proteger as pessoas e garantir o funcionamento adequado das instalações (INBRAEP, 2016).

A conexão deliberada com a Terra, através da qual correntes elétricas podem circular, pode ser referida como (RODRIGUES, 2015):

- Funcional: Ligação por um dos condutores do sistema neutro.
- Proteção: A ligação à Terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação pode ser chamada de aterramento das massas e dos elementos condutores externos à instalação.
- Temporário: Uma ligação elétrica efetiva, de baixa impedância, propositalmente estabelecida com a Terra, com o objetivo de assegurar a igualdade de potencial elétrico e mantida de forma contínua durante a intervenção na instalação elétrica, pode ser descrita como um "aterramento eficaz e de baixa resistência intencional à Terra.

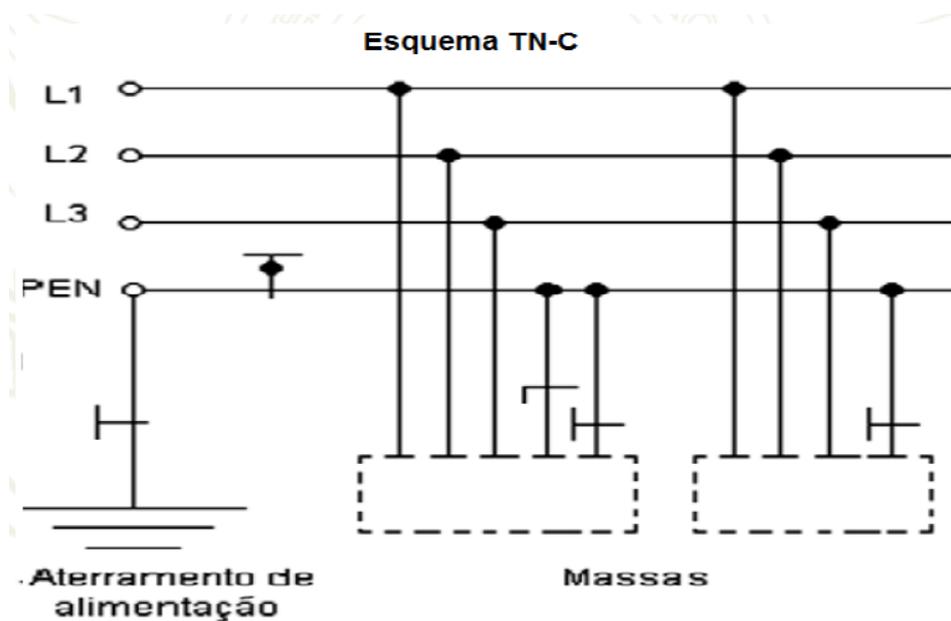
A proteção por ligação à terra é caracterizada pela interligação de todas as partes metálicas da instalação através de condutores que estão conectados à terra. Diferentes termos que podem ser usados para descrever essa conexão à terra incluem (INBRAEP, 2016):

#### **2.3.2.1 Esquema TN**

O esquema TN, que envolve aterramento de proteção, inclui uma variante onde um ponto da alimentação está diretamente conectado à terra, enquanto as massas



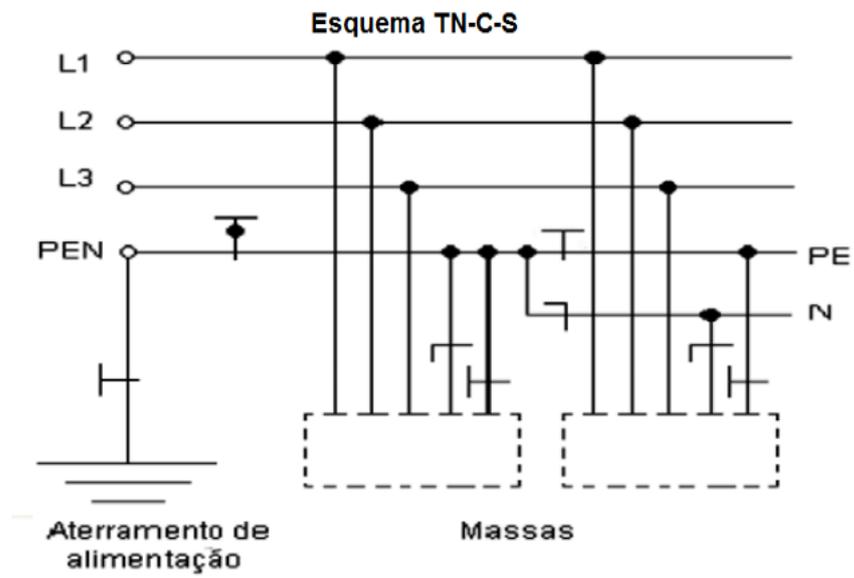
Figura 18:Esquema TN-C



Fonte: INBRAEP, 2016.

- Esquema TN-C-S, é um sistema em que as funções de neutro e proteção são combinadas em um único condutor em parte da instalação elétrica, proporcionando simplicidade e eficiência. Isso permite que um único fio atue como condutor neutro e de proteção (terra) em áreas específicas, simplificando a infraestrutura elétrica.

Figura 19:Esquema TN-C-S

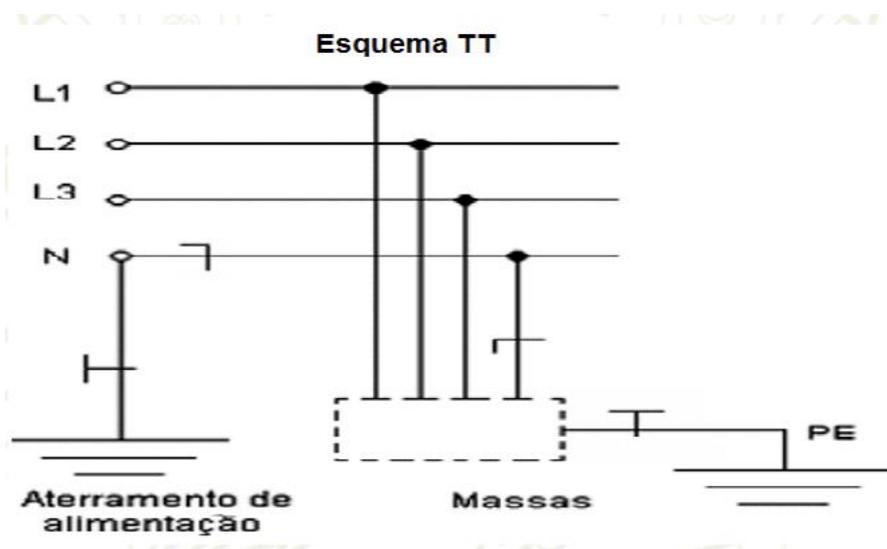


Fonte: INBRAEP, 2016.

### 2.3.2.2 Esquema TT

No esquema TT, uma configuração de aterramento amplamente adotada em sistemas elétricos, um ponto específico da fonte de alimentação é diretamente aterrado. No entanto, as massas da instalação são conectadas a eletrodos de aterramento separados, distintos dos eletrodos de aterramento da fonte de alimentação. Nesse cenário, é crucial limitar as correntes de falha direta fase-massa a um valor inferior à corrente de curto-circuito. Apesar disso, essas correntes ainda precisam ser suficientemente significativas para criar tensões de contato que possam ser detectadas como perigosas. O esquema TT é projetado com essas considerações para garantir a segurança dos usuários e proteger os equipamentos elétricos, mantendo uma conexão estável com a terra e minimizando os riscos elétricos em diversas instalações.

Figura 20:Esquema TT



Fonte: INBRAEP,2016.

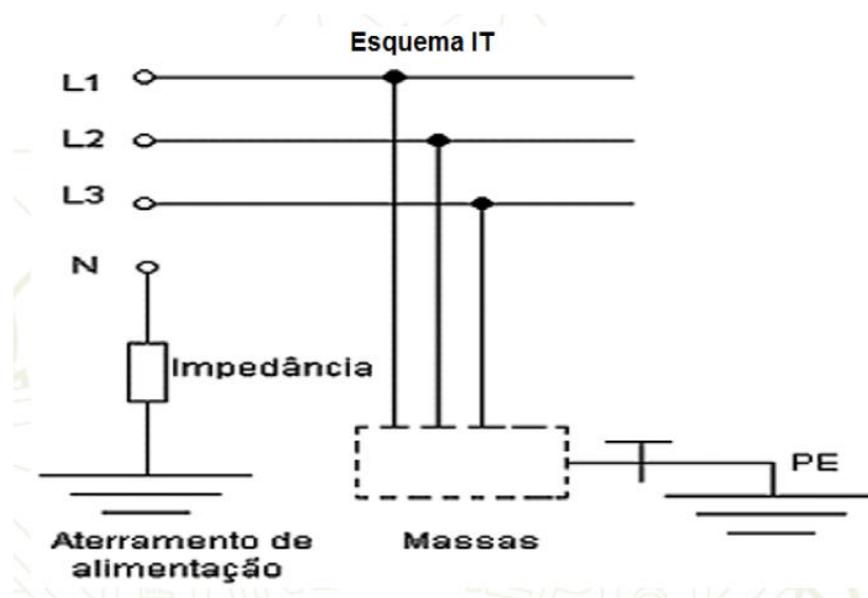
### 2.3.2.3 Esquema IT

No esquema IT, não há qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado, e as massas da instalação são aterradas. Nesse sistema, todas as partes vivas são isoladas da terra, ou então, em algumas situações, um ponto da alimentação é conectado à terra por meio de uma impedância. As massas da instalação também são aterradas, e as seguintes possibilidades podem ser consideradas.

- Massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existe;
- Massas aterrada em eletrodo de aterramento próprio, seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação.

O arranjo IT guarda semelhanças com o TT. Contudo, a conexão à terra da fonte é efetuada mediante a inclusão de uma impedância de magnitude elevada (seja resistência ou indutância). Essa medida tem como objetivo restringir a corrente de falha a um valor preestabelecido, evitando que uma falha inicial desligue o sistema.

Figura 21:Esquema IT



Fonte: INBRAEP,2016.

#### 2.2.2.4 Aterramento Temporário

O aterramento elétrico de uma instalação tem como finalidade prevenir incidentes decorrentes da energização acidental da rede, permitindo uma resposta ágil do sistema automático de corte ou proteção. Além disso, visa garantir a segurança dos trabalhadores em relação a descargas atmosféricas que possam ocorrer ao longo do circuito em questão (INBRAEP, 2016).

#### 2.3.3 Trabalhadores Profissionais

Um profissional qualificado possui a formação técnica adequada para desempenhar tarefas elétricas com segurança. Além disso, a capacitação o prepara para reconhecer riscos e aplicar medidas preventivas. A habilitação é concedida após avaliação prática e teórica, comprovando a competência do profissional. A autorização é específica para executar trabalhos em instalações energizadas, emitida pela empresa após avaliação de riscos. Juntos, esses critérios garantem que apenas

profissionais aptos e treinados realizem atividades elétricas, minimizando riscos e mantendo a segurança no ambiente de trabalho.

Definir claramente os papéis e responsabilidades de cada trabalhador é essencial para promover um ambiente de trabalho seguro e eficiente. Isso envolve atribuir funções específicas a cada membro da equipe, estabelecer protocolos claros de comunicação e identificar os comportamentos esperados de acordo com suas funções. Essa clareza promove a cooperação, reduz riscos e contribui para uma cultura de segurança sólida no local de trabalho (ZIEL, 2021):

### **2.3.3.1 Trabalhador Legalmente Habilitado**

De acordo com o item 10.8.2 da NR 10, um "trabalhador legalmente habilitado" é alguém que passou por um processo de "qualificação e certificação" prévia e que possui "registro profissional" em seu respectivo conselho de classe. Isso significa que, para realizar atividades relacionadas à eletricidade com segurança e conformidade, é essencial que os indivíduos tenham sido treinados e certificados na área específica, como no caso de um Engenheiro Eletricista que concluiu um curso de Engenharia Elétrica e está registrado no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia). A NR 10 enfatiza a importância de contar com profissionais qualificados e registrados para garantir a segurança no trabalho com eletricidade.

### **2.3.3.2 Trabalhador Qualificado**

No contexto do item 10.8.1 da NR10, um trabalhador é considerado qualificado quando pode comprovar a conclusão de um curso específico na área elétrica, desde que esse curso seja oficialmente reconhecido pelo sistema de ensino do governo. Isso se aplica, por exemplo, a um Engenheiro Eletricista que não esteja registrado no CREA, bem como a um eletrotécnico e a um eletricista predial que tenham frequentado um programa de treinamento em uma instituição de ensino credenciada pelo MEC (Ministério da Educação).

### **2.3.3.3 Trabalhador Capacitado**

É citado no item 10.8.3 da NR 10. É considerado trabalhador qualificado aquele que atenda simultaneamente as seguintes condições:

- a) Receba o treinamento sob a supervisão e responsabilidade de um profissional autorizado e qualificado;
- b) Trabalha sob a supervisão de um profissional qualificado e autorizado.

A redação atual NR10 apresenta uma discrepância em relação à NR1. O item 10.8.3.1 da NR10 estipula que a capacitação só é válida se ministrada pela empresa empregadora e nas condições definidas por um profissional legalmente habilitado. Em contraste, a NR1, em seu item 1.6.7.1, permite que uma empresa aproveite parcialmente o treinamento oferecido por outra empresa e fornece orientações específicas para essa prática. Essa diferença entre as normas pode gerar conflitos e exige uma análise mais aprofundada para garantir a conformidade com ambas as regulamentações.

### **2.3.3.4 Trabalhador Autorizado**

Conforme especificado no parágrafo 10.8.4 da NR 10, um trabalhador autorizado, qualificado ou capacitado é aquele que recebeu a aprovação formal da empresa. Isso significa que a empresa deve conceder uma aprovação oficial para que o trabalhador seja considerado autorizado. Além disso, é essencial que o trabalhador autorizado participe de um treinamento específico sobre os riscos da atividade na respectiva empresa antes de iniciar suas tarefas. De acordo com o parágrafo 10.8.7 da NR 10, o trabalhador autorizado encarregado de realizar intervenções em instalações elétricas deve passar por um exame médico apropriado às atividades a serem executadas. Esse exame deve ser realizado conforme as exigências da NR 7 e deve ser devidamente registrado no histórico médico do trabalhador.

### **2.3.4 A Importância do Memorial Descritivo**

O documento descritivo da instalação elétrica desempenha um papel fundamental na segurança e conformidade das instalações elétricas. Além de servir

como um guia para futuras intervenções, manutenções e inspeções, ele oferece uma descrição detalhada de todos os componentes do sistema elétrico, como cabos, condutores, dispositivos de proteção e manobra, entre outros. Este documento especifica suas características técnicas, localizações e conexões.

Conforme a Norma Regulamentadora NR10, que estabelece requisitos para a segurança dos trabalhadores em instalações elétricas, o memorial descritivo é um documento obrigatório. O empregador ou responsável pela instalação elétrica deve elaborá-lo e mantê-lo atualizado, especialmente após modificações significativas na instalação. Assim, o memorial descritivo não é apenas uma prática recomendada, mas sim um requisito legal. Ele garante que informações essenciais sobre a instalação elétrica estejam acessíveis a trabalhadores, equipes de manutenção e órgãos fiscalizadores. Esse processo é essencial para prevenir acidentes e assegurar o cumprimento das normas de segurança elétrica.

### **2.3.5 Proposta Trabalho no Futuro**

A NR10, uma norma do Ministério do Trabalho do Brasil, define requisitos essenciais para assegurar a segurança dos trabalhadores que lidam com instalações elétricas. Em conjunto com outras normas regulamentadoras, como NR12 (Segurança em Máquinas), NR35 (Trabalho em Altura), NR33 (Trabalhos em Espaços Confinados), NR20 (Trabalho com Inflamáveis) e NR23 (Proteção contra Incêndios), a NR10 compõe um conjunto abrangente de regulamentos que garantem a saúde e segurança dos trabalhadores em diversas situações de trabalho, incluindo eletricidade, máquinas, espaços confinados, inflamáveis e incêndios. A aplicação dessas normas requer uma compreensão detalhada das condições específicas de trabalho, sendo a consulta a profissionais especializados fundamental para assegurar o cumprimento adequado das regulamentações.

### **3. Metodologia**

O trabalho proposto inicia-se com um primeiro capítulo que abrange a introdução, delineando o cenário das atividades industriais e de infraestrutura em relação aos acidentes elétricos, com enfoque nas medidas preventivas da NR10. O objetivo geral consiste em analisar a incidência de acidentes elétricos, enquanto os objetivos específicos se concentram em investigar casos, analisar causas e avaliar a efetividade das medidas preventivas preconizadas pela norma. O segundo capítulo, intitulado referencial teórico, desdobra-se em subitens como norma regulamentadora NR10, abordando seus princípios, análise de acidentes elétricos, explorando metodologias de investigação, e medidas de controle, destacando as recomendações da NR10. A estrutura proposta visa compreender a interconexão entre a normativa, a análise de acidentes elétricos e as estratégias de controle, contribuindo para a eficácia das práticas de segurança elétrica.

### **4. Considerações Finais**

A NR10, norma regulamentadora estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, se apresenta como um guia abrangente para a promoção da segurança elétrica, englobando desde a capacitação de profissionais até a implementação de medidas de controle. Ao analisar de forma crítica esta norma, é evidente sua aplicabilidade abrangente em vários setores, destacando-se a necessidade constante de atualização para alinhar-se às mudanças tecnológicas e incorporar as melhores práticas internacionais. O desenvolvimento deste trabalho ressaltou a importância da educação e da conscientização dos trabalhadores e empregadores quanto aos riscos elétricos, enfatizando que a prevenção é a chave para reduzir a ocorrência de acidentes.

Em síntese, a NR10 se revela como um instrumento valioso para a promoção de um ambiente de trabalho seguro e protegido contra acidentes elétricos. No entanto, é preciso um comprometimento contínuo por parte das empresas, profissionais e órgãos reguladores para assegurar que suas diretrizes sejam efetivamente implementadas e que a cultura de segurança elétrica seja fortalecida em todos os

níveis. Através da observância rigorosa da NR10 e do contínuo aprimoramento das práticas de prevenção, podemos contribuir significativamente para a redução dos acidentes elétricos e, conseqüentemente, para um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

### Referências Bibliográfica

ABRACOPEL. Acidentes de Origem Elétrica, 2018. Disponível em: <<https://static.poder360.com.br/2019/07/anuario-abracopel.pdf>>. Acesso em: 2 Setembro 2023.

ABRACOPEL. Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica, SÃO PAULO, 2022. Disponível em: <[https://abracopel.org/wp-content/uploads/2022/04/Abracopel\\_Digital\\_Correto-final.pdf](https://abracopel.org/wp-content/uploads/2022/04/Abracopel_Digital_Correto-final.pdf)>. Acesso em: 23 Setembro 2023.

ALBANY, KATIA. A Importância da NR10 em Carteiro de Obras, 2018. Disponível em: <<https://engkatiaalbany.com/nr-10-em-canteiros-de-obras/>>. Acesso em: 28 Agosto 2023.

AZEVEDO, GUSTAVO. Norma em estado de choque. Revista Proteção. Porto. Revista de Proteção, Porto Alegre, n. ed. 193, p. p. 52-61, 2008.

BARROS BENJAMIN FERREIRA DE ET AL. NR10 Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade : Guia Prático de Análise e Aplicação. São Paulo: Érica, 2017.

BIDU, Tiago. Modelo APR-NR10, 2012. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/76931241/Modelo-APR-NR-10>>. Acesso em: 25 Setembro 2023.

BORTOLUZZI, H. Choque elétrico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: [s.n.], 2009.

CASTELETTI, Luís F. Apostila NR 10 – Riscos Elétricos. Escola POLITEC, 2006.

CEMIG. Compartilhamento de Infraestrutura, 2022. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/atendimento/compartilhamento-de-infraestrutura/>>. Acesso em: 2 Setembro 2023.

CPNSP. Norma Regulamentadora Nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, 2005. Disponível em: <[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/0/04/NR10\\_Manual\\_Fundacentro.pdf](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/0/04/NR10_Manual_Fundacentro.pdf)>. Acesso em: 23 Setembro 2023.

DANIEL, Eduardo. Proteção Contra Choques Elétricos. Qualidade nas Instalações BT, 2015. Disponível em: <[https://osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/ed-112\\_Fasciculo\\_Cap-V-Qualidade-nas-instalacoes-BT.pdf](https://osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/ed-112_Fasciculo_Cap-V-Qualidade-nas-instalacoes-BT.pdf)>. Acesso em: 23 Setembro 2023.

FARIA, NARA. NBR 5410 : A Norma Mãe do Setor Elétrico. Revista Lumière, São Paulo, n. ed. 118, p. p. 50-53, Fev. 2008.

FURNAS, CENTRAIS E. S. A. Superintendência de Recursos Humanos, Departamento de Segurança e Higiene industrial. Apostila Curso Básico - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, Rio de Janeiro, 2006.

GALVÃO ET AL. Apostila Didática Segurança em Instalação e Serviços de Eletricidade, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7392/1/2021.03%20-%20Seguran%c3%a7a%20em%20instala%c3%a7%c3%b5es%20e%20servi%c3%a7os%20de%20eletricidade%20-%20s%c3%adntese%20internacional.pdf>>. Acesso em: 21 Setembro 2023.

GUIMARÃES. Risco de Choque Elétrico: Todo Cuidado é Pouco. Prevenção de acidentes com eletricidade, 2020. Disponível em: <<https://www.pabloguimaraes-professor.com.br/post/prevencao-de-acidentes-com-eletricidade>>. Acesso em: 22 Agosto 2023.

INBRAEP. Capacitação em NR10. Segurança em Instalação e Serviço em Eletricidade. [S.l.]: [s.n.], 2016.

ISSN. Diário oficial da união., 2004. Disponível em: <[http://www.trabalhoseguro.com/Portarias/Portaria\\_598\\_NR\\_10\\_DOU\\_08\\_12\\_2004.pdf](http://www.trabalhoseguro.com/Portarias/Portaria_598_NR_10_DOU_08_12_2004.pdf)>. Acesso em: 20 Setembro 2023.

JÚNIOR, Joubert R. D. S. NR10.Segurança em Eletricidade. Uma visão prática. São Paulo: Érica, 2018.

KINDERMANN, Geraldo. Choque Elétrico. Florianópolis: [s.n.], 1995.

LOURENÇO, Heliton. Aplicabilidade da NR10 em Serviços de Manutenção e Operação em Subestações e Linhas de Transmissão de Extra -Alta Tensão. Trabalho de Pós-Graduação (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2010.

MAGALHÃES, SOARES J. Cemig Alerta Sobre os Riscos da Instalação de Antenas de TV Próximas à Rede Elétrica, 2020. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/release/cemig-alerta-sobre-os-riscos-da-instalacao-de-antenas-de-tv-proximas-a-rede-eletrica/>>. Acesso em: 23 Agosto 2023.

MORAIS. Manual do Trabalho Seguro - Grost : Análise Preliminar de Risco (APR) Para Eletricista, 2014. Disponível em: <<https://manualdotrabalhoseguro.blogspot.com/2014/12/apr-eletricista.html>>. Acesso em: 24 Setembro 2023.

MTE. Ministerio do Trabalho e Emprego: Norma Regulamentadora No. 10 (NR-10), 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>>. Acesso em: 20 Agosto 2023.

NEITZEL, Dennis K. Do you know what they are? : The hazards of the electricity, 2006. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Hazards-of-Electricity-Do-You-Know-What-They-Neitzel/e447ff23f7ec13e7e63862f58e943502f4deb1cf>>. Acesso em: 18 Setembro 2023.

OLIVEIRA, Sassá. Curto circuito é a principal causa de incêndios, 2014. Disponível em: <<http://radionajua.com.br/noticia/noticias/irati-e-regiao/curto-circuito-e-principal-cao-de-incendios/25315/>>. Acesso em: 20 Setembro 2023.

PDCA. NR-10 – DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO, 2015. Disponível em: <<https://www.pdcaengenharia.com/nr-10-dificuldades-de-implementacao/>>. Acesso em: 9 Setembro 2023.

PEREIRA, JOAQUIM G. MANUAL DE AUXÍLIO NA INTERPRETAÇÃO E APLICAÇÃO DA NR10, 2010. Disponível em: <[https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/nr-10\\_manual\\_de\\_auxilio\\_na\\_interpretacao\\_e\\_aplicacao\\_da\\_nr\\_10.pdf](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/nr-10_manual_de_auxilio_na_interpretacao_e_aplicacao_da_nr_10.pdf)>. Acesso em: 5 Setembro 2023.

RANGEL JUNIOR, Estellito. A Eletricidade como Fator Gerador de Incêndios, 2011. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/560013274/A-eletricidade-como-fator-gerador-de-incendios>>. Acesso em: 20 Setembro 2023.

RODRIGUES, Adolfo E. Apostila Segurança do Trabalho de UNIVERCEMIG - Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade NR10 Básico. [S.l.]: [s.n.], 2015.

SANTANA V. S. ET AL. Acidentes de Trabalho não Fatais : Diferenças de Gênero e Tipo de Contrato de Trabalho. Caderno de Saúde Pública, v. V. 19, p. p. 481-493, 2003. ISSN n.2.

SANTANA V. S. ET AL. Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos. Rev Saúde Pública, p. 40:1004-12., 2006.

SENAR. Legislação: Norma Regulamentadora 10 / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília. 2018.

SIEMENS. Proteção Contra os Efeitos das Correntes Elétricas, dos Choques Elétricos e Aterramentos da Instalação de Baixa Tensão. Seminários Técnicos, Brasil, 2003.

SOUZA, JOÃO J. B. D. NR-10 Comentada -Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Nova NR-10. São Paulo : LTR. 2008.

TECNOGERA. Entenda o Que é Um Curto Circuito, 2014. Disponível em: <<http://www.tecnogera.com.br/blog/entenda-o-que-e-um-curto-circuito-eletrico>>. Acesso em: 21 Setembro 2023.

VIANA, Maurício J. Proteção Contra Choques Elétricos em Canteiros de Obras. São Paulo: Mácia Medeiros dos Santos Teixeira, 2018.

VITALE. INFRAROÍ : Instalação e manutenção de redes de telecom é cada vez mais letal, 2020. Disponível em: <<https://infraroi.com.br/2020/10/27/instalacao-e-manutencao-de-redes-de-telecom-e-cada-vez-mais-letal/>>. Acesso em: 3 Setembro 2023.

ZANCHETA, Márcio N. Fundamentos de Segurança no Setor Elétrico. São Paulo: Érica, 2002.

ZIEL. NR 10: Trabalhador Legalmente Habilitado, Qualificado e Capacitado, 2021. Disponível em: <<https://www.zielengenharia.com/single-post/nr-10-trabalhador-legalmente-habilitado-qualificado-e->>. Acesso em: 2 Outubro 2023.