

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RISCOS E PROTOCOLOS DE PROTEÇÃO CONTRA ARCOS ELÉTRICOS NO AMBIENTE DE TRABALHO

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF RISKS AND PROTECTION PROTOCOLS AGAINST ELECTRICAL ARC IN THE WORKPLACE

NIKOLAS EKAVE DE BRITTO^{1*}, IVAN ROSSATO CHRUN²

1. Acadêmico do curso de pós-graduação do curso de Especialização em Segurança do Trabalho da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional; 2. Professor Mestre da Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional. Graduado em Engenharia Elétrica, e Mestrado em Controle e Automação Industrial.

* Ruela Pioneiro Romano Pulzatto, 26, Parque Residencial Quebec, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87035-510. nikekave12@hotmail.com

Recebido em 27/02/2025. Aceito para publicação em 31/03/2025

RESUMO

A segurança no trabalho é essencial para proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais. No contexto das atividades elétricas, os arcos elétricos representam riscos graves, como queimaduras, lesões auditivas, danos oculares e explosões. Este estudo exploratório aborda os riscos associados aos arcos elétricos e os protocolos de proteção necessários no ambiente de trabalho. A pesquisa se fundamenta em Normas Regulamentadoras, artigos acadêmicos e legislação pertinente, com foco em medidas preventivas, como o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e procedimentos rigorosos de bloqueio e etiquetagem de energia. A metodologia adotada envolveu uma análise bibliográfica detalhada sobre as melhores práticas de segurança e a capacitação contínua dos trabalhadores. A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e a criação das Normas Regulamentadoras (NRs), em especial a NR-10, foram marcos importantes na segurança do trabalho, estabelecendo diretrizes específicas para a proteção contra os riscos elétricos. A pesquisa destaca a importância da conscientização, treinamento e aplicação rigorosa dessas normas. Embora avanços tenham sido alcançados, a efetiva implementação dos protocolos de segurança ainda é um desafio. A conscientização contínua e a aplicação rigorosa das medidas preventivas são essenciais para garantir ambientes de trabalho seguros.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes no trabalho, arcos elétricos, equipamento de proteção, norma regulamentadora nº 10, segurança do trabalho.

ABSTRACT

Workplace safety is essential to protect workers' health and physical integrity, preventing accidents and occupational diseases. In the context of electrical activities, electrical arcs pose significant risks, such as burns, hearing loss, eye damage, and explosions. This exploratory study addresses the risks associated with electrical arcs and the necessary protection protocols in the workplace. The research is based on Regulatory Standards, academic articles, and relevant legislation, focusing on preventive measures such as the proper use of Personal Protective Equipment (PPE) and strict energy

lockout and labeling procedures. The methodology involved a detailed bibliographic analysis of best safety practices and ongoing worker training. The consolidation of Labor Laws (CLT) and the creation of Regulatory Standards (NRs), especially NR-10, were significant milestones in workplace safety, establishing specific guidelines for protection against electrical risks. The research highlights the importance of awareness, training, and the rigorous application of these standards. Although progress has been made, the effective implementation of safety protocols remains a challenge. Continuous awareness and the strict enforcement of preventive measures are essential to ensuring safe working environments.

KEYWORDS: Workplace accidents, arc flash, personal protective equipment, regulatory standard no. 10, occupational safety.

1. INTRODUÇÃO

A segurança é um assunto que se mostra cada vez mais importante no meio trabalhista, especialmente após dos dados alarmantes registrados no Brasil em 2022, onde foram contabilizados 612,9 mil acidentes, dos quais 2.518 resultaram na morte dos trabalhadores. Tais números não apenas refletem uma realidade preocupante, mas também indicam um aumento em comparação aos anos anteriores. No período de 2012 a 2022, o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho reportou a ocorrência de mais de 6,7 milhões de acidentes, onde 25.492 foram fatais, o que equivale a uma morte a cada 3 horas, 47 minutos e 3 segundos. Estima-se que os gastos do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) relacionados a acidentes de trabalho superaram os 136 bilhões de reais durante o período avaliado. Esses dados evidenciam a urgência da implementação de medidas eficazes de prevenção e promoção da segurança no ambiente de trabalho, visando não apenas a proteção dos trabalhadores, mas também a redução dos custos sociais e econômicos associados aos acidentes laborais¹.

Diante do preocupante cenário de acidentes laborais, torna-se essencial o investimento em medidas de prevenção, sustentadas pelas Normas

Regulamentadoras (NR), estabelecidas pela Portaria Mtb nº 3.214. Essas normas visam garantir a segurança e a qualidade no ambiente de trabalho, promovendo direitos e deveres que ajudam a evitar acidentes e doenças ocupacionais. Entre essas normas, destaca-se a NR-10, que estabelece requisitos e condições mínimas para a segurança dos trabalhadores que lidam com eletricidade. A aplicação dessa norma tem promovido melhorias significativas nas condições de trabalho no setor elétrico, reforçando a importância de seu conhecimento e implementação².

A segurança no ambiente de trabalho é uma preocupação central em todos os setores, especialmente nas atividades que envolvem eletricidade, onde os riscos podem ser graves e até fatais. Entre os perigos mais iminentes, destaca-se a ocorrência de arcos elétricos, que podem gerar consequências catastróficas caso não sejam adotadas medidas adequadas de prevenção e proteção. Os arcos elétricos são descargas de alta energia que ocorrem quando há um caminho não intencional de corrente elétrica de baixa impedância entre condutores ou entre um condutor e a terra. Eles podem surgir em diversas situações, como durante a manutenção, falhas em equipamentos elétricos ou contato acidental com condutores energizados, apresentando riscos que incluem queimaduras graves, explosões e danos a equipamentos³.

Diante desses riscos, é imperativo implementar protocolos de segurança robustos para minimizar a ocorrência de arcos elétricos e mitigar seus efeitos adversos. Isso envolve a adoção de procedimentos de trabalho seguros, utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, como vestimentas retardantes de chamas e capacetes de proteção, além de Equipamentos de Proteção Coletiva, como barreiras de contenção e sistemas de supressão de arco elétrico⁴.

A NR-10 não apenas visa proteger os trabalhadores, mas também resguardar os empregadores contra prejuízos significativos, como interdições e custos médicos decorrentes de acidentes. Assim, a promoção de uma cultura de segurança no trabalho é uma responsabilidade compartilhada entre empregadores, trabalhadores e reguladores, sendo essencial que todos os envolvidos estejam comprometidos em criar um ambiente seguro e livre de acidentes⁵.

A presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise abrangente dos riscos inerentes aos arcos elétricos, abordando suas origens, consequências e as práticas preventivas indispensáveis para a mitigação de acidentes em ambientes laborais. O fenômeno do arco elétrico ocorre quando uma corrente elétrica atravessa um espaço entre dois condutores, formando uma descarga perigosa que pode atingir temperaturas superiores a 20.000 °C. Tal fenômeno representa uma ameaça considerável, sendo capaz de provocar queimaduras de segundo e terceiro grau, lesões auditivas e oculares, além do risco de eletrocussão. Para além dos prejuízos à integridade física dos trabalhadores, o arco elétrico também constitui um

perigo significativo para a infraestrutura das instalações, podendo danificar equipamentos e, em casos extremos, gerar explosões em ambientes com substâncias inflamáveis. Assim, o estudo aprofundado desses riscos e a implementação de práticas de prevenção tornam-se fundamentais para assegurar a segurança dos colaboradores e a preservação dos ativos da empresa⁶. Este trabalho, portanto, explora detalhadamente os fatores que contribuem para a formação de arcos elétricos, os potenciais impactos para a saúde ocupacional e as principais ações preventivas recomendadas, com destaque para o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e para a adoção de medidas de segurança específicas para ambientes com risco de descargas elétricas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa apresenta um enfoque exploratório dedicado à análise dos arcos elétricos. Sua fundamentação baseia-se em Normas Regulamentadoras, artigos acadêmicos, na Constituição Brasileira, além de obras que abordam a segurança e a saúde no trabalho. O texto enfatiza a importância da implementação de medidas de proteção e oferece orientações sobre o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no contexto da prevenção dos riscos associados a arcos elétricos.

Segurança do trabalho

A segurança do trabalho, como campo fundamental na promoção da saúde ocupacional, encontra uma de suas fontes mais antigas e inspiradoras na obra *De Morbis Artificum Diatriba*, de Bernardino Ramazzini, reconhecido como o precursor da Medicina do Trabalho. Publicada no século XVII, essa obra inovadora destacou os impactos das condições laborais na saúde dos trabalhadores da época, identificando diversas doenças ocupacionais e lançando as bases para a compreensão moderna dos riscos associados ao trabalho⁷. A conexão entre o trabalho pioneiro de Ramazzini e a legislação contemporânea brasileira, em especial o artigo 19 da Lei 8.213/91, evidencia a relevância duradoura de suas ideias na promoção da saúde e segurança no ambiente laboral. Essa legislação define o acidente de trabalho como qualquer evento que cause lesão corporal ou incapacidade funcional temporária, podendo resultar em consequências permanentes ou, em casos extremos, fatais⁸.

Em virtude das expressivas perdas econômicas e humanas decorrentes de acidentes e doenças ocupacionais, a relevância da segurança no trabalho torna-se cada vez mais evidente. Pesquisas apontam que, anualmente, cerca de 4% do PIB global é comprometido por esses incidentes, o que, no contexto brasileiro, corresponde a aproximadamente R\$ 400 bilhões, com base nos dados de 2022. Essa preocupação é reforçada pelas informações do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, uma iniciativa conjunta do Ministério Público do Trabalho e da Organização Internacional do Trabalho, que indicam que, em 2022,

acidentes relacionados à operação de máquinas e equipamentos representaram 15% do total de ocorrências, sendo os principais responsáveis pelos acidentes fatais no ambiente laboral¹.

Diante desse cenário, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) ressalta a importância de instaurar uma cultura nacional de segurança e saúde no trabalho, onde o direito a um ambiente laboral seguro e saudável seja priorizado em todas as esferas da sociedade. Para efetivar um ambiente de trabalho seguro, é imprescindível a colaboração ativa entre governos, empregadores e trabalhadores. A prevenção se configura como o princípio basilar dessa cultura. Portanto, é essencial promover a conscientização, o conhecimento e a compreensão dos riscos e perigos associados ao trabalho, bem como das estratégias de proteção disponíveis⁹.

A conscientização pública acerca dos efeitos prejudiciais da exploração econômica e social durante a Primeira Revolução Industrial resultou no surgimento das primeiras normas trabalhistas. Nesse contexto, tornou-se evidente que as condições de trabalho precárias provocavam doenças, fatalidades e danos à saúde, levando os estados a intervir, inicialmente na Grã-Bretanha. A imposição de regulamentações nas relações entre empregadores e empregados tinha como objetivo primordial a mitigação dos riscos laborais¹⁰.

Promover a segurança do trabalho é vantajoso para ambas as partes envolvidas, uma vez que a implementação de medidas de segurança não apenas eleva a produtividade ao minimizar a insatisfação dos trabalhadores frente a condições de risco desnecessárias, mas também previne perdas relacionadas à produção e ao pagamento de indenizações¹¹. Além disso, investir na saúde física e mental dos colaboradores e garantir um ambiente de trabalho seguro não apenas fortalece a estrutura organizacional, mas também contribui para um clima organizacional positivo, assegurando o bem-estar de todos os envolvidos¹².

Assim sendo, é crucial abordar a segurança no trabalho como um investimento estratégico, considerando que os custos resultantes de acidentes têm um impacto significativo nas despesas operacionais de qualquer atividade produtiva¹³.

Ao realizar uma análise minuciosa desses custos, a gestão empresarial pode constatar que um programa de segurança eficaz não se configura apenas como uma despesa, mas como um investimento que repercute positivamente na produtividade. Em comparação aos custos associados aos acidentes, os investimentos em medidas de prevenção geralmente apresentam um custo inferior e favorecem uma imagem positiva da empresa perante a sociedade¹⁴.

Acidentes em ambiente de trabalho

A recorrência de acidentes de trabalho é decorrente de uma combinação de fatores complexos. Um dos mais destacados é a insuficiente conscientização acerca dos riscos inerentes ao ambiente laboral¹⁵. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT),

além da falta de conhecimento, fatores pessoais como a inexperiência, a fadiga e até o consumo de álcool também contribuem significativamente para a ocorrência de incidentes. Nesse contexto, é importante considerar que, frequentemente, a negligência dos próprios trabalhadores, que ignoram ou desrespeitam as normas de segurança, gera falhas humanas, como o uso inadequado de equipamentos de proteção individual. Além disso, o estado do ambiente de trabalho exerce uma influência determinante na segurança, especialmente quando as medidas de proteção coletiva são insuficientes ou inexistentes. A ausência de proteções adequadas no local de trabalho eleva consideravelmente o risco de acidentes, destacando a necessidade de uma abordagem mais rigorosa para garantir a integridade física dos trabalhadores¹⁶.

De acordo com os dados divulgados pelo Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, verifica-se que, em 2022, cerca de 612,9 mil acidentes de trabalho foram registrados e liquidados pelo INSS, o que representa um crescimento de 7% em relação ao ano anterior. Esse aumento reflete uma preocupação crescente com a segurança ocupacional ao longo dos anos. Contudo, é relevante apontar que esses números se referem apenas aos trabalhadores vinculados à Previdência Social, excluindo aqueles fora do regime celetista. Assim, a abrangência desses dados não se estende a toda a força de trabalho do país, o que limita a generalização dos resultados para a realidade brasileira¹. Ao refletir sobre o panorama dos acidentes de trabalho no Brasil, percebe-se que o uso do poder coercitivo e punitivo do Estado, por meio de ações indenizatórias de caráter educativo, pode ser uma ferramenta eficiente para sensibilizar os empregadores quanto às suas responsabilidades em relação aos riscos laborais. Tais medidas são fundamentais para assegurar a dignidade dos trabalhadores e fomentar a segurança e a capacitação no ambiente laboral. Dessa forma, reforça-se a necessidade de os empregadores garantirem condições de trabalho adequadas, contribuindo para a prevenção de acidentes e para a melhoria das práticas de segurança ocupacional¹⁷.

Partindo dessa visão, destaca-se que a responsabilidade nas atividades laborais, abordada em múltiplos ramos do direito, é crucial para o desenvolvimento contínuo da legislação brasileira. Tal responsabilidade está profundamente associada à salvaguarda dos princípios constitucionais basilares da República Federativa do Brasil, notadamente os dispostos nos artigos 1º e 5º, que asseguram a todos os cidadãos o direito à vida digna, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, sem qualquer forma de discriminação. Ao examinar esses temas, torna-se evidente o compromisso constitucional em promover a saúde e a segurança de todos os cidadãos, mediante a formulação de políticas sociais e econômicas voltadas à redução dos riscos à saúde. O artigo 196 da Constituição Federal sublinha o dever do Estado em garantir tais direitos, enquanto o artigo 114 atribui à Justiça do Trabalho a competência para dirimir conflitos entre

empregadores e empregados, abrangendo também disputas referentes a acidentes de trabalho. Assim, a legislação brasileira reafirma sua função de proteção e promoção da integridade física e moral dos trabalhadores no ambiente laboral¹⁸.

Em consonância com esses princípios, a Convenção nº 155 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) defende a criação e a implementação de políticas nacionais integradas voltadas para a segurança e saúde no trabalho, visando a prevenção de acidentes e a proteção da saúde dos trabalhadores, levando em consideração as condições e práticas específicas de cada país. De maneira geral, tanto a legislação nacional quanto os tratados internacionais ressaltam a importância de políticas eficazes de segurança e saúde ocupacional para reduzir riscos e proteger os trabalhadores, sublinhando a necessidade de promover ambientes de trabalho seguros e saudáveis. Reconhecendo as consequências adversas decorrentes de acidentes laborais, o uso de equipamentos de proteção é projetado para evitar qualquer eventualidade, mitigando, dessa forma, os riscos potenciais. Esses dispositivos são fundamentais para garantir a integridade física dos trabalhadores e assegurar que as condições laborais atendam aos padrões de segurança estabelecidos. Assim, a combinação de políticas adequadas e do uso de equipamentos de proteção efetivos constitui um alicerce essencial para a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável¹⁹.

Avaliação de acidentes Inoportunos

Para assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores, é fundamental a implementação de medidas preventivas que visem identificar e mitigar os riscos presentes no ambiente laboral. Em conformidade com as Normas Regulamentadoras (NRs), as empresas têm a obrigação de capacitar seus colaboradores a reconhecer os perigos existentes e a monitorar as condições de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), além de fornecer informações abrangentes sobre os riscos envolvidos. Um entendimento aprofundado dos fatores imprevistos em processos industriais é vital para aprimorar as práticas de fiscalização e cuidado, resultando na diminuição de erros previsíveis e em uma maior eficácia nas ações preventivas¹⁹.

Seguindo as NRs, as empresas devem capacitar os colaboradores para reconhecerem os perigos existentes e monitorar as condições de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), além de fornecer informações sobre os riscos envolvidos. Um melhor entendimento dos fatores imprevistos em processos industriais é essencial para aprimorar as práticas de fiscalização e cuidados, resultando em uma redução de erros previsíveis e maior eficácia preventiva²⁰.

O Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) ressaltam a relevância de uma equipe multidisciplinar que opere em diferentes níveis hierárquicos durante investigações no setor. Essa abordagem permite que a

equipe utilize sua experiência tanto gerencial quanto prática para assegurar que as medidas preventivas sejam apropriadas para todos os colaboradores do departamento. Além disso, é evidente que a capacitação contínua da equipe é crucial para a condução desse processo, garantindo um elevado nível de excelência na coleta de informações e na formulação de controles baseados nos riscos identificados¹⁹.

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio de seus auditores fiscais, está conduzindo um estudo destinado a aprimorar a prevenção de acidentes laborais. As fiscalizações realizadas visam múltiplos objetivos, incluindo a necessidade de que as empresas implementem políticas de prevenção efetivas, fornecer subsídios para a revisão das Normas Regulamentadoras, estabelecer um banco de dados de ocorrências que possibilite a sugestão de medidas corretivas mais eficazes e auxiliar outras instituições na realização de investigações sobre acidentes. Essas iniciativas são fundamentais para garantir que os indivíduos adotem as providências necessárias para criar um ambiente de trabalho seguro e saudável²⁰.

Equipamentos e aplicação

A Norma Regulamentadora 10 (NR 10) estabelece diretrizes para a prevenção de acidentes, com o objetivo de criar um ambiente seguro para a execução de atividades profissionais, além de garantir a segurança de usuários, animais e instalações adjacentes. Essa norma busca implantar um conjunto eficaz de procedimentos e dispositivos que são obrigatórios em qualquer intervenção em instalações elétricas. No âmbito das medidas preventivas contra acidentes de trabalho, é crucial destacar que todos os colaboradores devem estar clinicamente habilitados para realizar atividades que envolvam eletricidade e os riscos associados. Conforme estipulado no item 10.8.7 da NR 10, a norma estabelece que, para reduzir as probabilidades de ocorrência de acidentes laborais, além de mitigar os impactos de eventuais incidentes envolvendo eletricidade, é necessário cumprir algumas obrigações relativas ao uso e fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e à adoção de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs). Essas diretrizes visam garantir a segurança dos profissionais envolvidos e a integridade das operações realizadas²¹.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) consistem em dispositivos ou vestimentas projetados para proteger a integridade física e a saúde dos trabalhadores durante a realização de atividades que apresentam riscos variados. No que se refere à proteção contra arcos elétricos, a utilização de EPIs é fundamental para reduzir os danos potenciais resultantes de incidentes elétricos²². Na Figura 1 é possível observar os EPIs mais utilizados em trabalhos com energia elétrica, sendo eles, luvas isolantes que são essenciais para proteger as mãos contra choques elétricos e queimaduras, óculos de proteção, que desempenham um papel crucial ao resguardar os olhos de faíscas e radiações nocivas, macacão confeccionado com

materiais resistentes ao fogo que oferecem uma barreira eficaz contra queimaduras e chamas, capacete de segurança equipados com viseiras, que são indicados para proteger a cabeça e o rosto de impactos e radiações.



Figura 1. EPIs utilizados em trabalhos com energia elétrica. **Fonte:** Super EPI (2024)²³

A correta utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI.s) é vital para assegurar a segurança e a integridade dos trabalhadores expostos a riscos elétricos. Além disso, os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) desempenham um papel crucial na mitigação dos riscos associados a arcos elétricos. Tais dispositivos são projetados para criar um ambiente de trabalho mais seguro para todos os colaboradores. Entre os principais EPCs utilizados, destacam-se barreiras de segurança e isoladores, que impedem o acesso a áreas de risco, protegendo pessoas não autorizadas. Sistemas de ventilação adequados também são essenciais, pois ajudam a dissipar gases e vapores gerados durante a operação de equipamentos elétricos, reduzindo potenciais riscos à saúde. Dispositivos de proteção, como disjuntores e fusíveis, são igualmente importantes, pois interrompem o fluxo elétrico em caso de falhas, minimizando a probabilidade de ocorrência de arcos elétricos²². Além da adoção desses dispositivos, o mapa de risco é uma ferramenta fundamental na identificação e análise das áreas de perigo, conforme exposto no Figura 2²⁴.

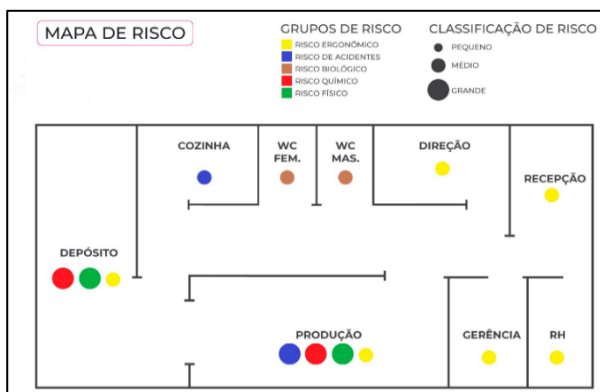


Figura 2. Mapa de Risco. **Fonte:** Semprebon (2014)²⁵

Ao realizar o mapeamento dos riscos presentes no ambiente de trabalho, torna-se viável a priorização de ações corretivas e preventivas, com o objetivo de assegurar a integridade e a segurança de todos os envolvidos. Dessa forma, a implementação eficaz tanto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) quanto dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), em conjunto com a elaboração de um mapa de riscos minuciosamente estruturado, revela-se fundamental

para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e protegido. Tais medidas, quando adotadas de maneira integrada, contribuem significativamente para a minimização dos perigos associados à eletricidade, promovendo uma cultura de segurança e prevenindo acidentes e lesões no contexto laboral²⁴.

Métodos de avaliação de riscos:

As ferramentas de avaliação de riscos são instrumentos cruciais para identificar, analisar e mitigar potenciais perigos no ambiente de trabalho, especialmente em atividades relacionadas à eletricidade e à prevenção de arcos elétricos. Entre essas ferramentas, destaca-se a Análise Preliminar de Risco (APR), que permite uma avaliação sistemática dos riscos associados a determinadas tarefas, proporcionando uma visão abrangente das condições que podem levar a acidentes. Outra ferramenta significativa é a Matriz de Risco, que classifica os riscos com base em sua probabilidade de ocorrência e na gravidade das consequências, facilitando a priorização das ações corretivas necessárias. Além disso, a realização de Inspeções de Segurança regulares é essencial para monitorar o ambiente de trabalho, garantindo que as medidas de proteção estejam em conformidade com as normas de segurança estabelecidas⁴.

Além dessas, outras ferramentas de avaliação de riscos incluem a Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE), que examina os modos de falha potenciais de um processo e seus efeitos, ajudando a antecipar falhas críticas e suas consequências. A Avaliação Quantitativa de Risco (AQR) fornece uma análise numérica dos riscos, permitindo que as empresas quantifiquem a probabilidade de ocorrência e o impacto dos riscos, auxiliando na tomada de decisões informadas. Outro exemplo importante é o Fluxograma de Processo, que mapeia as etapas de um processo de trabalho, facilitando a identificação de pontos críticos onde podem ocorrer falhas ou acidentes. Além disso, as Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) são essenciais para informar sobre os riscos associados a substâncias químicas utilizadas no ambiente de trabalho. A implementação dessas ferramentas de avaliação de riscos não apenas contribui para a criação de um ambiente laboral mais seguro, mas também promove uma cultura de prevenção, capacitando os colaboradores a reconhecer e agir frente a situações de risco antes que se tornem acidentes⁴.

3. DESENVOLVIMENTO

A promulgação da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) em 1943 representou um marco significativo ao reunir diversas normativas referentes aos direitos trabalhistas, bem como à segurança e saúde no trabalho. Embora inicialmente com um enfoque mais voltado para medidas corretivas, a CLT revelou a necessidade de uma abordagem preventiva, o que levou à criação das Normas Regulamentadoras (NRs) pelo Ministério do Trabalho. Estas foram instituídas com

base no artigo 200 da Lei Nº 6.514/1977 e formalizadas pela Portaria Nº 3.214/1978, com o objetivo de assegurar ambientes laborais seguros e saudáveis, estabelecendo diretrizes preventivas para a redução de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Essas normas têm como principal finalidade a promoção da integridade física e mental dos trabalhadores, por meio de ações preventivas. O Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTEPS), em seu portal oficial, destaca que as NRs são desenvolvidas e revisadas dentro de um modelo tripartite paritário, conforme os princípios da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Esse processo envolve a participação ativa de representantes do governo, empregadores e trabalhadores, garantindo que as normativas reflitam as necessidades e especificidades de todos os setores envolvidos, buscando sempre a melhoria contínua das condições de trabalho e o fortalecimento da segurança ocupacional²⁶.

Os auditores fiscais do trabalho, vinculados ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), utilizam as Normas Regulamentadoras (NRs) como base para conduzir inspeções nos locais de trabalho, dispondo de autoridade legal para impor sanções administrativas, quando necessário. Essas normas, além de servirem como orientações para a fiscalização, cumprem um papel essencial na redução dos riscos ocupacionais, conforme previsto no artigo 7º, inciso XXII, da Constituição Federal, que assegura aos trabalhadores o direito à redução dos riscos por meio de normas de saúde, higiene e segurança²⁷.

Atualmente, existem 37 NRs que abrangem uma vasta gama de questões relacionadas à saúde, higiene e segurança no ambiente de trabalho. Essas normas oferecem uma estrutura detalhada para a fiscalização, permitindo que os auditores examinem as condições laborais em consonância com os perigos identificados em cada setor. As NRs são revisadas periodicamente para garantir que estejam atualizadas e em sintonia com as novas demandas do mercado de trabalho e os avanços tecnológicos, promovendo, assim, uma constante melhoria nas condições de segurança e saúde ocupacional¹⁵.

Outro ponto crucial é que o processo de criação e revisão das NRs é realizado por meio de um comitê tripartite, composto por representantes do governo, dos empregadores e dos trabalhadores. Esse modelo colaborativo permite uma visão mais holística e abrangente das questões de saúde e segurança no trabalho, assegurando que os interesses e as necessidades de todas as partes envolvidas sejam considerados, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e equilibrado²⁸.

A aplicação das NRs é obrigatória para todas as empresas que possuem trabalhadores sob o regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), abrangendo tanto o setor privado quanto o público. Dessa forma, as normas não se limitam apenas às empresas privadas, mas também se estendem a todos os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, garantindo a

proteção integral da saúde e segurança de todos os trabalhadores, independentemente do ambiente em que atuam²⁹.

Norma regulamentadora nº 10

No cenário brasileiro, a segurança no trabalho envolvendo arcos elétricos é disciplinada pela Norma Regulamentadora 10 (NR-10), emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A NR-10 define as diretrizes e requisitos mínimos necessários para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores que atuam em atividades com instalações e serviços ligados à eletricidade. Essa norma foi concebida para criar um ambiente laboral mais seguro, minimizando os riscos inerentes às operações com energia elétrica⁵.

A NR-10 trata de forma direta dos perigos associados aos arcos elétricos, reconhecendo seu alto potencial de causar acidentes fatais e estabelecendo uma série de medidas preventivas, bem como procedimentos específicos para mitigar tais riscos. A norma detalha, por exemplo, o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como vestimentas com propriedades antichamas, luvas isolantes e capacetes com viseiras apropriadas para proteção contra os efeitos dos arcos elétricos. Essas disposições visam garantir que os trabalhadores estejam adequadamente protegidos durante a execução de suas tarefas³⁰.

Além disso, a NR-10 inclui orientações sobre práticas seguras no trabalho com eletricidade, abrangendo desde a adoção de procedimentos de bloqueio e etiquetagem de fontes de energia até a necessidade de capacitação específica e contínua dos trabalhadores, bem como a realização de avaliações de risco rigorosas antes do início de qualquer intervenção nas instalações elétricas⁵.

A observância estrita às exigências da NR-10 é essencial para proporcionar um ambiente de trabalho protegido contra os perigos de arcos elétricos. Os empregadores possuem a responsabilidade legal de garantir o cumprimento integral dessa norma em seus locais de trabalho, assegurando que todas as condições de segurança sejam atendidas. Da mesma forma, os trabalhadores têm o direito de exigir que essas normas sejam aplicadas e de receber treinamentos adequados, para que possam desempenhar suas funções com a máxima segurança³¹.

O não cumprimento das disposições da NR-10 pode resultar em sérias consequências, incluindo acidentes graves, danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores, além de possíveis sanções legais para as empresas. Portanto, é vital que tanto os empregadores quanto os profissionais que atuam no setor elétrico se mantenham constantemente atualizados e em conformidade plena com as recomendações e obrigações estabelecidas pela norma, assegurando a prevenção eficaz contra os riscos associados aos arcos elétricos³¹.

Riscos associados aos arcos elétricos

Os arcos elétricos representam um dos mais severos riscos em ambientes de trabalho envolvendo

eletricidade, sendo responsáveis por incidentes com potencial devastador tanto para a saúde dos trabalhadores quanto para as instalações. Esses fenômenos ocorrem quando há uma descarga elétrica repentina e intensa entre condutores ou entre um condutor e a terra, desencadeando uma série de reações perigosas. O arco elétrico é capaz de gerar calor extremo, uma luz ofuscante, uma onda sonora de alta pressão e uma explosão de plasma ionizado. Esses efeitos, em conjunto, colocam em risco a integridade física dos trabalhadores que se encontram nas proximidades e podem resultar em danos materiais expressivos às instalações elétricas⁵.

Entre os diversos perigos associados a esses eventos, as queimaduras térmicas figuram como uma das ameaças mais graves. O calor extremo produzido por um arco elétrico é capaz de causar queimaduras profundas e severas na pele dos trabalhadores, demandando intervenções médicas urgentes e possivelmente resultando em cicatrizes permanentes. Além disso, a explosão sonora que acompanha o arco elétrico pode provocar lesões auditivas irreversíveis, uma vez que a intensidade da onda de choque pode danificar permanentemente o sistema auditivo, causando perda total ou parcial da audição²⁹.

Outro risco crítico envolve a visão dos trabalhadores. A luz intensa gerada pelos arcos elétricos pode causar lesões oculares severas, como queimaduras na retina ou danos à córnea, principalmente se o profissional estiver sem a devida proteção ocular. Essas lesões podem comprometer de forma irreparável a visão. Além disso, materiais inflamáveis ou químicos presentes no ambiente podem ser incendiados durante o evento, liberando substâncias tóxicas que aumentam o risco de queimaduras químicas, agravando os danos físicos e complicando o tratamento dos feridos³¹.

As explosões resultantes dos arcos elétricos também são uma fonte de graves lesões físicas. A força da explosão pode projetar trabalhadores ao chão, arremessar fragmentos de equipamentos danificados e gerar ondas de choque que causam traumas físicos severos, resultando em fraturas, contusões ou até fatalidades. Diante de tais riscos, é imprescindível que os trabalhadores e as empresas adotem medidas preventivas rigorosas para minimizar a ocorrência desses acidentes e proteger a integridade de todos os envolvidos²¹.

Princípios de prevenção

Para reduzir os riscos associados aos arcos elétricos e assegurar a proteção dos trabalhadores, é indispensável a implementação de estratégias preventivas apropriadas. Dentre os principais fundamentos dessas medidas, destaca-se a necessidade de uma avaliação de riscos detalhada, que envolve a análise cuidadosa dos perigos inerentes à manipulação de sistemas elétricos. Esta avaliação visa identificar pontos vulneráveis e definir ações de controle eficazes para minimizar os riscos³⁰.

Outro aspecto crucial é o planejamento adequado das

atividades que envolvem eletricidade. Este planejamento deve antecipar todas as etapas do trabalho, desde a escolha dos equipamentos adequados até a seleção de profissionais qualificados e a adoção de procedimentos de segurança rigorosos. O objetivo é garantir que todos os fatores de risco sejam contemplados e controlados de forma eficiente³⁰.

A capacitação contínua dos trabalhadores também se apresenta como um elemento fundamental. O treinamento regular permite que os profissionais identifiquem os perigos potenciais relacionados aos arcos elétricos, saibam como reagir adequadamente e utilizem de maneira correta os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs). Essa preparação contínua eleva significativamente o nível de segurança no ambiente de trabalho²¹.

A utilização correta dos equipamentos de proteção é outro ponto essencial. O uso de EPIs adequados, como luvas isolantes, capacetes, óculos de proteção, roupas resistentes ao fogo e calçados apropriados, ajuda a diminuir a exposição aos riscos elétricos, assegurando maior proteção aos profissionais. Complementarmente, um programa robusto de manutenção preventiva deve ser implementado para garantir a integridade dos sistemas elétricos. Inspeções periódicas, testes de funcionamento e a substituição de componentes desgastados são medidas fundamentais para evitar falhas e prevenir acidentes²².

Além disso, é imprescindível adotar procedimentos de isolamento e bloqueio de energia, conhecidos como "*lockout/tagout*", durante intervenções de manutenção ou reparo. Esses procedimentos asseguram a desenergização completa do sistema, eliminando a possibilidade de reenergização acidental e, conseqüentemente, evitando o risco de arcos elétricos³³.

A sinalização adequada dos riscos e uma comunicação clara entre os trabalhadores também desempenham um papel vital na prevenção de acidentes. A utilização de avisos visuais e sonoros que alertam sobre a presença de perigos elétricos, combinada com uma comunicação eficaz entre a equipe, é crucial para garantir que todos estejam cientes das medidas de segurança e dos protocolos de emergência²¹.

Por fim, o monitoramento constante e a revisão periódica das práticas de segurança são indispensáveis para assegurar a efetividade das medidas implementadas. É necessário revisar e aprimorar continuamente os procedimentos de prevenção, ajustando-os conforme novas vulnerabilidades forem identificadas, garantindo, assim, uma proteção contínua e abrangente contra os riscos de arcos elétricos³³.

4. DISCUSSÃO

Ao longo do desenvolvimento deste artigo, foram explorados os diversos riscos relacionados aos arcos elétricos, com foco nos princípios preventivos, nas normas regulamentadoras aplicáveis e na revisão de estudos de casos que exemplificam os desafios e as melhores práticas de segurança no trabalho com

eletricidade. A análise bibliográfica revelou a complexidade dos riscos associados a essas atividades e evidenciou a necessidade de estratégias diversificadas para assegurar a proteção eficaz dos trabalhadores em contato com sistemas elétricos.

Foram avaliadas as diferentes medidas de prevenção disponíveis, como o uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a implementação rigorosa de procedimentos de bloqueio e etiquetagem de energia, bem como a observância das normas regulamentadoras pertinentes. Embora essas ações sejam indispensáveis para minimizar os riscos de arcos elétricos, os resultados da pesquisa indicam que a conscientização contínua e a capacitação dos trabalhadores são igualmente essenciais para o sucesso das estratégias de prevenção e a mitigação de acidentes.

O estudo comparou várias abordagens para a prevenção de acidentes com arcos elétricos, enfatizando a importância de integrar medidas de proteção individual e coletiva. A avaliação constante dos riscos no ambiente de trabalho, juntamente com a adaptação de práticas de segurança de acordo com as mudanças no local, demonstrou ser uma abordagem necessária para melhorar continuamente a segurança dos trabalhadores expostos a esses perigos.

relacionada aos arcos elétricos, ainda restam desafios que precisam ser superados. Entre eles, destaca-se a necessidade de expandir os programas de conscientização e treinamento, garantir a aplicação efetiva dos procedimentos de segurança e atualizar continuamente as normas regulamentadoras para acompanhar as inovações tecnológicas e as melhores práticas globais em segurança do trabalho. Esses fatores são essenciais para garantir que os ambientes de trabalho estejam sempre em conformidade com as exigências mais recentes.

A tabela a seguir apresenta diversos problemas associados à ausência de medidas de segurança específicas para a prevenção de acidentes com arco elétrico nos ambientes de trabalho. Adicionalmente, são discutidos os resultados e as conclusões obtidos por outros autores citados ao longo deste estudo, contribuindo para uma compreensão abrangente dos impactos e da importância da adoção de tais medidas de proteção.

É essencial compreender que, independentemente das circunstâncias, os riscos associados ao arco elétrico estão presentes em diversos ambientes de trabalho e tendem a se agravar na ausência de medidas preventivas adequadas.

Apesar dos progressos observados na segurança

Tabela 1. Relação dos riscos associados aos arcos elétricos, suas causas e medidas de prevenção.

Autor(es)	Abordagem	Causa	Medidas de Prevenção
30	Queimaduras térmicas	A energia do arco elétrico gera calor intenso que pode causar queimaduras graves de segundo e terceiro graus, tanto na pele quanto nos tecidos subjacentes. Em muitos casos, as roupas comuns inflamam, ampliando o alcance e a gravidade das queimaduras.	Roupas de Proteção contra Arco Elétrico, feitas de materiais resistentes ao calor e à chama, como Nomex ou Kevlar, que evitam que o tecido pegue fogo. Luvas Isolantes que protegem as mãos de queimaduras diretas. Capacete com visor que protege o rosto e o pescoço do calor e das queimaduras.
22	Lesões Oculares e Danos à Visão	A luz intensa e a radiação ultravioleta emitidas pelo arco podem causar lesões oculares, como oftalmia elétrica (inflamação da córnea e conjuntiva) e, em casos graves, danos permanentes à visão.	Óculos de Proteção contra Arco Elétrico que filtram a radiação ultravioleta e infravermelha protegendo os olhos contra a intensa luminosidade e radiação do arco. Capacete com Visor Face Shield, um visor de proteção facial específico para riscos de arco elétrico ajuda a proteger os olhos e o rosto.
21	Barotrauma (Danos Auditivos e Pressão Interna)	A onda de choque gerada pelo arco elétrico pode causar danos aos tímpanos e aos pulmões, resultando em perda auditiva ou danos nos órgãos internos devido à pressão repentina.	Protetores Auriculares ou Abafadores de Ruído que reduzem o impacto da onda sonora intensa causada pelo arco, prevenindo lesões auditivas.
31	Intoxicação por Inalação de Fumos Tóxicos	O arco elétrico pode vaporizar metais e materiais isolantes, liberando gases e partículas tóxicas, que, quando inaladas, afetam o sistema respiratório.	Respiradores com Filtros para Vapores Químicos ajudam a evitar a inalação de partículas e fumos perigosos produzidos pelo arco.
Autor(es)	Abordagem	Causa	Medidas de Prevenção
32	Choque Elétrico e Eletrocussão	Ao entrar em contato direto com a corrente do arco, o trabalhador pode sofrer choques elétricos que afetam o sistema cardiovascular, podendo causar arritmia, fibrilação ventricular ou até parada cardíaca.	Luvas e Botas Isolantes que protegem contra choques. Ferramentas com Isolamento Elétrico que evitam o contato direto com partes energizadas.
33	Danos ao Rosto e à Pele por Partículas e Objetos Projéteis	O arco elétrico pode gerar pequenas explosões, lançando partículas e fragmentos que podem lesionar o rosto e a pele.	Capacete com Protetor Facial que protege o rosto contra objetos projetados. Roupas de Proteção Completa com mangas longas e calças, que reduzem a exposição da pele.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Assim, os autores referenciados neste estudo concordam quanto à necessidade de adaptar os ambientes laborais com medidas específicas de proteção contra arco elétrico, visando reduzir a exposição dos colaboradores a esse risco. Além disso, recomenda-se a

implementação de programas de treinamento e o uso de equipamentos de proteção individual apropriados para minimizar os impactos de possíveis incidentes relacionados ao arco elétrico, conforme discutido neste trabalho.

5. CONCLUSÃO

A presente análise sobre segurança no trabalho com arcos elétricos reflete a importância crucial de adotar medidas preventivas e protocolos de segurança robustos para mitigar os riscos associados a esse fenômeno. Ao longo deste estudo, foram explorados diversos aspectos relacionados à prevenção de arcos elétricos, desde os riscos inerentes até as normas regulamentadoras e as melhores práticas de segurança.

É evidente que os arcos elétricos representam uma ameaça significativa à segurança e saúde dos trabalhadores em ambientes elétricos. As consequências potencialmente devastadoras desses eventos, como queimaduras graves, lesões por explosões e danos aos equipamentos, destacam a necessidade premente de medidas eficazes de prevenção.

Diante disso, é imperativo que as empresas e os profissionais da área estejam plenamente cientes dos riscos associados aos arcos elétricos e implementem estratégias abrangentes para mitigar esses riscos. Isso inclui o cumprimento rigoroso das normas regulamentadoras, como a NR-10 no contexto brasileiro, o investimento em treinamento e capacitação dos trabalhadores, além da adoção de equipamentos de proteção individual e coletiva adequados.

Embora tenham sido realizados avanços significativos na área da segurança de trabalho com eletricidade, ainda há desafios a serem superados e áreas para melhoria contínua. Recomenda-se uma abordagem proativa e colaborativa, que envolva todos os níveis da organização, desde a gestão até os trabalhadores de linha de frente, na promoção de uma cultura de segurança e na identificação e resolução de potenciais pontos de vulnerabilidade.

Ao priorizar a segurança dos trabalhadores e investir em práticas e tecnologias de prevenção de arcos elétricos, é possível reduzir significativamente o risco de acidentes e lesões graves, criando assim um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e produtivo para todos. A segurança no trabalho é uma responsabilidade compartilhada e um compromisso inegociável que deve ser priorizado em todas as organizações e setores da indústria.

6. AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão a instituição FEITEP - Faculdade de Engenharias e Arquitetura e a todos os docentes, pelo comprometimento com a excelência do ensino e pelo estímulo ao meu crescimento como estudante e engenheiro.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Organização das Nações Unidas (ONU). Organização Internacional do Trabalho. Série SmartLab de Trabalho Decente 2023: mortalidade no trabalho cresce em 2022 e acidentes notificados ao SUS batem recorde. 2023 [acesso em 07 outubro 2024]. Disponível em: <https://www.ilo.org/pt-pt/resource/news/serie-smartlab-de-trabalho-decente-2023-mortalidade-no-trabalho-cresce-em>.
- [2] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras - NR. 2023 [acesso em 07 outubro 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>.
- [3] FREDIANI, Pablo. A importância do uso correto das vestimentas para a proteção do trabalhador contra arcos elétricos. 2019. 23 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia Civil, Universidade de Taubaté., Taubaté, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/3369>. Acesso em: 07 out. 2024.
- [4] SATO, Edson Fernando Machado. Arco elétrico e energia incidente em sistemas elétricos industriais. 2022. 175 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/3426>. Acesso em: 07 out. 2024.
- [5] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 10 (NR-10). 2024 [acesso em 07 outubro 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>
- [6] BASSETTO, Priscilla *et al.* NR-10: Segurança no trabalho com eletricidade. XI Eepa, Campo Mourão. 2017; 11(1):1-12. Disponível em: http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/8/8-05.pdf. Acesso em: 08 out. 2024.
- [7] Ramazzini B. De Morbis Artificum Diatriba. Universidade de Lausanne: Apud J. Corona; 1743. 320 p. [acesso em 09 outubro 2024].
- [8] Brasil. Lei 8.213 de 24/07/1991 – Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. 1991 [acesso em 08 outubro 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm.
- [9] Organização das Nações Unidas (ONU). Organização Internacional do Trabalho. Convenção sobre a segurança, a saúde dos trabalhadores e o ambiente de trabalho. 1981 [acesso em 08 outubro 2024]. Disponível em: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/normes/documents/normativeinstrument/wcm_s_c155_pt.htm.
- [10] Santos PVS. Aplicação de Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho em Obras de Pequeno Porte. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal de Uberlândia; 2018 [acesso em 09 outubro 2024]. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22226/3/Aplica%20a%20NormasRegulamentadoras.pdf>.
- [11] Almeida C, Nascimento T, Nunes NM. A importância da segurança no trabalho para as organizações. Múltiplos Acessos. 2018; 3(2): 85-98 [acesso em 09 outubro 2024]. Disponível em: <http://www.multiplosacessos.com/multaccess/index.php/multaccess/article/view/85>.
- [12] Sousa ARF, Rodolpho DA. A importância da segurança do trabalho na produção industrial. Revista Interface

- Tecnológica. 2020; 17(2): 817-824. DOI: 10.31510/infra.v17i2.1008 [acesso em 10 outubro 2024]. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1008>.
- [13] Cruz SMS. Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional nas Empresas de Construção Civil. 1998. 123 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina; 1998 [acesso em 10 outubro 2024]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/77501/142121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [14] Bento AR, Romero AR, Freitas L. Importância da Segurança do Trabalho para Melhoria da Prevenção de Acidentes na Linha de Montagem do Setor Automotivo. Anais do 69º Congresso Internacional da ABM. São Paulo; 2014. p. 1162-1170 [acesso em 10 outubro 2024].
- [15] Soares LJP. Os impactos financeiros dos acidentes do trabalho no orçamento brasileiro: uma alternativa política e pedagógica para redução dos gastos. 2008. 67 f. Monografia (Especialização), Senado Federal, Brasília; 2008 [acesso em 10 outubro 2024].
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 14280: Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação. [S.I.]: [S.N.]. 2001; 94 p [acesso em 11 outubro 2024].
- [17] Rocha DCC, Rocha ES. A responsabilidade objetiva do empregador como instrumento tutelador da dignidade da pessoa humana nos acidentes de trabalho. *Percurso*. 2018; 4(27): 478-499 [acesso em 11 outubro 2024]. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/percurso/article/view/3183>.
- [18] Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. 59ª ed. São Paulo: Saraiva; 2024 [acesso em 12 outubro 2024].
- [19] Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Guia de análise: acidentes de trabalho. [S.I.]: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; 2010. 76 p [acesso em 13 outubro 2024].
- [20] Corrêa MU. Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos. 2011. 111 f. Monografia (Especialização), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul; 2011 [acesso em 14 outubro 2024]. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br/items/42508025-388c-43b1-aefd-48e491dd44f5>.
- [21] AMARAL, Diego *et al.* Aplicabilidade da NR-10 na prevenção de acidentes de trabalho. 2023. 28 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Engenharia Elétrica, Faculdade Finom de Patos de Minas, Patos de Minas, 2023. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/3695/2039>. Acesso em: 14 out. 2024.
- [22] ABRAS, Tatiana Eleutério. Prevenção do choque elétrico: a importância da norma regulamentadora NR 10. 2009. 37 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2009. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/4122>. Acesso em: 14 out. 2024.
- [23] SUPEREPI (Brasil). EPI. 2024. Disponível em: <https://www.superepi.com.br>. Acesso em: 14 out. 2024.
- [24] ESCUDO (Brasil). O que é um mapa de risco, seus objetivos dentro de uma empresa e como elaborá-lo de forma simples. 2024. Disponível em: O que é um mapa de risco, seus objetivos dentro de uma empresa e como elaborá-lo de forma simples. Acesso em: 14 out. 2024.
- [25] Semprebon E. O uso do mapa de risco ocupacional como ferramenta do sistema de gestão da saúde e segurança do trabalhador. 2014. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc, Criciúma, 2014. Disponível em: <http://200.18.15.28/handle/1/3391>. Acesso em: 14 out. 2024.
- [26] Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF; 1978.
- [27] Santos ARM. O Ministério do Trabalho e Emprego e a saúde e segurança no trabalho. In: Chagas AMR, et al., organizadores. Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores. Brasília: Ipea. 2011; 390 p.
- [28] Araujo EM. Introdução à higiene e à segurança do trabalho. Curitiba: Editora Intersaberes; 2021. 204 p.
- [29] Camisassa MQ. Segurança e Saúde no Trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. São Paulo: Método; 2015; 909 p.
- [30] Tullio FBM. Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias. *Atena*, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 1-30, 01 jan. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64539>. Acesso em: 14 out. 2024.
- [31] Camponogara M, *et al.* Definição de Estratégias de Proteção Individual Contra Arcos Elétricos em Redes de Distribuição Aéreas: Um Estudo de Caso. 2022. 6 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022. Disponível em: https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/cba/article/view/3325. Acesso em: 15 out. 2024.
- [32] Fonseca ALS, *et al.* Energia incidente e risco de arco elétrico em quadros de distribuição de força: Estudo de caso em um pavimento de edificação da UFERSA. 2023. 7 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/9e805903-ad1e-4ff3-a4ed-2a5f3e222f81>. Acesso em: 15 out. 2024.
- [33] Queiroz ARS, Senger EC. Dispositivos de proteção contra arco elétrico – sensores de luminosidade. 2012. 3 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/documentos/fasciculos/Ed78_fasciculo_arco_eletrico_cap7.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.