

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Breno da Silva Dalaqua
Luiz Paulo da Silva
Marlon Henrique Sestari
Nirlei Alberico Junior da Crús
Wellington Henrique Barbosa

SEGURANÇA NO TRABALHO COM ELETRICIDADE

Fernandópolis
2024

Breno da Silva Dalaqua
Luiz Paulo da Silva
Marlon Henrique Sestari
Nirlei Alberico Junior da Crús
Wellington Henrique Barbosa

SEGURANÇA NO TRABALHO COM ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Eletrotécnica, no Eixo Tecnológico de Controles e Processos Industriais, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor Marcos Antonio de Assis.

Fernandópolis
2024

Breno da Silva Dalaqua
Luiz Paulo da Silva
Marlon Henrique Sestari
Nirlei Alberico Junior da Crús
Wellington Henrique Barbosa

SEGURANÇA NO TRABALHO COM ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Eletrotécnica, no Eixo Tecnológico de Controles e Processos Industriais, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor Marcos Antonio de Assis.

Examinadores:

Marcos Antonio de Assis

Indiara Joice Tarquete de Castro

Henrique Molina Barradas

Fernandópolis
2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos este artigo aos nossos familiares, amigos e professores, que não mediram esforços para que chegássemos até aqui. Dedicamos a nosso querido orientador, Marcos Antônio de Assis que sempre compartilhou sua experiência de forma construtiva. Gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que nos deu a oportunidade, força e coragem para superar os desafios.

Nossos familiares que nos apoiaram diariamente, dedicando incansavelmente para a conclusão do nosso trabalho.

Aos nossos professores que não mediram esforços nos auxiliando dando todo suporte necessário.

Nossos colegas de curso, que diariamente desenvolvemos um trabalho em equipe.

Ao nosso orientador Marcos Antônio de Assis pelas correções e ensinamentos que foram fundamentais para a elaboração desse trabalho.

Por fim nossa gratidão a esta instituição de ensino com a oportunidade de desenvolver este trabalho.

EPÍGRAFE

“Prevenir é melhor que remediar”
Dediderius Erasmus

RESUMO

No contexto da eletricidade, a segurança é um fator essencial para o desenvolvimento e execução de um bom trabalho na área elétrica. Com o avanço mundial, e tecnológico, foi-se criando inúmeras maneiras de segurança para com o trabalho em eletricidade, desde o desenvolvimento de equipamentos de proteção, tanto individual quanto coletivo, até equipamentos de proteção usados diretamente nas linhas de distribuição e nos sistemas residenciais, garantindo a segurança de quem trabalha diretamente e quem usufrui indiretamente da energia elétrica. Para garantirmos ainda mais que esses protocolos serão cumpridos, foram criadas diversas normas para regulamentação desse tipo de serviço, todos que estão envolvidos nessa área, são obrigados a obedecer ao que fala cada uma dessas normas regulamentadoras, e o não cumprimento dessas leis é cabível de punição. Os colaboradores que prestam serviço na área elétrica deverão ter o curso de NR10, que regula a maioria das obrigações do trabalho com energia elétrica, não deixando de lado as demais NRs, como a NR6 que fala sobre equipamentos de proteção individual, a NR35 que comenta sobre o trabalho em altura e a NR26 que abrange os sistemas de sinalização de segurança, normas que são muito importantes na execução de um trabalho. Buscamos apresentar soluções para evitar ainda mais os acidentes envolvendo energia elétrica e levar o conhecimento das normas e dos sistemas de proteção ao maior número de pessoas possíveis, visando minimizar os índices de acidentes e fatalidades relacionados à eletricidade.

Palavras-chave: Segurança; Energia Elétrica; Colaboradores; Acidentes; Proteção;

ABSTRACT

With global and technological advances, numerous ways of safety have been created for working with electricity, from the development of protective equipment, both individual and collective, to protective equipment that is used directly in distribution lines. It is our main systems, ensuring the safety of those who work directly and those who use electricity. To further ensure that these protocols will be complied with, several standards were created to regulate this type of service, everyone involved in this area is obliged to obey what each of these regulatory standards says, and non-compliance with these laws is reasonable. In. Employees who provide services in the electrical area must take the NR10 course, which regulates most of the mandatory work with electrical energy, without leaving aside the other NRs, such as NR6 which talks about personal protective equipment, NR35 which comment on working at height and NR26 which covers safety signaling systems, standards that are very important when carrying out work. We seek to present solutions to further prevent accidents involving electricity and bring knowledge of standards and protection systems to as many people as possible, minimizing the rates of accidents and fatalities related to electricity.

Keywords: Security. Electricity. Collaborators. Accidents. Protection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Número de acidentes ocasionados pela energia elétrica em 2023	16
Figura 2 – Total de acidentes por choques elétricos, por região do Brasil, e total de vítimas fatais em 2023.....	17
Figura 3 – Total de acidentes por choques elétricos na região Sudeste do país, e total de vítimas fatais	18
Figura 4 – Equipamentos utilizados no cotidiano	20
Figura 5 – Tipos de extintores	28
Figura 6 – Chave seccionadora.....	37
Figura 7 – Imagem ilustrativa do uso de um multímetro.....	39
Figura 8 – Sinalização de desenergização.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. Fundamentação teórica	12
2.1. História da eletricidade	12
2.1.1. Eletricidades e seus riscos	13
2.1.2. Choque elétrico por descarga atmosférica	15
2.2. Gráficos de acidentes	16
3. NORMAS REGULAMENTADORAS (NRS).....	18
3.1. Norma regulamentadora 06 – equipamentos de proteção individual (EPIs).....	19
3.1.1. Capacete de segurança	20
3.1.2. Calçado de segurança	21
3.1.3. Óculos de proteção.....	21
3.1.4. Protetores auriculares	22
3.1.5. Luvas de segurança.....	22
3.1.6. Roupa anti-chamas	23
3.2. Equipamentos de proteção coletiva	24
3.2.1. Guarda-corpos (parapeito).....	24
3.2.2. Sistemas de ventilação.....	24
3.2.2.1. Tipos de sistema de ventilação	25
3.2.2.3. Ventilação natural	25
3.2.2.4. Ventilação diluidora	25
3.2.2.5. Ventilação exaustora	26
3.3. Extintores de incêndio.....	26
3.3.1. Tipos de extintores	27
3.4. Alarmes de emergência.....	28
3.5. Norma regulamentadora – 26 sinalizações de segurança.....	29
3.5.1. Cores de segurança	29
3.5.2. Aplicações.....	30
3.5.3. Importância.....	30
3.5.4. Treinamento.....	31

3.6. Norma regulamentadora 10 – segurança em instalações e serviços de eletricidade.	32
3.6.1. Objetivo e abrangência.....	33
3.6.2 Responsabilidades e requisitos da NR–10	33
3.6.3. Treinamento NR–10.....	34
3.6.4. Importância da NR–10.....	34
3.6.5. Principais medidas de segurança da NR–10	35
3.6.6. Desenergização de instalações elétricas.....	36
3.6.7. Etapas da desenergização	36
3.6.7.1 Seccionamento.....	37
3.6.7.2 Impedimento de reenergização.....	38
3.6.7.3. Constatação da ausência de tensão.....	38
3.6.7.4 Instalação de aterramento temporário.	39
3.6.7.5 Proteção dos elementos energizados na zona segura.	40
3.6.7.6 Sinalização na desenergização.....	40
3.7. Norma regulamentadora 35 – trabalhos em altura.....	41
3.7.1. Treinamento.....	42
3.7.2. Atualizações	42
3.7.3 Importância da NR–35.....	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

A segurança no trabalho com eletricidade é uma preocupação primordial dentro do trabalho com energia elétrica. Ao longo do tempo, devido ao avanço tecnológico mundial, foi-se criando uma ampla gama de medidas de segurança, abrangendo desde equipamentos de proteção individual e coletivo até a implementação de dispositivos de segurança nas linhas de transmissão e sistemas residenciais (CUNHA, 2010). Essas medidas visam garantir a segurança dos trabalhadores diretamente envolvidos e garantir a segurança daqueles que utilizam a energia elétrica indiretamente, nas residências, comércios e indústrias, em geral.

A fim de assegurar a adesão rigorosa a tais protocolos de proteção, foram estabelecidas inúmeras normas regulamentadoras que orientam e regulam os serviços exercidos dentro, fomentando e corroborando nessa área de atuação. O cumprimento de todas as normas tornou-se imprescindível para os profissionais envolvidos e para aqueles que não se adaptarem a tais regras poderão, de toda forma, receber sanções severas. Sendo assim, um exemplo importante é a obrigatoriedade do curso NR10, norma que regulamenta a maioria dos métodos que devem ser cumpridos durante o trabalho com eletricidade.

Destarte, as normas são levadas à risca no meio industrial, a NR10 também deve, assim, ser implementada no serviço fornecido por eletricitistas autônomos, com os quais acontecem a maioria dos acidentes. Dessa forma, a Norma Regulamentadora 10 (2019) discorre sobre os requisitos e condições mínimos para a garantia da segurança nos trabalhos com rede elétrica, ela aborda medidas de proteção, procedimentos de trabalho, documentação técnica, qualificação e treinamentos de profissionais, entre outras funções.

Ao iniciar esse trabalho, buscamos auxiliar na disseminação de informações sobre segurança, metodologias de proteção, treinamentos e regulamentações envolvidas na área elétrica, onde muitas vezes, muitos dos profissionais não tem a qualificação necessária para atender os requisitos estabelecidos pelas normas regulamentadoras, o que leva a aumentar cada dia mais os índices de acidentes causados pela energia elétrica. Trabalhos em eletricidade são um dos serviços mais arriscados que existem, devido a isso, os profissionais que

atuam na área devem sempre pôr a sua segurança e de outros em primeiro lugar. (CLINIMED, 2022).

O objetivo deste trabalho é analisar e destacar a importância das práticas de segurança no trabalho com eletricidade, abordando o desenvolvimento e a implementação de equipamentos de proteção individual e coletiva, bem como a conformidade com normas regulamentadoras. Além disso, busca-se apresentar soluções eficazes para a prevenção de acidentes elétricos, disseminando o conhecimento das normas e sistemas de proteção entre os profissionais da área, com o intuito de reduzir os índices de acidentes e fatalidades relacionados à eletricidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. HISTÓRIA DA ELETRICIDADE

Tales de Mileto (pré-socrático) foi um filósofo grego que, ao esfregar um âmbar a um pedaço de pele de carneiro, observou atrações de palhas e fragmentos de madeira com o próprio âmbar. Dessa forma, há mais de um século, iniciaram-se os trabalhos com eletricidade. Entretanto, com o passar do tempo, tais trabalhos passaram por modificações na forma de executar os serviços, tornando-os, desse modo, mais ágeis e seguros (BARROS et. al, 2017). No início da eletrificação, os métodos de trabalho eram falhos em relação à segurança, expondo os responsáveis a riscos extremos. Por essa razão, os índices de acidentes eram compreendidos em altos níveis. Assim, devido ao grande número de acidentes, os profissionais desse ramo procuraram meios para diminuir estas ocorrências.

Nesse contexto, em 1978, o Brasil deu um grande passo com a elaboração das normas regulamentadoras, as quais abrangeram 28 normas no geral. Essas que mais tarde se tornariam 36, conforme o Ministério do Trabalho e Emprego (TEM). Ademais, ao longo da história, variados cientistas e estudiosos contribuíram para a evolução da eletricidade, fomentando as teorias existentes e corroborando para o aumento da demanda e mercado consumidos. Dentre eles, destaca-se William

Gilbert (1544-1603), que publicou um estudo que diferenciava os polos magnéticos, a força elétrica e a resistência.

Destarte, contribuindo para a área da eletricidade, após Gilbert, Benjamim Franklin (1706-1790), um dos maiores estudiosos da eletricidade, fomentou o ramo com a invenção dos para-raios. Além disso, Michael Faraday (1791-1867) surgiu contribuindo para a ciência moderna com a gaiola de Faraday. Essa é usada para blindar o interior de cargas eletromagnéticas. Thomas Edison (1847- 1931) e Nikola Tesla (1856 – 1943) foram grandes inventores da lâmpada elétrica e a criação da corrente alternada revolucionando a compreensão de ciência a partir da movimentação ou desequilíbrio das cargas respectivamente, tais estudos permitiram o que seria o primeiro passo para a transmissão de energia. Logo, nos primórdios do século XX, Joseph John Thomson (1856-1940) descobriu a primeira partícula subatômica, o elétron, o que revelou a origem do fenômeno total da eletricidade. (MATOS, s/d).

2.1.1. Eletricidades e seus riscos

A eletricidade, entendida como um conjunto de fenômenos ocorridos em razão do movimento de elétrons, está cada dia mais presente no nosso cotidiano, em nossas residências, no nosso trabalho, nas ruas, entre outros (FILARDI, 2000). Sendo assim, a energia elétrica, embora seja muito útil, é, também, muito perigosa e pode ocasionar vários acidentes. Em muitos casos, pode até levar pessoas a óbito ou a sequelas permanentes.

Assim, alguns exemplos de tipos de acidentes são o choque elétrico, que pode resultar de curtos-circuitos nas redes elétricas, da negligência na manutenção e ausência de equipamentos de proteção individual. (MELO, s/d). Dessa forma, deve-se compreender os tipos de choque a fim de garantir a segurança e o planejamento de riscos precedendo acidentes. Sendo assim, os tipos de descargas elétricas são o choque elétrico estático, que ocorre quando há uma acumulação de cargas elétricas em um objeto e, logo em seguida, esse objeto faz contato com um corpo ou até mesmo outro objeto que esteja em potencial diferente.

Além disso, o choque elétrico dinâmico ocorre mediante ao toque em um componente da rede elétrica, representando um sério risco à saúde, podendo ser fatal, já que é alimentado continuamente pela corrente elétrica até ser interrompido. (BORTOLUZZI, 2009). Desse modo, existem várias situações em que ambos os choques acontecem devido a falhas de isolamento em equipamentos elétricos, tomadas mal protegidas ou circuitos elétricos expostos. Entretanto, o risco da eletricidade é compreendido a partir da gravidade da descarga elétrica, o que é dependente da intensidade da corrente elétrica e da duração do contato com a fonte de energia (POTTO, RODOPHO, 2021).

Nesse contexto, os efeitos do choque elétrico no corpo humano podem variar desde sintomas leves, como formigamento e contração muscular, até lesões graves, como queimaduras externas e internas, parada cardíaca e danos irreversíveis aos órgãos internos. Ademais, a corrente elétrica pode afetar o sistema nervoso, causando paralisia temporária ou permanente, podendo levar a danos nos tecidos e nos vasos sanguíneos.

Alguns fatores podem contribuir para ocorrer esse tipo de acidente, são:

- Trabalhar em ambientes onde há exposição à eletricidade, como canteiros de obras, fábricas ou instalações industriais.
- Não seguir procedimentos de segurança adequados ao trabalhar com eletricidade.
- Uso inadequado ou manutenção inadequada de equipamentos elétricos.
- Condições climáticas adversas, como tempestades, que podem aumentar o risco de falhas elétricas, entre outros.

Dessa maneira, é necessário considerar métodos de prevenção a esse tipo de acidente, sendo de extrema importância seguir medidas de segurança, como a garantia de que os equipamentos elétricos estejam devidamente isolados e protegidos de forma adequada, evitar o contato direto com partes energizadas e desligar a fonte de energia antes de realizar qualquer manutenção ou reparo. Portanto, o treinamento em segurança elétrica e o uso correto de equipamentos de proteção individual também são fundamentais para reduzir o risco de choque elétrico, além de avaliar os riscos e impactos considerando medidas preventivas e, de toda forma, auxiliar na tomada de decisões (BORTOLUZZI, 2009).

2.1.2. Choque elétrico por descarga atmosférica

Os choques por descarga atmosférica, mais conhecidos como raios ou relâmpagos, são eventos naturais de grande magnitude que ocorrem devido ao acúmulo de cargas de sinais opostos e descargas elétricas na atmosfera (CABRAL, 2008). Dessa forma, os raios são, geralmente, gerados dentro de nuvens de tempestade, nas quais acontecem colisões de partículas de gelo e água, criando cargas elétricas separadas. Sendo assim, o atrito entre essas partículas dentro da nuvem leva à separação de cargas, com valor positivo acumulando-se na parte superior da nuvem e cargas negativas na parte inferior.

Destarte, esses raios podem ter e atingir vários quilômetros de extensão e ocorrem em frações de segundo. Eles são caracterizados por uma intensa emissão de luz visível (relâmpago), calor intenso e uma forte onda de choque sonoro (trovão). As descargas atmosféricas, portanto, representam uma séria ameaça para a segurança das pessoas e dos objetos presentes na terra. Ademais, quando esses atingem o solo ou uma estrutura, podem causar incêndios, danificar edifícios e equipamentos eletrônicos, além de representarem um grande risco de ferimentos ou morte para humanos e animais. Sob esse viés, Pereira discorre.

O choque elétrico é o conjunto de perturbações de natureza e de efeitos diversos, que se manifestam no organismo humano ou animal, quando este é percorrido por corrente elétrica. A passagem da corrente elétrica ocorre quando o corpo é submetido a uma tensão elétrica suficiente para vencer a sua impedância. As manifestações relativas ao choque elétrico, dependendo das condições e intensidade da corrente, podem ser desde uma ligeira sensação de formigamento até uma violenta contração muscular que pode provocar a morte (PEREIRA, 2021).

Assim, entre as formas de proteção dos acidentes, vale ressaltar a importância da instalação de para-raios em edifícios e estruturas elevadas a fim de corroborar para a segurança e proteção. Contudo, o conjunto de combinações entre os fatores naturais que resultam nas descargas elétricas atmosféricas pode resultar

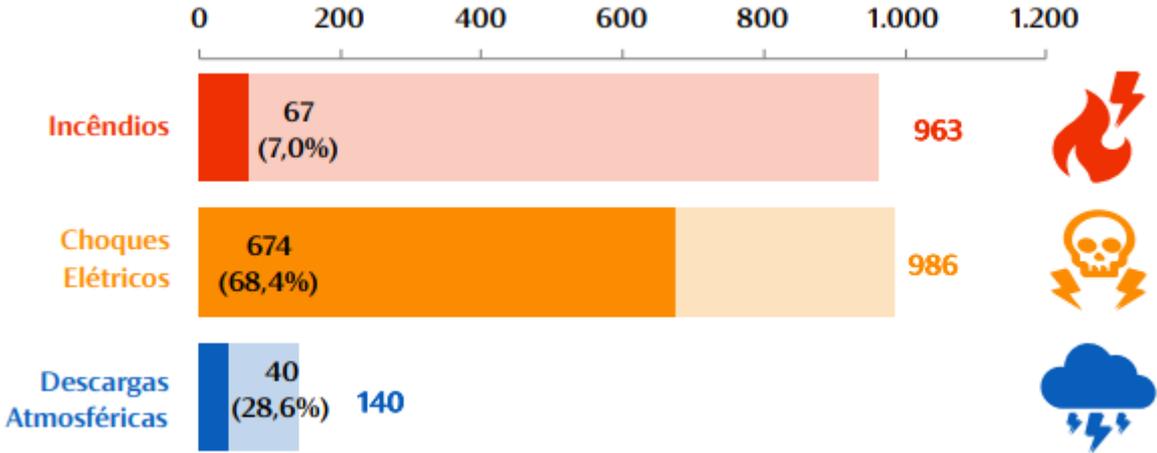
em diversos acidentes de trabalho (BORTOLUZZI, 2009). Logo, compreende-se a extrema relevância em entender as necessidades do cuidado perante as descargas elétricas naturais.

2.2. GRÁFICOS DE ACIDENTES

O anuário da ABRACOPEL (2024) evidencia os gráficos relacionados a acidentes ocasionados pela energia elétrica.

Levantamento da ABRACOPEL (2024), conforme a Figura 1, destaca que choques elétricos são a principal causa de mortes entre os acidentes relacionados à energia elétrica, com uma taxa de mortalidade significativamente alta (68,4%). Embora incêndios e descargas atmosféricas resultem em menos mortes, a presença de acidentes por estas causas ainda representa um risco considerável. Os dados ressaltam a importância de medidas preventivas e de conscientização para reduzir o número de acidentes e mortes causados pela energia elétrica.

Figura 1 – Número de acidentes ocasionados pela energia elétrica em 2023.

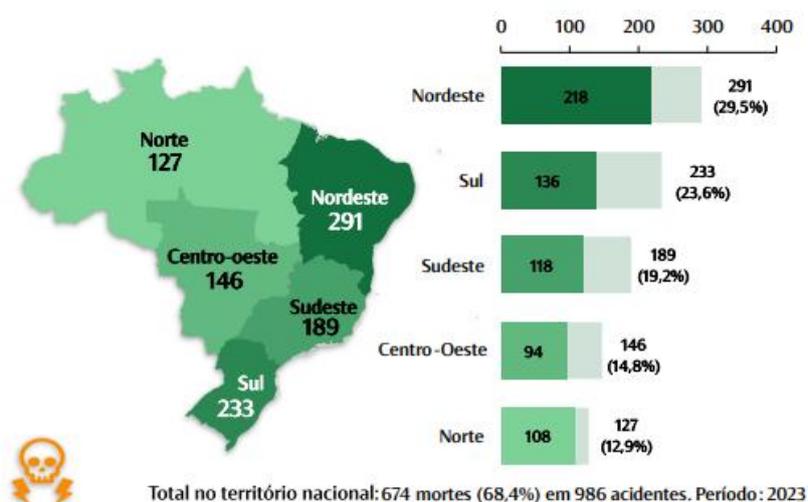


Total: 781 (37,4%) mortes em 2.089 acidentes. Período: 2023

Fonte: (ABRACOPEL, 2024).

A Figura 2 destaca a gravidade dos acidentes por choques elétricos no Brasil, com uma alta taxa de fatalidade (68,4%). O Nordeste se destaca como a região mais afetada tanto em número de acidentes quanto em mortes. As outras regiões também apresentam números significativos, o que indica a necessidade de ações de conscientização e prevenção em todo o país para reduzir esses números alarmantes:

Figura 2 – Total de acidentes por choques elétricos, por região do Brasil, e total de vítimas fatais em 2023.

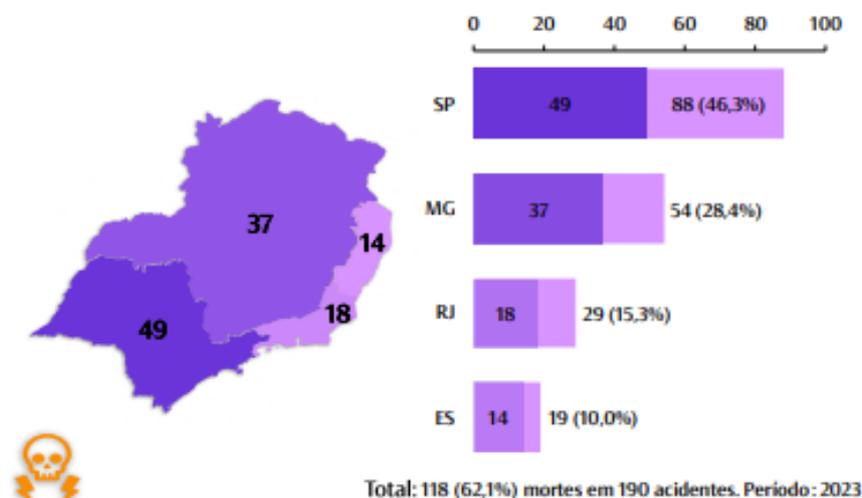


Fonte: (ABRACOPEL, 2024)

Na Figura 3 é evidenciado a ocorrência de acidentes na região sudeste com o objetivo de estabelecer uma relação entre os ocorridos entre os estados que compõem essa região do Brasil.

De acordo com os dados mostrados na Figura 3, apresentam uma alta incidência de acidentes fatais por choques elétricos na região Sudeste, com São Paulo e Minas Gerais liderando em números absolutos. A análise desses dados pode ser crucial para a implementação de medidas preventivas e campanhas de conscientização para reduzir o número de acidentes e mortes por choques elétricos na região.

Figura 3 – Total de acidentes por choques elétricos na região Sudeste do país, e total de vítimas fatais.



Fonte: (ABRACOPEL, 2024)

3. NORMAS REGULAMENTADORAS (NRS)

As Normas Regulamentadoras (NR) foram criadas pela Lei 6.514/77, a qual relaciona obrigatoriamente a segurança e medicina do trabalho, abrangendo outras providências. Dessa forma, essas estão previstas na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) resultando em um cuidadoso trabalho técnico envolvendo representantes do governo, dos empregadores e dos administradores, além de regulamentarem a segurança e a medicina do trabalho em diversos setores da economia (GOV, 2020).

O Ministério do Trabalho, por meio da Portaria n.º 2, de 10 de abril de 1996, instituiu a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP). Essa comissão consolida o princípio constitucional da publicidade ao integrar os parceiros sociais no processo de formulação das NR, seguindo também as diretrizes da Convenção 144 da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Sendo assim, essa estabelece a consulta aos representantes dos empregadores e dos trabalhadores antes da adoção de medidas legislativas e administrativas em matéria de normas internacionais do

trabalho que visam auxiliar a tomada de decisões e adoção de medidas de segurança (GOV, 2020).

3.1. NORMA REGULAMENTADORA 06 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Segundo Bento (2023), a NR-06 é uma das normas regulamentadoras mais importantes relacionadas à segurança do trabalho. Essa norma retrata especificamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), que são estratégias essenciais para controlar os riscos ocupacionais. Entretanto, é válido ressaltar que os EPIs não representam a totalidade das ações que um profissional de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) pode e deve adotar em termos de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais condicionados a setores ou atividades específicas.

Destarte, a norma estabelece a obrigatoriedade de as empresas fornecerem gratuitamente aos seus empregados os EPIs adequados ao risco presente nas atividades laborais. Esses equipamentos devem, obrigatoriamente, estar em perfeito estado de conservação e funcionamento, garantindo assim a eficácia na proteção dos trabalhadores. Conforme essa ótica, Barbosa discorre.

O contexto trabalhista contemporâneo do ramo da engenharia ressalta a importância do uso dos EPI's (equipamentos de proteção individual), isso se evidencia pela necessidade e garantir a todos os trabalhadores a segurança contra possíveis riscos ameaçadores da saúde ou segurança dos mesmos durante as determinadas atividades (BARBOSA, 2021).

O fornecimento de EPIs é necessário sempre que as medidas de proteção coletiva não forem suficientes para garantir a segurança dos trabalhadores, durante a implementação dessas medidas ou em emergências.

Em 2023, a NR-06 passou por uma atualização que incluiu uma nova redação, reorganização dos itens, alterações relacionadas aos óculos de segurança e a incorporação das mudanças da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

(CIPA). Essas atualizações visam aprimorar a eficácia da norma para garantir e colaborar para uma maior proteção aos trabalhadores. Na Figura 4 estão alguns dos equipamentos de uso mais frequente no dia a dia dos trabalhadores em geral.

Figura 4 – Equipamentos utilizados no cotidiano



Fonte: BENTO (2024)

3.1.1. Capacete de segurança

No setor elétrico, um capacete de segurança é um item essencial de proteção individual projetado para salvaguardar a cabeça contra uma variedade de riscos presentes em ambientes de trabalho (NR - 06, 2023). Assim, confeccionados com materiais robustos como polietileno de alta densidade (HDPE), policarbonato, ABS (acrilonitrila butadieno estireno) ou fibra de vidro, esses capacetes possuem uma estrutura rígida e uma suspensão interna que trabalham em conjunto para absorver e dispersar a energia de impactos, reduzindo assim o risco de lesões cranianas. Dessa forma, os principais objetivos desses capacetes incluem a proteção contra impactos,

objetos em suspensão, proteção elétrica entre outros, sendo crucial a seleção adequada do equipamento a ser utilizado.

3.1.2. Calçado de segurança

CARDOSO (2021) explica a necessidade de proteção adequada em atividades envolvendo instalações elétricas, sendo fundamental para a segurança dos trabalhadores. Desse modo, o calçado para eletricitista desempenha um papel crucial nesse aspecto e é imprescindível que ele seja certificado consoante a norma regulamentadora ABNT NBR 16603:2017. Essa que estabelece os requisitos essenciais para a fabricação, ensaios e certificação de calçados isolantes elétricos destinados a trabalhos em instalações elétricas de baixa tensão até 500 V em ambientes secos. Contudo, antes da introdução da NBR 16603 em 2017 (WERNER,2020), a norma anterior, NBR 12576:1992, focava apenas nos requisitos de ensaio de tensão elétrica, sem especificar critérios para os resultados dos testes de corrente de fuga sendo que esses valores eram determinados pela antiga norma NBR 12561.

Com a implementação da nova norma, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu parâmetros atualizados para os calçados de Classe I, que englobam materiais como couro, têxteis e laminados sintéticos. Agora, a norma abrange todos os aspectos normativos dos calçados isolantes elétricos, desde requisitos de design até ensaios elétricos e não elétricos, além de marcações e informações para os usuários. Também detalha a metodologia de ensaio de corrente de fuga, tornando-se uma referência completa em especificações e métodos de testes para esses equipamentos.

3.1.3. Óculos de proteção

Os óculos de proteção são essenciais para a proteção dos olhos dos eletricitistas contra uma série de perigos, incluindo detritos, faíscas, produtos químicos

e até mesmo o arco elétrico. A exposição a esses elementos pode resultar em lesões oculares graves, destacando a importância crítica dos óculos de proteção na indústria elétrica (CARDOSO, 2021). Assim, para garantir uma proteção eficaz, é imperativo que os óculos sejam robustos o suficiente para resistir a impactos e, igualmente importante, certificados para uso elétrico. Ademais, isso assegura que os óculos não conduzam eletricidade, reduzindo significativamente o risco de choque elétrico para o usuário. Sendo que esse é um passo fundamental para a segurança no local de trabalho dos atuantes, promovendo, dessa forma, um ambiente de trabalho mais seguro e protegendo a visão dos profissionais contra potenciais danos irreversíveis.

3.1.4. Protetores auriculares

Os protetores auriculares são fundamentais em ambientes onde os níveis de ruído excedem os limites seguros para a audição do homem. Assim, além de proteger contra danos auditivos, esses equipamentos também oferecem proteção contra outros elementos, como vento, frio e chuva. Sendo assim, é crucial a orientação dos usuários sobre a importância do uso desses dispositivos de proteção individual (EPIs) para garantir sua eficácia visando o objetivo de englobar a proteção auditiva, conforto e bem-estar, legislação e conformidade e, também, a prevenção de medidas relacionadas a problemas de saúde concomitante a responsabilidade pessoal (COELHO et al. 2018).

3.1.5. Luvas de segurança

As luvas isolantes são amplamente reconhecidas entre os eletricitistas, proporcionando proteção contra choques e descargas elétricas (CARDOSO, 2021). A fabricação dessas é regulamentada pela norma NBR 10622, que estabelece rigorosas condições que os fabricantes devem seguir. Os produtos são submetidos a testes e ensaios em laboratórios para garantir sua eficácia e classificar o nível de proteção das luvas mediante a seus possíveis usos.

Nesse sentido, as luvas isolantes de alta tensão, também conhecidas como luvas isolantes elétricas, um Equipamento de Proteção Individual (EPI) usado por profissionais que lidam com eletricidade de alta tensão são feitas de materiais dielétricos, ou seja, materiais que conduzem opostamente a passagem elétrica como borracha e são projetadas para oferecer isolamento elétrico, evitando a passagem de corrente elétrica pelo corpo do usuário em caso de contato acidental com condutores energizados. Ademais, elas são classificadas conforme a tensão que podem suportar com segurança, seguindo padrões e normas como ASTM e IEC.

3.1.6. Roupas antichamas

De acordo com PM-EPI (2019), “As vestimentas devem contemplar a condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas”. As características essenciais das vestimentas para eletricitistas incluem o uso de tecidos com tecnologia antichamas, que podem ser sintéticos ou naturais, desde que possuam a capacidade de resistir ao fogo. Contudo, existem dois tipos de tecidos retardantes a chamas: os inerentemente retardantes, cujas fibras possuem alta resistência à chama sem necessidade de tratamento químico adicional, e os tecidos tratados com retardantes a chamas, como os da *Kaballah* Uniformes. No primeiro caso, as fibras possuem alta resistência à chama e consomem o oxigênio do ambiente, dificultando a combustão. Já no segundo caso, o tratamento retardante a chamas impede que a chama se propague, extinguindo rapidamente a queima para proteger o usuário.

Ademais, o uso correto dessas vestimentas, seguindo as orientações do PM-EPI (2019), não atende apenas às normas, mas também protege a empresa e os profissionais de possíveis processos judiciais em casos de acidentes. Disso, seu uso visa garantir a conformidade e cumprimento real das normas, as vestimentas adequadas facilitam o trabalho dos eletricitistas e com o avanço das técnicas de fabricação, essas tornaram-se mais eficientes e confortáveis, proporcionando segurança e confiança aos profissionais durante suas atividades, o que acelera os processos e aumenta a produtividade.

3.2. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA

Segundo Teodoro (2019). “EPCs são equipamentos que devem ser fornecidos pela empresa visando proteger os trabalhadores dos riscos fornecidos pelo ambiente de trabalho, de maneira coletiva.” Portanto, o objetivo do equipamento de proteção coletiva é prevenir acidentes para os trabalhadores e terceiros, reduzindo ou mitigando riscos comuns no ambiente de trabalho, visando, dessa maneira, minimizar perdas e aumentar a produtividade por intermédio de um ambiente mais seguro. Nesse contexto, os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) demonstram maior eficácia do que os individuais em razão de sua abordagem coletiva, que reduz os riscos do ambiente de trabalho e os custos associados aos acidentes.

3.2.1. Guarda-corpos (parapeito)

De acordo com a NR12 (2022), guardo-corpo é “um dispositivo de proteção coletiva que deve ser instalado em locais onde haja risco de queda de pessoas”. Dessa forma, esses são estruturas de segurança projetadas para proteger pessoas de quedas em áreas elevadas, como plataformas, sacadas, escadas, telhados e outros locais elevados sendo uma forma eficaz de prevenir acidentes e lesões graves em ambientes de trabalho, residenciais, comerciais e industriais. Entretanto, a instalação do parapeito deve atender alguns requisitos abrangendo uma altura mínima, resistência estrutural, vãos e aberturas, resistência a impactos e sinalização adequada.

3.2.2. Sistemas de ventilação

“A ventilação industrial é um sistema mecânico que renova o ar por meio da movimentação do mesmo dentro de ambientes usando ventiladores.” Aiello (2021). Em indústrias, a presença de gases, fumaças, vapores, poeiras, solventes e outros contaminantes é extremamente comum nos ambientes e pode ser prejudicial à saúde

dos funcionários em contato contínuo. Portanto, um sistema de ventilação adequado é essencial para melhorar o ambiente de trabalho e prevenir doenças respiratórias ou danos à saúde dos colaboradores, corroborando com as medidas de proteção e segurança. Assim, na NR15, o uso do sistema de ventilação é fundamental, estabelecendo limites para a exposição ao calor e tolerância à concentração de agentes químicos, além de impor limites para a exposição a poeiras minerais.

3.2.2.1. Tipos de sistema de ventilação

3.2.2.1.1. Ventilação natural

Um sistema de ventilação natural é um método de troca de ar em ambientes fechados que utiliza recursos naturais, como o vento e a diferença de temperatura entre o interior e o exterior do edifício, visando promover a circulação do ar. Contudo, não é necessário a utilização de nenhum meio mecânico, ou seja, não faz uso de dutos, exaustores, nem ventiladores industriais (PRATA, 2005).

3.2.2.1.2. Ventilação diluidora

A ventilação diluidora consiste em um sistema de ventilação que busca minimizar a concentração de poluentes e agentes prejudiciais à saúde presentes no ar interno, misturando-o com ar externo mais limpo. Essa abordagem é amplamente utilizada em ambientes industriais, comerciais e residenciais para garantir um espaço de trabalho mais seguro e saudável (PRATA, 2005). Nesse sistema é muito comum o uso de ventiladores e exaustores, eles são responsáveis por fazer a troca do ar interno com o ar fresco do ambiente externo.

3.2.2.1.3. Ventilação exaustora

Um sistema de ventilação exaustora é um método utilizado para remover ar contaminado, quente ou viciado de um ambiente interno, substituindo-o por ar fresco de fora, sendo considerado eficiente para a prevenção de contaminação do ambiente (COSTA, 2023). Esse tipo de sistema é especialmente aplicado em áreas onde há geração de poluentes, calor excessivo, umidade ou odores desagradáveis, como cozinhas, banheiros, laboratórios e indústrias. Além disso, é um sistema muito eficaz na extração de poluentes, como fumaças, poeiras, gases, entre outros. Também ajuda no controle de níveis de umidade, prevenindo a formação de mofo ou bolor. Dessa forma, ele usa ventiladores e exaustores, que, por sua vez, são responsáveis por extrair o ar contaminado de dentro do ambiente.

3.3. EXTINTORES DE INCÊNDIO

De acordo com Gonçalves (2021), o extintor é um equipamento móvel, constituído por um cilindro, agente extintor e gás expelente como o nitrogênio, destinado a combater princípios de incêndio. Desse modo, é correto afirmar que extintores de incêndio são dispositivos de segurança, de toda forma, essenciais nos ambientes, projetados para combater ou suprimir incêndios em suas fases iniciais. Contudo, existem diferentes tipos de extintores, cada um é adequado para combater tipos específicos de fogo, conduzindo uma estratégia e método de segurança. Além disso, a escolha do extintor correto depende exclusivamente do tipo de material que o ambiente é composto e do que está queimando.

3.3.1. Tipos de extintores

Destarte, existem diversos tipos de extintores e a escolha depende da necessidade. Existem extintores de uso para incêndios envolvendo parte elétrica, sendo assim, alguns exemplos na Tabela 1:

Tabela 1: Exemplos de extintores utilizados em incêndios envolvendo parte elétrica.

Tipo	Uso	Funcionamento	exemplo
Pó químico classe C	Equipamentos elétricos energizados	O pó químico interrompe a reação química do fogo e isola o combustível do oxigênio.	Utilizado em subestações onde transformadores podem pegar fogo.
Dióxido de carbono (CO ₂) classe C	Equipamentos elétricos energizados	O CO ₂ desloca o oxigênio ao redor do fogo e resfria o material em combustão.	Utilizados em hospitais para proteger dispositivos médicos sensíveis.
Extintor de Hálon* classe C	Equipamentos elétricos energizados	O Hálon interrompe a reação química do fogo	Utilizado em salas de controle de tráfego aéreo, pois a integridade dos equipamentos eletrônicos são essenciais.

- O extintor de Hálon é um agente extintor de compostos químicos que não deixa resíduos

Assim, entender os diferentes tipos de extintores de incêndio e suas aplicações específicas é fundamental para escolher o equipamento correto e garantir a segurança em caso de incêndio, possibilitando a segurança do ambiente e dos funcionários presentes. Entretanto, manter os extintores em boas condições por meio de inspeções regulares e manutenção adequada é, igualmente, importante para a

proteção efetiva. A Figura 5 mostra os tipos de extintores, como por exemplo o extintor de água, que é proibido para categorias B (líquidos inflamáveis) e categoria C (equipamentos energizados).

Figura 5 – Tipos de extintores



Fonte: Silva (2023)

3.4. Alarmes de emergência.

O uso de alarmes de emergência é uma prática essencial para a garantia da segurança em ambientes. Esses são sistemas projetados para alertar pessoas sobre situações de perigo iminente, como incêndios, invasões, desastres naturais ou vazamentos de gás. Sendo assim, os alarmes são cruciais para a evacuação rápida e ordenada de edifícios e lugares com acúmulo de pessoas e para a ativação de

medidas de resposta emergencial utilizadas em espaços comerciais e industriais. (COSTA, 2018)

Dessa forma, os alarmes podem ser componentes detectores de fumaça, de calor, sirenes e painéis de controle que detectam a presença de fumaça ou de temperaturas anormais no ambiente, ativando, assim, sinais sonoros ou visuais de alerta. Ademais, os alarmes de gás também funcionam como sensores de gás (monóxido de carbono, gás natural, propano) que habilitam sirenes e sistemas de ventilação automática, prevenindo, desse modo, o envenenamento pelas vias aéreas e explosões causadas por vazamentos.

3.5. NORMA REGULAMENTADORA – 26 SINALIZAÇÕES DE SEGURANÇA

Segundo a Norma Regulamentadora 26 (BRASIL, 1978), "esta Norma Regulamentadora - NR estabelece medidas quanto à sinalização e identificação de segurança a serem adotadas nos locais de trabalho" (item 26.1.1). Sendo assim, a NR-26 pretende principal estabelecer diretrizes e medidas para a sinalização e identificação de segurança a serem adotadas nos locais de trabalho. Essa, em sua totalidade, visa garantir que informações sobre segurança sejam comunicadas de forma clara e eficaz, corroborando para a prevenção de acidentes com a adoção de medidas preventivas e a proteção da saúde dos trabalhadores e colaboradores relacionados.

3.5.1. Cores de segurança

A Norma Regulamentadora 26, (BRASIL, 1978), faz uso de cores para identificar os diversos tipos de sinalizações no ambiente de trabalho, cada uma dessas cores indica um tipo específico de informação, sendo assim, elas são o vermelho indicando proibição, parada, emergência e equipamentos de combate de incêndio. Ademais, o amarelo indica alerta e atenção com áreas de risco, o verde sinaliza segurança, o azul indica ações obrigatórias ou recomendações de segurança e, por

fim, o laranja é utilizado para indicar perigo de partes móveis e equipamentos. Contudo, os elementos de sinalização devem ser claros, visíveis e compreensíveis, utilizando símbolos e cores padronizadas para transmitir a informação de segurança.

3.5.2. Aplicações

- Áreas de Risco.

Em áreas de risco de tropeços, quedas ou áreas de movimentação de máquinas utiliza-se amarelo.

- Equipamentos de Combate a Incêndio.

Nos locais onde se encontram os extintores, hidrantes e alarmes de incêndio utiliza-se vermelho.

- Saídas de Emergência

Para indicar rotas de evacuação e saídas de emergência utiliza-se verde.

- Obrigações de Segurança.

Para indicar a necessidade de uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como capacetes, luvas e óculos de segurança utiliza-se azul.

3.5.3. Importância

A NR-26 é crucial para a garantia da eficiência da comunicação visual de segurança, essa também deve ser compreendida por todos no ambiente de trabalho como um dever obrigatório. Destarte, ela estabelece uma linguagem comum e intuitiva por meio de cores e símbolos, permitindo, assim, uma rápida identificação de perigos e ações a serem tomadas de forma preventiva ou emergencial, independentemente do idioma ou nível de alfabetização dos trabalhadores. Além disso, a NR-26 é indispensável para criar e incentivar um ambiente de trabalho seguro

e saudável. Sua implementação eficaz não somente contribui para prevenir acidentes e proteger a saúde dos trabalhadores, como também contribui para a adoção e incentivo de uma cultura de segurança e conformidade com as regulamentações legais. Em última análise, a NR-26 é uma ferramenta vital para a melhoria da segurança no trabalho e garantir a integridade física e mental dos colaboradores (BRASIL, 1978).

3.5.4. Treinamento

O treinamento referente à Norma Regulamentadora 26 (NR-26) é essencial para garantir que todos os trabalhadores compreendam a importância da sinalização de segurança e saibam como interpretar e agir consoante as situações. Desse modo, este treinamento deve integrar os programas de segurança e saúde ocupacional, sendo esse um setor obrigatório dentro das empresas e locais de trabalho que enquadram nas normas regulamentadoras brasileiras (COSTA, 2018).

Outrossim, o objetivo do treinamento é fazer com que os colaboradores compreendam as normas, identifiquem os riscos no ambiente de trabalho, façam o uso correto dos equipamentos de proteção, tanto individual como coletivo e conheçam os procedimentos de emergência em caso de necessidade fazendo com que, assim, os riscos e impactos sejam mitigados e previsíveis. Ademais, essa prática faz com que os acidentes de trabalho diminuam a partir do conhecimento dos funcionários em determinadas situações, evitando, portanto, os prejuízos causados por esses acidentes. Sob essa ótica, Zavorochuka discorre.

Os acidentes de trabalho trazem consequências para todos, primeiramente para o acidentado, com prejuízo humano, pois acarreta sofrimento e às vezes cicatrizes físicas ou psicológicas para o resto de sua vida. Para a empresa, pois diminui a produção, onde outros funcionários do setor ficarão com medo de que ocorra o mesmo com eles, absenteísmo devido ao acidente com o funcionário, pois deverá se ausentar do canteiro de trabalho, pagamento de horas extras devido à falta do

funcionário que se acidentou, a família do acidentado que deverá auxiliá-lo no tratamento, deslocamento até hospital e em casa, caso o acidentado tenha fratura necessitando de auxílio para realizar atividades do dia-a-dia. Não se pode esquecer do Governo, através da Previdência Social, pois quanto mais acidentes de trabalho acontecem, maior o número de benefícios que serão concedidos aos segurados (ZAVOROCHUKA, 2014).

Destarte, a adoção dessa prática mostra-se indispensável entre as organizações e suas relações de responsabilidade para com os prestadores de serviço. Assim, a carga horária para o treinamento sobre a Norma Regulamentadora 26 pode, entretanto, variar segundo as necessidades específicas da empresa, do nível de risco do ambiente de trabalho e da complexidade das operações realizadas. No entanto, como diretriz geral, a carga horária recomendada para um treinamento básico sobre sinalização de segurança pode ser de 4 a 8 horas (GOV, 2020).

3.6. NORMA REGULAMENTADORA 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DE ELETRICIDADE

“As Normas Regulamentadoras (NRs), criadas pelo Ministério do Trabalho, são diretrizes essenciais que orientam os procedimentos obrigatórios visando a segurança e saúde do trabalhador.” PASCOAL (2024). Assim sendo, a NR10 é específica para instalações elétricas e serviços elétricos, estabelecendo, dessa forma, as condições mínimas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores nesses locais. Portanto, essa definição define parâmetros fundamentais para a prevenção e controle de riscos no ambiente laboral.

Destarte, sua primeira edição ocorreu em 1978, para regulamentar os artigos 179 a 181 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Desde então, a NR10 passou por diversas revisões, incluindo 1983, pela Portaria SSMT nº 12; 2004, pela Portaria MTb nº 598; 2016, pela Portaria MTPS nº 508; 2019, pela Portaria SEPRT nº 915. Dessa forma, essas revisões visam aprimorar e atualizar as diretrizes da NR10,

assegurando que estejam em consonância com as melhores práticas de segurança e saúde ocupacional, bem como com os avanços tecnológicos e legislativos.

3.6.1. Objetivo e abrangência

A Norma Regulamentadora NR10 pretende estabelecer requisitos e condições mínimas para garantir a segurança no trabalho em estabelecimentos relacionados à eletricidade. Logo, os trabalhos que envolvem exposição à energia elétrica apresentam uma série de riscos para os trabalhadores. Assim, visando limitar esses riscos, a NR10 determina a adoção de medidas de controle e prevenção durante as atividades laborais que envolvem eletricidade, sejam elas diretas ou indiretas (PASCOAL, 2024).

A norma também orienta o planejamento minucioso e a análise dos riscos existentes no ambiente de trabalho que dizem respeito à eletricidade, com o objetivo de contribuir para a tomada de decisões e auxílio em relação a esses riscos (CUNHA, 2010). Assim, isso abrange todas as fases, desde o projeto, construção, montagem, operação e manutenção de instalações elétricas, até qualquer atividade realizada nas proximidades dessas instalações.

3.6.2 Responsabilidades e requisitos da NR-10

Responsabilidade refere-se a ação de ser responsável, ou seja, envolve a capacidade de responder por seus próprios atos estando ciente de seus direitos e deveres (MICHAELIS, 2016). Em consonância a esse conceito, a Norma Regulamentadora NR10 estabelece requisitos e condições mínimas para garantir a segurança no trabalho em instalações elétricas e serviços relacionados à eletricidade. As atividades que envolvem a exposição à energia elétrica apresentam diversos riscos para os trabalhadores. Para minimizar esses riscos, a NR10 exige, em sua forma real, a adoção de medidas de controle e prevenção durante as atividades laborais relacionadas a eletricidade, sejam elas diretas ou indiretas.

3.6.3. Treinamento NR-10

Considerando a regulamentação exigida pela norma em questão, todo profissional que trabalha direta ou indiretamente em instalações elétricas precisa de treinamento conforme estabelecido pela NR10. Desse modo, profissões que estão diretamente expostas ao risco elétrico, como eletricitas, eletrotécnicos e engenheiros elétricos, necessitam de treinamento conforme a NR10 em razão da natureza de seu trabalho, que os coloca em contato frequente com eletricidade (CUNHA, 2010).

Destarte, o curso básico da NR-10 é um treinamento com duração mínima de 40 horas, abordando uma variedade de temas multiprofissionais, tais como equipamentos de proteção coletiva e individual, combate a incêndios, primeiros socorros, análise e prevenção de riscos, normas técnicas e medidas de proteção disponíveis (GOV, 2020). O objetivo é capacitar os trabalhadores para realizar suas atividades de forma segura quando expostos a riscos elétricos.

3.6.4. Importância da NR-10

“As normas regulamentadoras têm o papel de estabelecer o que fazer para alcançar as condições mínimas de segurança, em que se tratando de eletricidade destacasse a NR 10” (NUNES, 2016) Assim, a Norma Regulamentadora NR10 foi criada em resposta ao alto índice de acidentes de trabalho relacionados à eletricidade ocasionados pelo aumento de profissionais em decorrências do aumento da demanda do mercado e setor fotovoltaico. Entretanto, a falta de conhecimento ou o descaso em relação aos riscos elétricos pode resultar, na maioria das vezes, em situações extremamente graves e irreversíveis para os profissionais, acarretando impactos na vida pessoal e profissional.

Outrossim, o trabalho com eletricidade expõe os trabalhadores a diversos riscos, incluindo choques elétricos, queimaduras, lesões nos nervos e músculos, e até mesmo morte (SCOPINHO, 2002). Ademais, mesmo tensões mais baixas podem causar danos à saúde a longo prazo, e a reação ao choque pode desencadear outros tipos de acidentes, como quedas, influenciando diretamente na

atuação do profissional. No entanto, os riscos podem ser evitados ou minimizados pela aplicação das disposições da NR10.

Assim, a NR-10 compreende uma série de boas práticas referente ao ambiente laboral com exposição direta a riscos causados por contato direto e desprotegido com a eletricidade sem essa, indispensável para tais profissionais a segurança dos trabalhadores, o treinamento NR10 pode ser um diferencial para profissionais em busca de oportunidades no mercado de trabalho. Além disso, a conformidade com a NR10 pode levar a economias significativas para os empregadores, reduzindo os custos com multas e despesas relacionadas a acidentes de trabalho (NUNES, 2016).

3.6.5. Principais medidas de segurança da NR-10

A Norma Regulamentadora NR10 estabelece 11 medidas para garantir a segurança dos trabalhadores em atividades relacionadas à eletricidade (GOV, 2020), são elas:

- a) Planejamento e Análise de Risco Prévia: Todas as atividades devem ser iniciadas somente após um planejamento adequado e análise de riscos.
- b) Controle e Prevenção de Riscos: Devem ser adotadas medidas para controlar e prevenir os riscos elétricos.
- c) Proteção Coletiva e Individual: Implementação de medidas de proteção coletiva e fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados.
- d) Segurança em Projetos de Instalações Elétricas: Garantia de que os projetos de instalações elétricas atendam aos requisitos de segurança.
- e) Segurança na Construção, Montagem, Operação e Manutenção: Procedimentos seguros em todas as fases das instalações elétricas.
- f) Segurança em Instalações Elétricas Desenergizadas: Medidas para garantir a segurança durante trabalhos em instalações elétricas sem energia.
- g) Segurança em Instalações Elétricas Energizadas: Procedimentos seguros para trabalhos em instalações elétricas energizadas.
- h) Medidas Especiais para Trabalho com Alta Tensão (AT): Diretrizes específicas para atividades envolvendo alta tensão.

- i) **Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização dos Trabalhadores:** Garantir que os trabalhadores tenham a formação adequada para realizar suas tarefas com segurança.
- j) **Proteção contra Incêndio e Explosão:** Medidas para prevenir e controlar incêndios e explosões em ambientes elétricos.
- k) **Sinalização de Segurança:** Utilização de sinalização adequada para alertar sobre os riscos elétricos e as medidas de segurança necessárias.

3.6.6. Desenergização de instalações elétricas.

O sistema elétrico requer regularmente, de forma indispensável, manutenções preventivas e corretivas, porém, muitas vezes, não pode ser totalmente desligado. Dessa forma, uma maneira de realizar essas atividades com o mínimo de riscos é por meio da desenergização. No entanto, isso não se resume a um simples desligamento do sistema, pois, a desenergização consiste em uma série de ações coordenadas e controladas que pretendem assegurar que não haja energia elétrica presente no circuito, trecho ou local de trabalho durante toda a intervenção, sendo supervisionada pelos trabalhadores envolvidos, ou seja, essa etapa consiste na interrupção do fornecimento elétrico (PARENTE, 2018).

3.6.7. Etapas da desenergização

Concomitante às informações supracitadas, para o processo adequado e correto de desenergização, inicialmente, é crucial delimitar e sinalizar a área de trabalho utilizando cones, fitas e outras barreiras (GONÇALVES, 2013). Em seguida, é essencial estabelecer o planejamento da atividade. Da mesma forma, devem ser definidos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), ferramentas e materiais necessários para a execução da tarefa. Por último, para assegurar a realização segura da atividade, é necessário solicitar o bloqueio do religamento automático ao Centro de Operação e Distribuição (COD).

3.6.7.1. Seccionamento

O seccionamento consiste em interromper totalmente a continuidade elétrica, mantendo um afastamento adequado entre um circuito e outro. Esse processo é realizado por meio da operação de dispositivos apropriados, como chaves seccionadoras, interruptores ou disjuntores. Na Figura 6 um exemplo de chave seccionadora:

Figura 6 – Chave seccionadora.



Fonte: dimensional (2020)

Ademais, esse processo pode ser realizado manualmente ou de forma automática, utilizando ferramentas adequadas e seguindo procedimentos específicos. É fundamental entender a função do circuito que está sendo seccionado no sistema, além de compreender que seccionar não é o mesmo que simplesmente desligar (FILARDI, 2000).

3.6.7.2. Impedimento de reenergização

O aspecto crucial para garantir a segurança durante a execução dos trabalhos é manter o sistema completamente desenergizado (PARENTE, 2018). Sendo assim, nesta fase da desenergização, é primordial estabelecer medidas que impeçam a reenergização do circuito, garantindo o controle do seccionamento, interrupção da continuidade elétrica.

Desta maneira, na prática, isso envolve a aplicação de travamentos mecânicos no sistema, utilizando fechaduras, cadeados e dispositivos auxiliares, ou equivalentes sistemas informatizados, para evitar qualquer energização acidental sendo, assim, de extrema importância prevenir qualquer possibilidade de terceiros religarem acidentalmente o circuito onde o trabalho está sendo realizado. Além disso, o processo de desenergização deve ser devidamente planejado e comunicado amplamente, sem falhas no diálogo, prevenindo a ocorrência de acidentes. Dessa forma, reduz-se significativamente o risco de contratempos e potenciais acidentes (NUNES, 2016).

3.6.7.3. Constatação da ausência de tensão.

A verificação da ausência de tensão representa uma das etapas mais críticas de todo o processo (NUNES, 2016). Nesta etapa, verifica-se a efetiva ausência de tensão nos condutores do circuito elétrico. Isso é realizado por meio de instrumentos de medição nos painéis ou detectores de tensão. Todos os equipamentos devem ser testados tanto antes quanto após a verificação da ausência de tensão como exemplificado na Figura 7.

Figura 7 – Imagem ilustrativa do uso de um multímetro.



fonte: Facebook (2018)

Sendo assim, a verificação pode ser feita por contato ou por aproximação, conforme os procedimentos específicos. Contudo, testar os equipamentos antes e após o uso assegura seu correto funcionamento durante a atividade. Assim, os testes devem ser realizados em um local energizado e, posteriormente, no local que foi desenergizado (GONÇALVES, 2013). Após a confirmação da ausência de tensão, os equipamentos devem ser testados novamente em um local energizado para garantir que não tenham sido danificados durante o processo.

3.6.7.4. Instalação de aterramento temporário.

Em consonância, após a conclusão dos procedimentos de desenergização, um dos condutores do conjunto de aterramento temporário deve ser conectado a uma haste ligada à terra, sendo que o aterramento é necessário para

evitar o acúmulo de correntes elétricas em equipamentos evitando, também, que o indivíduo leve um choque ao manusear tal equipagem (GONÇALVES, 2013).

Essa medida visa reduzir os riscos ligados à energização do sistema durante a execução dos trabalhos, considerando especialmente o aumento do risco de contato dos trabalhadores e equipamentos com o sistema elétrico. Ademais, é fundamental realizar as atividades de trabalho entre dois pontos devidamente aterrados, garantindo a equipotencialização e, conseqüentemente, minimizando os riscos (NUNES, 2016).

3.6.7.5. Proteção dos elementos energizados na zona segura.

A zona controlada é definida como a área ao redor das partes condutoras energizadas, com dimensões determinadas conforme o nível de tensão. Além disso, a aproximação nessa zona é permitida apenas a profissionais autorizados, conforme estipulado no Anexo II da NR10. Dessa forma, medidas de proteção podem incluir anteparos, dupla isolação, invólucros, entre outros (POTTO, 2021).

Destarte, é essencial verificar a presença de equipamentos energizados próximos ao circuito ou aos equipamentos que serão alvo de intervenção. Além disso, é necessário verificar os procedimentos, materiais, Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) necessários para a execução dos trabalhos, seguindo as diretrizes da tabela da zona de risco e da zona controlada.

3.6.7.6. Sinalização na desenergização.

Apesar dos diversos mecanismos de impedimento e da atenção dos responsáveis pela desenergização, ainda existe a possibilidade de alguém, que não foi devidamente informado sobre a atividade, reenergizar o sistema (GONÇALVES, 2013). Portanto, é crucial contar com um sistema eficaz de sinalização de segurança como um meio de prevenção de riscos. Esse sistema, dessa forma, destina-se a

alertar e identificar a razão da desenergização de forma clara e explícita, além de fornecer informações sobre o responsável pela operação, como exemplificado na Figura 8.

Figura 8 – Sinalização de desenergização



Fonte: avatec (2020)

Os cartões, avisos, placas ou etiquetas de sinalização do travamento devem ser claros e fixados de forma adequada e visível. Sendo que, os mesmos responsáveis pela instalação dos procedimentos de desenergização são encarregados de, após uma inspeção completa e certificação da remoção de todos os travamentos, cartões e bloqueios, providenciar a retirada dos conjuntos de aterramento e seguir os procedimentos para liberar o sistema elétrico para operação. Os serviços a serem realizados em instalações elétricas desenergizadas, mas com potencial para energização, devem estar em conformidade com o item 10.6 da NR10 (GOV, 2020).

3.7. NORMA REGULAMENTADORA 35 – TRABALHOS EM ALTURA

A NR 35 (GOV, 2020) foi criada visando estabelecer medidas de segurança essenciais para o trabalho em altura, visando proteger a vida dos trabalhadores mediante a medidas preventivas e de segurança. Dessa maneira, sua

função principal é garantir que os empregadores cumpram as disposições da norma, reduzindo os riscos de quedas e acidentes, conduzindo a aplicação correta da norma.

Destarte, a Norma Regulamentadora 35 (2023) dita que, o trabalho em altura abrange toda atividade executada acima de dois metros de altura em relação ao nível inferior, onde haja risco de queda, seja ele vertical ou inclinado. No item 35.5 da norma, há recomendações sobre a aquisição, uso e manutenção de EPIs. Os empregadores devem realizar inspeções diárias dos equipamentos antes dos turnos de trabalho. É crucial implementar sistemas de proteção contra quedas, escolhidos por profissionais qualificados em segurança do trabalho, considerando a atividade, o local e os riscos envolvidos. Exemplos incluem guarda-corpos, telas, redes e cinturões.

3.7.1. Treinamento

A NR 35 requer que apenas profissionais capacitados realizem trabalho em altura, tornando o treinamento obrigatório aos trabalhadores e às empresas que fornecem esses tipos de serviços (GOV,2020). Sob esse viés, para ser válido, o treinamento deve ter partes teóricas e práticas, além de duração mínima de 8 horas, ministrado por um profissional experiente em segurança do trabalho, tendo a reciclagem exigida a cada 2 anos. Ademais, o conteúdo inclui normas, análise de risco, medidas de prevenção, EPCs, EPIs, procedimentos de emergência e primeiros socorros. Esse treinamento pode ser realizado online, desde que atenda aos requisitos, mas a parte prática deve ser presencial.

3.7.2. Atualizações

Como as demais normas, a NR-35 deve ser atualizada a fim de seguir as conformidades exigidas e propostas pela legislação (GOV, 2020). Sendo assim, a última atualização da norma resultou em algumas mudanças significativas implementadas no texto, que correspondem a deveres listados nos tópicos abaixo:

Empregadores devem disponibilizar aos trabalhadores informações de segurança presentes em documentos como análise de risco e permissão de trabalho.

- a) Todas as documentações exigidas pela NR 35 devem ser guardadas por cinco anos, a menos que haja disposição específica em outra NR.
- b) Foi criado um novo anexo, o Anexo III, que aborda diretrizes sobre escadas.
- c) Os sistemas de proteção contra quedas (SPQ) devem atender a normas técnicas nacionais ou internacionais vigentes à época de fabricação, ou construção.
- d) Implementação de inspeções iniciais, rotineiras e periódicas nos sistemas de proteção contra quedas.
- e) Implementação de procedimentos de resposta a cenários de emergência em trabalhos em altura.
- f) Atualização do capítulo sobre capacitação, com requisitos dispostos na NR 01.
- g) Exigência do uso de talabarte integrado com o absorvedor de energia sempre que um cinturão paraquedista for utilizado.
- h) Permissão para que os pontos de fixação temporários do sistema de ancoragem possam ser selecionados por trabalhador capacitado, de acordo com procedimento elaborado por profissional habilitado.
- i) Exigência de que o planejamento das atividades em altura seja realizado por um profissional qualificado e registrado no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

3.7.3. Importância da NR-35

Concomitante às informações expostas, a aplicação dessa norma é de suma importância para as empresas, objetivando a redução dos riscos de acidentes relacionados a acidentes em altura, definindo a regulamentação adequada e medidas preventivas para a realização dessa atividade de forma segura. Além disso, ela diminui ações trabalhistas por danos morais e materiais; preserva a imagem da empresa; aumenta a produtividade e eficiência da prestação de serviços; previne multas e não

conformidades; aprimora a capacitação profissional e condições de trabalho e, por fim, facilita a criação de planos de ação para resolver irregularidades (GOV, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A segurança no trabalho com eletricidade é um tema de extrema relevância, não apenas para os profissionais diretamente envolvidos, mas também para a sociedade como um todo. Este trabalho teve como objetivo principal analisar e destacar a importância das práticas de segurança no trabalho com eletricidade, abordando desde o desenvolvimento e a implementação de equipamentos de proteção individual e coletiva até a conformidade com normas regulamentadoras rigorosas, como as NR6, NR26, NR10 e NR35.

A importância do tema é evidenciada pelos alarmantes índices de acidentes e fatalidades relacionados à eletricidade, que continuam a ser uma preocupação significativa tanto no Brasil quanto globalmente. A análise dos dados apresentados demonstra a urgência de uma maior conscientização e aderência às práticas de segurança estabelecidas. Os gráficos de acidentes evidenciam a necessidade de intervenções eficazes e contínuas para minimizar os riscos e proteger a vida dos trabalhadores.

As normas regulamentadoras desempenham um papel crucial na garantia da segurança no ambiente de trabalho. A NR10, por exemplo, estabelece requisitos e condições mínimas para garantir a segurança em instalações e serviços com eletricidade, abrangendo desde o planejamento e análise de riscos até a implementação de medidas de proteção. A NR6 e NR35 complementam essas diretrizes, focando em equipamentos de proteção individual e trabalhos em altura, respectivamente. A NR26, por sua vez, enfatiza a importância da sinalização de segurança, garantindo que os trabalhadores estejam sempre informados sobre os riscos e as medidas de proteção necessárias.

Além das medidas técnicas e regulamentares, este trabalho destacou a importância da conscientização contínua. A educação e o treinamento dos trabalhadores são fundamentais para garantir que todos compreendam os riscos

envolvidos e saibam como agir de forma segura. A disseminação do conhecimento sobre normas e práticas de segurança é essencial para criar uma cultura de segurança no trabalho, onde a proteção da vida é sempre a prioridade.

A reflexão sobre a conscientização deve ir além das exigências legais e técnicas. É necessário um compromisso ético de todos os envolvidos, desde gestores e supervisores até os próprios trabalhadores, para promover um ambiente de trabalho seguro e saudável. A responsabilidade pela segurança no trabalho é coletiva e contínua, exigindo vigilância constante e adaptação às novas tecnologias e práticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACOPEL, **Acidentes com curto-circuito tem aumentado**, disponível em: <<https://abracopel.org/blog/abracopel-alerta/noticias-de-curto-circuito-tem-aumentado>>. Acesso: nov. 2023

AIELLO. **“Tudo Sobre Ventilação Industrial: tipos, funcionamento e exemplos”**. Disponível em: <Tudo sobre ventilação industrial: tipos, funcionamento e exemplos (tecnolatina.com.br)>. Acesso: maio. 2024.

BARBOSA, Lázaro Henrique Soares. **ENGENHARIA ELÉTRICA E SEGURANÇA DO TRABALHO: O USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL–EPI**. COGNITIONIS Scientific Journal, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2021

BELINE, L, E, **Choque elétrico: causas, consequências, e seus efeitos para o corpo humano**, disponível em: <http://anais.unespar.edu.br/xii_eepa/data/uploads/artigos/8-engenharia-do-trabalho/8-08.pdf>. Acesso: out. 2023.

BENTO, Hebert. **“Normas Regulamentadoras Atualizadas 2024”**. Disponível em: <<https://blog.escoladaprevencao.com/normas-regulamentadoras-atualizadas/>>. Acesso: maio. 2024.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual. Portaria MTP n.º 4219, de 20 de dezembro de 2022.** Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Portaria MTP n.º 915, de 30 de julho de 2019.** Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Portaria MTP n.º 4219, de 20 de dezembro de 2022.** Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 26 - Sinalização de Segurança. Portaria MTP n.º 2770, de 05 de setembro de 2022.** Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 – Trabalho em Altura. Portaria MTE n.º 3903, de 28 de dezembro de 2023.** Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego.

CAMPOS, G. **"Curto-circuito"; Brasil Escola.** Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/curtocircuito.htm>>. Acesso: nov. 2023

CARDOSO, Rafaela. **“Calçado para eletricista e a norma ABNT NBR 16603:2027”** Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/cal%C3%A7ado-para-eletricista-e-norma-abnt-nbr-166032017-rafaela-cardoso>>. Acesso: maio. 2024.

CLINIMED, **Tudo sobre segurança em eletricidade: riscos e prevenção**, disponível em: <https://clinimedjoinville.com.br/tudo-sobre-seguranca-em-eletricidade-riscos-e-prevencao/> Acesso: set. 2023.

COELHO, Leonardo Gomes Martins et al. **Efeitos cognitivos do teste de esforço progressivo em eletricitistas com equipamentos de proteção individual**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 43, p. e14, 2018.

COSTA, Antônio Aparecido Messias da et al. **Exaustão e climatização na oficina solda da ETEC**. 2023.

COSTA, Rafaella Fonseca da. **Medidas para elaboração de plano de emergência contra incêndio para pessoas com deficiência**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CUNHA, João Gilberto. **Norma Regulamentadora N o 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade Comentada**. ABNT, São José dos Campos, 2010.

DIMENSÃO INCÊNDIO. **“Afinal, quais tipos de alarme de incêndio existem?”**. Disponível: <Afinal, quais tipos de alarme de incêndio existem? | (dimensaoincendio.com.br)>. Acesso: maio. 2024.

DRUMOND. **“Guarda Corpo Conforme NR12: Como Instalar de Forma Segura”**. Disponível em: <Guarda corpo conforme NR12: como instalar de forma segura (adequada.eng.br)>. Acesso: maio. 2024.

FILARDI, Fernando. **Os primeiros resultados do novo modelo de regulação do setor elétrico: a experiência da Light Serviços de Eletricidade SA**. Revista de Administração Pública, v. 34, n. 2, 2000.

GONÇALVES. **“Extintor de Incêndio”**. Disponível em: <Extintor de Incêndio: Saiba tudo sobre este Equipamento - Teros (terosincendio.com.br)>. Acesso: maio. 2024.

GONÇALVES, Marconi Freitas Barroso Ribeiro et al. **Estudo da Norma Regulamentadora Nº 10 e adequação da empresa Acumuladores Moura SA.** 2013.

INPE, **O que são descargas atmosféricas**, disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/rindat/menu/desc.atm>>. Acesso: out. 2023.

KABALLAH. **“Uniforme Linha Anti chama FR NR10”**. Disponível em: <<https://kaballahuniformes.com.br/uniformes-anti-chama-fr-nr10/>>. Acesso: maio. 2024.

MARIANO, J, **Eletricidade**, disponível em: <http://www.aemontemor.pt/2020files/W-alunos-fisica/eletricidade.pdf> Acesso: set. 2023.

MATOS, A, C, **História da eletricidade**, disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/historia-da-eletricidade> Acesso: set. 2023.

MELO, Pâmella Raphaella. **"Choque elétrico"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/choques-eletricos.htm>. Acesso: abril. 2024.

NUNES, Eduardo de Godoi Saldanha. **Prevenção contra choque elétrico em edificações prediais do Distrito Federal: estudo exploratório das Normas NR 10, NBR 5410 e NBR 5419.** 2016.

ORION. **“Luvas para eletricista – modelo e como escolher”**. Disponível em: <<https://orionsa.com.br/luvas-para-eletricista-modelos-e-como-escolher>>. Acesso: maio. 2024.

PARENTE FILHO, Jean Carlos Torres. **Estudo de caso: inspeção e adequação das instalações elétricas e procedimentos de trabalho na Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral.** 2018.

PASCOAL. “**NR10 Norma Atualizada 2024**”. Disponível em: <<https://engehall.com.br/nr-10/#:~:text=A%20NR10%20%C3%A9%20a%20norma,riscos%20no%20ambiente%20de%20trabalho>>. Acesso: maio. 2024.

PASCOAL. “**O que é Desenergização**”. Disponível em: <<https://www.cursonr10.com/o-que-e-desenergizacao/>>. Acesso: maio. 2024.

POTTO, Cleverson Paulo Barrena; RODOLPHO, Daniela. **PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA UTILIZADO NA MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL: bloqueio de energias perigosas (LOTO)**. Revista Interface Tecnológica, v. 18, n. 1, p. 580-592, 2021.

PRATA, Alessandra Rodrigues. **Impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano. 2005**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PRODUTTIVO. “**O que é NR 35: Exigências e como se adequar a Norma**”. Disponível em: <<https://www.produttivo.com.br/blog/nr-35/#o-que-nr-35>>. Acesso: maio de 2024.

REGULAMENTADORAS, **Normas. Segurança e medicina do trabalho**. Editora ATLAS, 76ª Edição, 1989.

RIO-TECH, **Os riscos de um arco elétrico e como evitar que ele aconteça**, disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/os-riscos-de-um-arco-el%C3%A9trico-e-como-evitar-que-ele-aconte%C3%A7a#:~:text=Os%20arcos%20el%C3%A9tricos%20podem%20ocorrer,no%20manuseio%20de%20equipamentos%20energizados>. Acesso: nov. 2023.

SCOPINHO, Rosemeire Aparecida. **Privatização, reestruturação e mudanças nas condições de trabalho: o caso do setor de energia elétrica**. Cadernos de Psicologia Social do Trabalho, v. 5, p. 19-36, 2002.

SINAIT. **“Normas Regulamentadoras de SST”**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/ctasp/apresentacoes-em-eventos/SINAIT.pdf>>. Acesso: abril. 2024.

TDGI. **“Quais São os Equipamentos de Proteção individual para eletricitistas”**. Disponível em: <<https://tdgibrasil.com/quais-sao-os-equipamentos-de-protecao-individual-para-eletricista/>>. Acesso: maio. 2024.

TEODORO. **“O que é EPC? Conheça Os Equipamentos de Proteção Coletiva”**. Disponível em: <<https://onsafety.com.br/o-que-e-epc/>>. Acesso: maio. 2024.

UFRRJ, **Riscos dos choques elétricos**, disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/eletric.htm>>. Acesso: set. 2023.

UNESPAR, 2018. **“Choque Elétrico: causas, consequências, e seus efeitos para o corpo humano”**. Disponível em: <http://anais.unespar.edu.br/xii_eepa/data/uploads/artigos/8-engenharia-do-trabalho/8-08.pdf>. Acesso: abril. 2024.

WERNER, Valmir et al. **Equipamentos de proteção individual (EPI) para trabalhadores no meio rural. Oliveira, RJ Agricultura em foco: tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais**. Guarujá: Editora Científica Digital, p. 182-192, 2020.

ZAVOROCHUKA, Victor Jose. **Gestão em segurança no trabalho**. Revista ESPACIOS| Vol. 36 (Nº 04) Ano 2015, 2015.