

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Eduardo Martins Castro

**RISCOS DE ACIDENTES EM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA:
ANÁLISE DOS PROCESSOS DE TRABALHO EM UMA PRESTADORA DE
SERVIÇOS**

Santa Maria, RS
2024

Eduardo Martins Castro

**RISCOS DE ACIDENTES EM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA: ANÁLISE
DOS PROCESSOS DE TRABALHO EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Battesini

Santa Maria, RS
2024

Eduardo Martins Castro

**RISCOS DE ACIDENTES EM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA: ANÁLISE
DOS PROCESSOS DE TRABALHO EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Centro de Tecnologia da
Universidade Federal de Santa Maria, como requisito
parcial para obtenção do grau de **Bacharel em
Engenharia de Produção**.

Aprovada em 06 de agosto de 2024

Marcelo Battesini, Prof. Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Mario Luiz Santos Evangelista, Prof Dr. (UFSM)

Denis Rasquin Rabenschlag, Prof Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2024

RESUMO

RISCOS DE ACIDENTES EM SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA: ANÁLISE DOS PROCESSOS DE TRABALHO EM UMA PRESTADORA DE SERVIÇOS

AUTOR: Eduardo Martins Castro
ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Battesini

Os acidentes de trabalho envolvendo atividades no Sistema Elétrico de Potência (SEP) ainda é uma realidade que assola o setor elétrico no Brasil. A relevância desta pesquisa é baseada pela necessidade do cumprimento das normativas regulatórias e de boas práticas no que se refere a segurança dos trabalhadores. Nesse sentido o objetivo desta pesquisa foi elaborar um estudo descrevendo situações práticas e procedimentos de gestão de riscos de acidentes de trabalho em uma empresa prestadora de serviços à concessionárias distribuidoras de energia elétrica no Brasil. A classificação metodológica desse trabalho é de natureza aplicada de abordagem qualitativa, utilizada pesquisa documental e da obtenção de dados primários e secundários para o levantamento das informações. Os resultados mostram que as aplicações corretas das normativas e de boas práticas de segurança na empresa investigada tem-se apresentado positivo para indicadores de Segurança e Saúde no Trabalho (SST). A conclusão enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada e proativa para a gestão de riscos, visando reduzir os acidentes e assegurar a continuidade eficiente das operações na empresa investigada e no SEP.

Palavras-chave: Gestão de Riscos; Acidentes de Trabalho; Sistema Elétrico de Potência

ABSTRACT

RISKS OF ACCIDENTS IN ELECTRICAL POWER SYSTEM: ANALYSIS OF WORK PROCESSES IN A SERVICE PROVIDER

AUTHOR: Eduardo Martins Castro
ADVISOR: Prof. Dr. Marcelo Battesini

Occupational accidents involving activities in the Power Electrical System (PES) remain a significant issue in the electric sector in Brazil. The relevance of this research is based on the need to comply with regulatory standards and best practices concerning worker safety. In this context, the objective of this research was to develop a study describing practical situations and risk management procedures for workplace accidents in a company that provides services to electric utility companies in Brazil. The methodological classification of this work is applied, with a qualitative approach, utilizing documentary research and the collection of primary and secondary data to gather information. The results indicate that the correct application of safety regulations and best practices in the investigated company has positively impacted Safety and Health at Work (SST) indicators. The conclusion emphasizes the need for an integrated and proactive approach to risk management, aiming to reduce accidents and ensure the efficient continuity of operations in both the investigated company and the Power Electrical System.

Keywords: Risk Management; Occupational Accidents; Electric Power System

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	8
2.1 OS RISCOS ASSOCIADOS AO TRABALHO NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP)	9
2.1.1 Impacto das condições climáticas adversas na segurança do trabalho elétrico	9
2.2 PRÁTICAS DE SEGURANÇA NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	11
2.3 SEGURANÇA E CONFORMIDADE: A IMPORTÂNCIA DAS NORMAS REGULAMENTADORAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	13
2.4 TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO CONTÍNUA DOS TRABALHADORES NO SETOR ELÉTRICO	15
3. MÉTODO	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 MELHORIAS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS EM SEGURANÇA NO SEP	28
4.2 REFLEXÃO CRÍTICA SOBRE AS PRÁTICAS ATUAIS NA EMPRESA ESTUDADA	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A gestão de riscos de acidentes de trabalho em Sistemas Elétricos de potência (SEP), é um tema importante que envolve a implementação de medidas e estratégias para garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos e a integridade das instalações (DUARTE E MINOTTI, 2021). Esses sistemas são essenciais ao desenvolvimento e funcionamento de quase todos os aspectos da sociedade moderna, envolve uma complexa rede de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (GUSMÃO, 2023).

De acordo com Gusmão (2023), devido à natureza crítica e à complexidade deste sistema, os riscos de acidentes de trabalho são significativos e podem ter consequências severas, tanto para os trabalhadores quanto para a comunidade em geral.

No Brasil, o acidente de trabalho é definido pela Lei Federal 8.213/1991, que diz respeito ao Seguro de Acidente de Trabalho (BRASIL, 1991):

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico (...), provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Os trabalhos no setor elétrico, de acordo com Silva (2022), são altamente especializados e expõem os profissionais a riscos únicos, incluindo choques elétricos, arcos elétricos, quedas de altura, e exposição a condições climáticas adversas. Ainda conforme o autor, cada um desses riscos requer uma abordagem metódica no que diz respeito à segurança do trabalho, demandando não apenas equipamentos de proteção individual e coletiva, mas também treinamento constante e rigoroso sobre as melhores práticas de segurança e procedimentos de emergência.

A relevância da gestão de riscos nesse contexto é amplificada pela necessidade de cumprimento de normativas regulatórias rigorosas, que são estabelecidas por agências nacionais e internacionais para garantir que as operações sejam realizadas de forma segura, para Sartori (2024), estas normas são fundamentais para orientar as empresas do setor na implementação de sistemas de gestão de segurança eficazes, que não só protegem os trabalhadores, mas também garantem a continuidade das operações e a minimização de interrupções de serviço, que podem ter impactos econômicos substanciais, sendo fundamentais ao orientar a implementação de sistemas de gestão de segurança eficazes em empresas do setor elétrico, uma vez que elas não só protegem os trabalhadores, mas também garantem a continuidade das operações e a minimização de interrupções de serviço. Questões com

importância corroborada pelos dados de Martinho (2023), no Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), que indica o choque elétrico como responsável por 251 acidentes de trabalho fatais em 2023 e 262 fatalidades em 2022 nas redes aéreas de distribuição.

Para mitigar riscos de trabalho em SEP a implementação de normativas rigorosas é essencial, tanto no contexto das empresas concessionárias quanto naquelas que prestam serviço à elas. Aspectos de segurança em instalações e serviços em eletricidade são regulados pela NR-10, que estabelece medidas de controle e sistemas de proteção, e é responsável por reduzir os riscos de choque elétrico (BRASIL, 2024). Além dela, há os riscos de trabalhos em altura definidos nas diretrizes da NR-35, que incluem treinamentos e uso de equipamentos de proteção, contribuindo para uma redução nos acidentes por quedas (BRASIL, 2024). Combinada com elas, auxiliando a melhorar a segurança geral do sistema elétrico (DUARTE e MINOTTI, 2021), a norma NBR 5410 trata da instalação de baixa tensão, abrangendo desde a geração até o uso final da eletricidade.

A partir da contextualização, o problema da pesquisa foi definido como: de que maneira a implementação das normas regulamentadoras, como a NR-10 e NR-35, impacta a redução dos acidentes de trabalho em empresas que atuam no setor elétrico, e quais são as lacunas ainda existentes na aplicação dessas normas?

Os riscos de trabalho em SEP e as medidas de prevenção e controle delimitam uma questão prática à rotina de trabalhadores e à gestão de risco pelas empresas. O objetivo deste trabalho é descrever situações práticas e procedimentos de gestão de riscos de acidentes de trabalhadores ao atuar em sistemas elétricos de potência no contexto de uma empresa que presta serviços à concessionárias de energia elétrica no país.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Esta pesquisa tem tema delimitado à Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho, estando relacionado à área de conhecimento de Engenharia do Trabalho da Engenharia de Produção (ABEPRO 2024). Nesta seção é apresentada uma revisão teórica sobre os riscos associados ao trabalho em SEP (2.1), práticas de segurança (2.2) e as regulamentações nacionais de segurança e conformidade distribuição de Energia Elétrica (2.3) e ao treinamento e capacitação contínua dos trabalhadores no setor elétrico (2.4).

2.1 OS RISCOS ASSOCIADOS AO TRABALHO NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA (SEP)

De acordo com De Lima (2022), no contexto da gestão de riscos de acidentes de trabalho no Sistema Elétrico de Potência (SEP), a identificação dos riscos é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de mitigação. O autor diz que os principais riscos incluem choques elétricos, arcos elétricos, quedas de altura e exposição a condições climáticas adversas. Os choques elétricos são um dos riscos mais prevalentes. Esses choques podem ocorrer devido ao contato direto ou indireto com corrente elétrica, resultando em lesões graves ou fatais. Arcos elétricos, são explosões causadas por descargas elétricas que podem provocar queimaduras severas. Quedas de altura, comuns em trabalhos realizados em postes e outras estruturas elevadas e expõem os trabalhadores ao perigo de quedas significativas. A exposição a condições climáticas adversas, como trabalho ao ar livre em condições extremas também representa um grande risco ao trabalhador, devido a descargas atmosféricas na rede que atua.

Capacitar os trabalhadores sobre práticas de segurança e procedimentos de emergência é fundamental. De acordo com Pinheiro (2023) o uso adequado de EPIs, como luvas isolantes, capacetes com proteção facial e vestimentas anti-chamas, é indispensável para prevenir choques elétricos e queimaduras. Estudos mostram que a adoção correta de EPIs pode diminuir incidentes relacionados. Segundo o autor, a manutenção preventiva, com cronogramas rigorosos para inspeções de equipamentos e infraestrutura, pode ajudar a detectar e corrigir falhas. Promover uma cultura de segurança dentro das organizações, priorizando a segurança em todas as operações, é essencial para uma gestão eficaz de riscos.

2.1.1 Impacto das condições climáticas adversas na segurança do trabalho elétrico

As tempestades, por exemplo, são eventos climáticos que podem causar danos severos à infraestrutura elétrica, como a queda de postes e árvores sobre as linhas de transmissão e distribuição. Durante uma tempestade, os trabalhadores podem ser chamados para realizar reparos urgentes, muitas vezes sob condições de forte chuva e raios. De acordo com Pinheiro (2021), a presença de água aumenta o risco de choques elétricos, enquanto os raios representam um perigo direto para os trabalhadores em campo. Ventos fortes também representam um risco significativo. Ventos intensos podem derrubar linhas de transmissão e danificar equipamentos elétricos, criando situações perigosas para os trabalhadores que precisam restaurar o serviço. Ainda para o autor, o risco de quedas aumenta substancialmente em ventos fortes,

especialmente para aqueles que trabalham em alturas, como em postes ou torres de alta tensão.

Para mitigar os riscos associados às condições climáticas adversas, é essencial a implementação de medidas preventivas. Para Guardia (2020), uma das estratégias mais eficazes é a previsão e monitoramento contínuo das condições meteorológicas. Utilizar serviços de meteorologia para prever tempestades, ventos fortes e temperaturas extremas permite que as empresas planejem melhor suas operações e tomem decisões informadas sobre quando e como enviar equipes ao campo. De acordo com Gates (2021), o uso de tecnologia, como sensores climáticos e sistemas automatizados de alerta, pode fornecer informações em tempo real sobre as condições do ambiente, permitindo respostas rápidas e adequadas.

Os programas de capacitação devem incluir treinamentos específicos sobre como operar de maneira segura em diferentes condições climáticas, como instalar e reparar equipamentos em tempo de chuva, lidar com ventos fortes e operar em temperaturas extremas. De acordo com Dos Santos (2023), os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados também desempenham um papel vital na proteção dos trabalhadores. Em condições de chuva, é fundamental o uso de EPIs impermeáveis e isolantes, que previnem a ocorrência de choques elétricos. Para ventos fortes, a utilização de capacetes com proteção facial e vestimentas reforçadas pode ajudar a proteger contra detritos projetados pelo vento. Em situações de temperaturas extremas, roupas adequadas que protejam contra o calor ou o frio intenso são essenciais para manter a segurança e a saúde dos trabalhadores.

Além das medidas preventivas, as estratégias de resposta a emergências são fundamentais para minimizar os riscos. Conforme Dos Santos (2023), ter planos de contingência bem definidos e comunicados a todos os funcionários é importante. Esses planos devem incluir procedimentos claros para a evacuação, comunicação de emergências e primeiros socorros. Da Conceição Sena Filho (2024) ainda acrescenta que durante eventos climáticos extremos, as equipes devem ser equipadas com dispositivos de comunicação confiáveis para manter contato constante com os centros de operações das concessionárias, garantindo que possam solicitar ajuda rapidamente se necessário. Assim, as condições climáticas adversas representam desafios significativos para a segurança dos trabalhadores no setor elétrico. A combinação de monitoramento contínuo, treinamento adequado, uso de EPIs apropriados, estratégias de resposta a emergências e uma cultura de segurança robusta pode ajudar a minimizar os riscos associados a tempestades, ventos fortes e temperaturas extremas. Ao adotar essas práticas, as empresas podem proteger melhor seus trabalhadores e garantir a continuidade segura das operações de distribuição de energia elétrica.

2.2 PRÁTICAS DE SEGURANÇA NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

As práticas de segurança na distribuição de energia elétrica são importantes para garantir a proteção dos trabalhadores e a eficiência das operações. De acordo com De Oliveira Lima (2023), este segmento do setor elétrico enfrenta desafios únicos devido à sua vasta rede e à necessidade constante de manutenção e atualização de infraestrutura. A análise das normas de segurança aplicadas especificamente às atividades de distribuição revela uma combinação de protocolos rigorosos, treinamento de pessoal e uso de tecnologia avançada para mitigar riscos potenciais.

Para Rodrigues (2024), é fundamental compreender que a distribuição de energia elétrica envolve o transporte de eletricidade dos pontos de transmissão até os consumidores finais. Este processo inclui uma série de operações perigosas, como a instalação e manutenção de cabos de alta tensão e equipamentos associados, que exigem aderência estrita a procedimentos de segurança. As normas regulamentadoras, como a NR-10, que trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade, são essenciais nesse contexto. Essa normativa especifica medidas de controle e sistemas de proteção que devem ser adotados pelas empresas para garantir a segurança dos trabalhadores (BRASIL, 2024).

O treinamento dos trabalhadores é outro pilar fundamental das práticas de segurança na distribuição de energia. Para Da Costa Chaves (2024), os funcionários precisam ser capacitados não apenas para realizar suas tarefas com eficiência, mas também para responder a emergências. De acordo com o autor, programas de capacitação contínua são implementados para assegurar que todos os envolvidos estejam atualizados com as mais recentes tecnologias de segurança e procedimentos de emergência, isso inclui o treinamento para uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs), como luvas isolantes, capacetes com proteção facial, e vestimentas anti-chamas, que são indispensáveis para a proteção contra choques elétricos e queimaduras.

A inspeção e manutenção regulares de equipamentos e infraestrutura são fundamentais. De acordo com Oliveira (2020), as empresas de distribuição de energia devem seguir um cronograma estrito de revisões para detectar e corrigir possíveis falhas que possam colocar os trabalhadores em risco. Para o autor, essas inspeções ajudam a prevenir acidentes e garantem que todos os componentes do sistema de distribuição estejam funcionando corretamente. As auditorias de segurança, realizadas por agências reguladoras ou por consultores externos, são uma prática comum para verificar a conformidade com as normas de segurança e identificar áreas que precisam de melhorias.

A implementação de tecnologias avançadas também tem um papel significativo na

melhoria das práticas de segurança. Silva (2021) aborda que sistemas automatizados e dispositivos inteligentes são cada vez mais utilizados para monitorar a rede de distribuição, detectar falhas automaticamente e até mesmo realizar reparos remotos em certos casos. Para o autor, essas práticas reduzem a necessidade de intervenção humana em situações potencialmente perigosas e aumenta a eficiência geral das operações de distribuição.

Assim, as práticas de segurança na distribuição de energia elétrica são complexas e multipla. Para Sales (2022), elas envolvem uma rigorosa aderência a normas regulamentadoras, programas extensivos de treinamento para os trabalhadores, manutenção constante e inspeções regulares de infraestrutura, além do uso crescente de tecnologias avançadas. Juntas, essas medidas formam um sistema robusto para proteger os trabalhadores e garantir a continuidade e segurança do fornecimento de energia elétrica aos consumidores. Esta análise detalhada das normas de segurança aplicadas especificamente às atividades de distribuição mostra o compromisso do setor em manter altos padrões de segurança e deve servir como modelo para outras áreas industriais igualmente exigentes. Na tabela 1 tem-se o entendimento de como cada aspecto das práticas de segurança é essencial para a operação segura na distribuição de energia elétrica, bem como os métodos através dos quais essas práticas são implementadas nas atividades diárias.

Tabela 1 - Treinamento e Capacitação Contínua dos Trabalhadores no Setor Elétrico

Aspecto da Segurança	Descrição	Implementação
Normas Regulamentadoras	Adesão às normativas específicas para segurança em instalações elétricas, como a NR-10.	Definição de protocolos de segurança e medidas de controle.
Treinamento dos Trabalhadores	Capacitação contínua em segurança, uso de EPIs, e resposta a emergências.	Programas regulares e atualizados de treinamento de segurança.
Equipamentos de Proteção	Uso obrigatório de equipamentos de proteção individual para prevenir choques elétricos e outros riscos.	Distribuição e fiscalização do uso adequado de EPIs.
Manutenção e Inspeções	Manutenção regular e inspeções de equipamentos e infraestrutura para detectar e corrigir falhas.	Cronogramas estritos de manutenção e inspeções regulares.
Tecnologia Automação	Adoção de tecnologias avançadas para monitoramento, detecção de falhas e reparos automatizados.	Implementação de sistemas automatizados e dispositivos inteligentes.

Fonte: Autor (2024)

2.3 SEGURANÇA E CONFORMIDADE: A IMPORTÂNCIA DAS NORMAS REGULAMENTADORAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A Norma Regulamentadora NR-10, por exemplo, trata da segurança em instalações e serviços em eletricidade, especificando uma série de medidas de controle e sistemas de proteção que devem ser adotados pelas empresas para garantir a segurança dos trabalhadores (BRASIL, 2024). Essas medidas incluem a necessidade de desenergização antes da realização de qualquer intervenção, o uso de EPIs adequados, a sinalização de áreas de risco e a realização de treinamentos periódicos para os trabalhadores (BRASIL, 2024).

A NR-10 (Norma Regulamentadora 10) é uma das principais diretrizes para garantir a segurança em instalações e serviços em eletricidade. Esta norma especifica medidas de controle e sistemas de proteção necessários para prevenir acidentes elétricos e proteger a saúde dos trabalhadores. Ela exige que todas as instalações elétricas sigam critérios rigorosos de segurança, incluindo o uso de dispositivos de proteção, como disjuntores e fusíveis, para prevenir sobrecargas e curto-circuitos. Conforme Cruz (2022), a norma ainda estabelece a obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas isolantes, capacetes e vestimentas anti-chamas, e a implementação de procedimentos de trabalho seguros, como a desenergização antes de intervenções em circuitos elétricos. A norma também destaca a importância do treinamento contínuo dos trabalhadores, garantindo que estejam capacitados para reconhecer e evitar os riscos associados ao trabalho com eletricidade (BRASIL, 2024).

A NR-35 (Norma Regulamentadora 35), que regulamenta o trabalho em altura, também é extremamente relevante, visto que grande parte das atividades na distribuição de energia ocorre em postes e torres de alta tensão. Esta norma exige que os trabalhadores sejam treinados para executar tarefas em altura com segurança, utilizando equipamentos como cinturões de segurança e cordas de ancoragem (SALES, 2022).

A NR-35 trata especificamente das diretrizes para trabalhos em altura, que são comuns nas operações de manutenção e reparo na distribuição de energia elétrica. Esta norma define os requisitos mínimos de segurança para o trabalho em alturas superiores a dois metros, onde há risco de queda. A NR-35 estabelece a necessidade de treinamentos específicos para os trabalhadores, abordando temas como técnicas de segurança, uso correto de sistemas de ancoragem e procedimentos de resgate (BRASIL, 2024). Além disso, de acordo com Silva Filho (2021), a norma exige o uso de EPIs apropriados, como cintos de segurança e linhas de vida, e a implementação de sistemas de proteção coletiva, como guarda-corpos e plataformas de trabalho seguras. A NR-35 também prevê a realização de inspeções regulares dos equipamentos

de proteção e a elaboração de um plano de trabalho detalhado antes de iniciar qualquer atividade em altura.

A NBR 5410 (Norma Brasileira 5410) é uma norma técnica que trata das instalações elétricas de baixa tensão. Esta norma abrange todo o ciclo de vida das instalações elétricas, desde o projeto, execução e verificação, até a manutenção e reformas. De acordo com Gomes (2023), a NBR 5410 estabelece requisitos de segurança para a proteção contra choques elétricos, sobrecargas, curto-circuitos, e outros riscos elétricos. A norma detalha as especificações para a instalação correta de condutores, dispositivos de proteção, aterramento e outros componentes do sistema elétrico, garantindo que todas as partes da instalação estejam devidamente dimensionadas e protegidas. A conformidade com a NBR 5410 é fundamental para assegurar que as instalações elétricas sejam seguras e confiáveis, minimizando os riscos de acidentes e falhas operacionais.

Para Bento (2023), essas normas formam a base para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente, alinhado com as melhores práticas de segurança e os avanços tecnológicos no setor elétrico.

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) são indispensáveis para a segurança dos trabalhadores na distribuição de energia elétrica. Para Barros (2020), o uso correto de EPIs, como luvas isolantes, capacetes com proteção facial, vestimentas anti-chamas e botas de segurança, pode reduzir significativamente o risco de acidentes graves, como choques elétricos e queimaduras. As empresas têm a responsabilidade de fornecer EPIs adequados e garantir que sejam utilizados corretamente. Ainda de acordo com o autor, é fundamental que os EPIs estejam em boas condições de uso, o que requer inspeções regulares e substituição imediata de equipamentos danificados. A fiscalização do uso de EPIs no local de trabalho também é crucial, garantindo que todos os trabalhadores sigam os protocolos de segurança estabelecidos.

A manutenção e inspeção regular dos equipamentos e da infraestrutura são práticas essenciais para prevenir acidentes na distribuição de energia elétrica. De acordo com Gusmão (2023), as empresas devem seguir um cronograma rigoroso de manutenção preventiva, que inclui a verificação de cabos, transformadores, postes e outros componentes do sistema elétrico. Inspeções regulares ajudam a identificar possíveis falhas antes que causem acidentes, garantindo que todos os elementos da rede estejam funcionando corretamente. O autor ainda acrescenta que as auditorias de segurança realizadas por agências reguladoras ou por consultores externos são importantes para verificar a conformidade com as normas de segurança e identificar áreas que necessitam de melhorias e que manutenção adequada dos equipamentos não apenas protege os trabalhadores, mas também assegura a continuidade e a eficiência do

fornecimento de energia elétrica.

A tecnologia e a automação têm um papel cada vez mais importante na melhoria das práticas de segurança na distribuição de energia elétrica. A adoção de sistemas automatizados e dispositivos inteligentes permite o monitoramento em tempo real da rede de distribuição, a detecção automática de falhas e, em alguns casos, a realização de reparos remotos, de acordo com Silva e da Silva Júnior (2023). Estas tecnologias reduzem a necessidade de intervenção humana em situações potencialmente perigosas, aumentando a segurança dos trabalhadores e a eficiência das operações. Por exemplo, sensores de linha viva podem alertar os operadores sobre a presença de corrente elétrica em cabos que deveriam estar desenergizados, prevenindo acidentes, o autor ainda traz o caso de uso de drones para inspeção de linhas e postes em áreas de difícil acesso também está se tornando comum, minimizando a exposição dos trabalhadores a riscos e permitindo uma avaliação mais detalhada das condições da infraestrutura.

Assim, as práticas de segurança na distribuição de energia elétrica são complexas, envolvendo a adesão a normas regulamentadoras rigorosas, a implementação de programas de treinamento contínuo, o uso correto de EPIs, a manutenção e inspeção regular dos equipamentos, e a incorporação de tecnologias avançadas. Estas medidas formam um sistema robusto que visa proteger os trabalhadores e garantir a continuidade e segurança do fornecimento de energia elétrica. Ao seguir essas práticas, o setor de distribuição de energia pode minimizar os riscos de acidentes e assegurar um ambiente de trabalho seguro para todos os seus colaboradores.

2.4 TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO CONTÍNUA DOS TRABALHADORES NO SETOR ELÉTRICO

A natureza dos riscos associados ao trabalho com eletricidade, como choques elétricos, queimaduras e quedas, exige que os profissionais estejam sempre bem preparados para lidar com situações adversas e emergências. A evolução constante das tecnologias e das normas regulamentadoras demanda que os trabalhadores mantenham-se atualizados sobre as melhores práticas e procedimentos de segurança, de acordo com Dos Santos (2023). A capacitação contínua dos trabalhadores no setor elétrico é essencial para desenvolver uma força de trabalho altamente qualificada e consciente dos riscos. Para Borges (2024) programas de treinamento regulares ajudam a assegurar que todos os empregados, desde os novatos até os mais experientes, estejam alinhados com os protocolos de segurança e procedimentos operacionais. Estes programas geralmente cobrem uma ampla gama de tópicos, incluindo o uso correto de

equipamentos de proteção individual (EPIs), técnicas de primeiros socorros, práticas de desenergização, combate a incêndios, e identificação e mitigação de riscos.

Uma das abordagens mais eficazes para o treinamento no setor elétrico é a combinação de instrução teórica e prática. A instrução teórica oferece aos trabalhadores uma base sólida de conhecimento sobre os princípios da eletricidade, as normativas de segurança e os procedimentos operacionais padrão (SALES, 2022). Essas aulas teóricas são frequentemente complementadas por material didático, como manuais de segurança, vídeos instrutivos e estudos de caso que ilustram incidentes reais e suas soluções. No entanto, a teoria por si só não é suficiente para preparar os trabalhadores para os desafios do campo. Para Oliveira (2023) é necessário os treinamentos possuírem um componente prático robusto, onde os trabalhadores possam aplicar o que aprenderam em um ambiente controlado. Simulações de situações de emergência, treinamentos com equipamentos reais e exercícios de resgate em altura são exemplos de atividades práticas que podem ser incluídas no programa de capacitação. Essas atividades permitem que os trabalhadores ganhem confiança e habilidade para lidar com situações perigosas de forma segura e eficaz.

Além dos treinamentos técnicos, é importante desenvolver uma cultura de segurança dentro das organizações. Para De Mello (2023), isso envolve promover atitudes e comportamentos que valorizem a segurança em todas as operações diárias. A liderança desempenha um papel essencial nesse aspecto, pois os gestores e supervisores devem demonstrar um compromisso claro com a segurança, incentivando os trabalhadores a relatar perigos, participar de treinamentos e seguir rigorosamente os protocolos de segurança. O autor ainda destaca as campanhas de conscientização como algumas das estratégias que podem ser utilizadas para reforçar a cultura de segurança.

A capacitação contínua também deve ser adaptada às mudanças tecnológicas e regulatórias. Para Cardoso (2023) o setor elétrico está em constante evolução, com a introdução de novas tecnologias, como redes inteligentes (*smart grids*) e fontes de energia renováveis. Essas mudanças trazem novos desafios e oportunidades para a segurança dos trabalhadores. Ainda conforme o autor, os programas de treinamento devem ser revisados e atualizados regularmente para incorporar novas ferramentas, técnicas e normativas. Isso assegura que os trabalhadores estejam sempre equipados com o conhecimento e as habilidades necessárias para operar de forma segura e eficiente.

O treinamento dos trabalhadores é uma das práticas mais importantes para garantir a segurança na distribuição de energia elétrica. Os funcionários precisam estar capacitados não apenas para realizar suas tarefas com eficiência, mas também para identificar e reagir

adequadamente a situações de emergência, conforme Silva Filho (2021). De acordo com da Costa Chaves (2024) os programas de capacitação contínua são essenciais para manter os trabalhadores atualizados sobre as melhores práticas de segurança, novas tecnologias e mudanças nas regulamentações. Estes programas incluem treinamentos práticos e teóricos sobre o uso correto de EPIs, procedimentos de desenergização, primeiros socorros e combate a incêndios. A formação dos trabalhadores também deve abranger a identificação de riscos específicos do ambiente de trabalho, como a proximidade de linhas vivas, condições climáticas adversas e operações em áreas de difícil acesso.

É essencial monitorar e medir o impacto dos treinamentos na redução de acidentes e na melhoria das práticas de segurança. Isso pode ser feito através de auditorias de segurança, análises de incidentes e feedback dos trabalhadores. Para Da Cunha Tavares (2024), as empresas devem estar abertas a ajustar e melhorar continuamente seus programas de capacitação com base nas necessidades identificadas e nos avanços do setor. Portanto, o treinamento e a capacitação contínua dos trabalhadores no setor elétrico são fundamentais para garantir a segurança e a eficiência operacional. Investir em programas de treinamento potentes, que combinam teoria e prática, utilizam tecnologias avançadas e promovem uma cultura de segurança, é importante para proteger os trabalhadores e assegurar a continuidade do fornecimento de energia elétrica. A adaptação constante às novas tecnologias e regulamentações, juntamente com a avaliação contínua da eficácia dos treinamentos, são práticas essenciais para o sucesso no setor elétrico. A tabela 2 demonstra o entendimento da descrição de cada elemento referente aos treinamentos e capacitação dos trabalhadores no setor elétrico e como ocorre a sua implementação de forma prática.

Tabela 2 - Treinamento e Capacitação Contínua dos Trabalhadores no Setor Elétrico

Elemento	Descrição	Implementação
Instrução Teórica	Fundamentos da eletricidade, normas de segurança, procedimentos operacionais padrão	Aulas teóricas, manuais de segurança, vídeos instrutivos, estudos de caso
Treinamento Prático	Aplicação prática dos conhecimentos teóricos em ambiente controlado	Simulações de emergência, treinamentos com equipamentos reais, exercícios de resgate
Tecnologias Avançadas	Uso de realidade virtual e aumentada para simulações de situações de risco	Simulações imersivas e interativas, treinamento de manobras complexas em ambiente seguro
Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)	Uso correto de EPIs para prevenção de acidentes	Fornecimento de EPIs adequados, fiscalização do uso correto, inspeções regulares
Cultura de Segurança	Promoção de atitudes e comportamentos que valorizem a segurança	Liderança comprometida, campanhas de conscientização, workshops e seminários
Adaptação Tecnológica	Atualização dos treinamentos conforme novas tecnologias e	Revisão regular dos programas de treinamento, incorporação de novas

	regulamentações	ferramentas e técnicas
Avaliação da Eficácia	Monitoramento e medição do impacto dos treinamentos na redução de acidentes	Auditorias de segurança, análises de incidentes, feedback dos trabalhadores
Primeiros Socorros e Combate a Incêndios	Capacitação para responder a emergências e prestar primeiros socorros	Treinamentos teóricos e práticos, exercícios de simulação de emergência
Procedimentos de Desenergização	Técnicas para garantir a segurança ao desenergizar equipamentos	Aulas teóricas, treinamentos práticos, simulações de desenergização
Feedback Contínuo	Avaliação e ajuste dos programas de treinamento com base nas necessidades e avanços do setor	Coleta de feedback dos trabalhadores, análise de novas tecnologias e regulamentações

Fonte: Autor (2024)

3. MÉTODO

Quanto à abordagem, esta pesquisa se dará de maneira qualitativa, utilizando pesquisa documental e da obtenção de dados para o levantamento das informações (Gil, 2002), contando com documentos de uso da área de segurança e saúde do trabalho e de outras áreas, sendo estes considerados internos e restritos apenas à organização.

Quanto à natureza da pesquisa será aplicada. Ainda de acordo com Gil (2002), pesquisas aplicadas são estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito da sociedade; é também voltada à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação em uma situação específica.

Conforme Gil (2002), a pesquisa se classifica como descritiva, onde têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.

O referencial teórico para este trabalho se baseou em uma revisão bibliográfica, abrangendo publicações de 2020 a 2024. A pesquisa foi realizada utilizando três bases de dados principais: SciELO, PubMed e Google Acadêmico. A escolha dessas bases se deve à sua relevância e abrangência em publicações científicas e acadêmicas. As palavras-chave utilizadas nas buscas serão: "gestão de riscos", "acidentes de trabalho", "Sistema Elétrico de Potência", "segurança no trabalho", "riscos ocupacionais" e "saúde e segurança ocupacional". A busca inicial foi realizada utilizando essas palavras-chave para identificar artigos relevantes.

A pesquisa teve como cenário uma empresa de construção e manutenção de redes elétricas presente em três estados da federação, e que conta atualmente com aproximadamente dois mil funcionários, que desempenham atividades em setores administrativos e operacionais.

A empresa presta serviços relacionados à construção e manutenção da rede aérea de distribuição de média e baixa tensão às concessionárias de energia elétrica dos estados em que atua.

Além dos serviços de construção e manutenção pesada em redes elétricas, a empresa atua também nos chamados serviços técnicos comerciais. Esses serviços são caracterizados por corte de fornecimento, ligações de clientes, leitura de medidores, serviços de ordens técnicas, entre outros.

As atividades são realizadas em áreas urbanas e rurais, portanto além dos riscos que foram tratados nesta pesquisa há também os riscos de acidentes de trânsito ao deslocamento para os locais dos serviços, porém esses não foram tratados nesta pesquisa. Em algumas localidades, as concessionárias possuem redes elétricas de distribuição subterrâneas, caracterizando assim trabalhos em espaços confinados, porém as atividades neste tipo de rede não fizeram parte do escopo desta pesquisa.

O perfil dos funcionários, em sua maioria são trabalhadores entre 18 e 35 anos, do sexo masculino e que possuem experiências anteriores em trabalhos no Sistema Elétrico de Potência.

O procedimento de coleta de dados foi realizado por uma busca de bases de dados utilizando informações secundárias e primárias. Primárias como observações diretas, registros de imagens e entrevistas com técnicos e demais trabalhadores dos setores de obras e manutenções da empresa investigada.

Como informações secundárias foram utilizadas a legislação vigente e aplicada ao segmento, documentos da empresa investigada, banco de imagens e artigos científicos.

A análise dos dados foi qualitativa, focando em identificar padrões e temas recorrentes. Foram considerados aspectos como as metodologias de gestão de riscos utilizadas, os principais tipos de acidentes reportados, as estratégias de prevenção e mitigação de riscos, e o impacto das práticas de gestão de riscos na segurança dos trabalhadores.

Nos resultados foram discutidos os riscos e as práticas de segurança do trabalho existentes na empresa e analisadas as causas e efeitos dos acidentes a partir do Diagrama de Ishikawa, onde foi possível identificar melhorias para a segurança das atividades.

O período de coleta das informações foi entre Abril e Junho de 2024. A pesquisa foi motivada pela necessidade de se realizar uma análise mais profunda das práticas em segurança do trabalho adotadas na empresa investigada.

Por fim foi realizado um comparativo das normas vigentes e literatura selecionada com a realidade das frentes de trabalho da empresa investigada, para então serem discutidos nos resultados e serem realizadas as considerações finais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação rigorosa das normativas de segurança é essencial para mitigar os riscos identificados no Sistema Elétrico de Potência. Entre as normas mais relevantes que orientam as práticas de segurança no setor, destacam-se a NR-10, a NR-35 e a NBR 5410.

A seguir foram analisados essas três normativas na empresa investigada, buscando identificar os principais riscos em situações de rotina, são eles: choque elétrico, arco elétrico e queda de altura.

4.1 RISCOS E ACIDENTES IDENTIFICADOS

Nos SEPs os acidentes envolvendo choque elétrico, são observados em manutenções e construções de redes elétricas e atividades técnicas-comerciais, como por exemplo o corte do fornecimento de energia elétrica. Esse risco será analisado para as classificações de trabalho: atividades de Linha Viva e Linha Morta em construção e manutenção em redes aéreas de distribuição.

As atividades de Linha Viva apresentam maior risco porém nas atividades de Linha Morta ocorrem com mais frequência de acordo com a Abradee (2023), na Figura 1, é possível visualizarmos uma equipe atuando em atividades de Linha Viva (à direita) e Linha Morta (à esquerda).

Figura 1 – Trabalhadores executando atividades em Linha Morta (a esquerda). Atividade de Linha Viva (a direita)



Fonte: Autor (2024)

As atividades de Linha Viva, que ocorrem em redes de média e alta tensão são as que os trabalhadores estão mais expostos ao risco de choque elétrico, devido os mesmos estarem trabalhando ao contato com partes energizadas da rede. Anualmente, ainda são registrados acidentes nesse tipo de atividade no Brasil. Em 2022 foram 27 e em 2023 foram 23 acidentes envolvendo choque elétrico com trabalhadores atuando em atividades de Linha Viva de acordo com a Abradee (2023). A maior parte dos acidentes são em decorrência de toques acidentais do trabalhador na rede, em pontos onde não haviam coberturas isolantes ou, haviam em quantidades insuficientes para cobrir aquela área de trabalho.

Na Figura 2, é ilustrado trabalhadores em atividades de Linha Viva, na qual é possível visualizar as coberturas isolantes (em laranja) em uma rede de média tensão (à esquerda), e à direita, a atividade de instalação de um transformador de distribuição.

Figura 2 – Trabalhadores executando atividades de Linha Viva



Fonte: Autor (2024)

Na empresa investigada não houveram acidentes envolvendo choque elétrico em atividades de Linha Viva nos últimos anos. Alguns fatores podem motivar esses resultados a exemplo da maior experiência (geralmente dois anos como eletricitista de Linha Morta) dos trabalhadores alocados para essa função, a realização de treinamentos básicos de NRs, cursos para formação de eletricitistas de redes elétricas de distribuição e específicos para trabalhos em redes energizadas. Além desses, outros fatores contribuem para evitar a ocorrência de acidentes, que são a utilização correta de EPIs, como luvas e mangas isolantes, e EPCs, como as coberturas isolantes, durante a execução das atividades e o correto planejamento do que será realizado antes de executar determinada atividade.

Já as atividades em Linha Morta (Figura 1, à esquerda), são realizadas nas redes desenergizadas, na maior parte dos casos em obras de construção e manutenção pesada, como substituição ou instalação de postes e de condutores de média e baixa tensão. De acordo com a NR-10, um circuito elétrico só é considerado desenergizado se forem cumpridos os procedimentos em sequência, listados abaixo:

- a) Seccionamento: onde o circuito é descontinuado de outro circuito ou do restante do mesmo;
- b) Impedimento de reenergização: para impedir a reenergização são colocados invólucros no entorno das chaves, para impedir qualquer manobra das mesmas e energizar o circuito;

- c) Constatação da ausência de tensão: antes de qualquer intervenção na rede, os trabalhadores necessitam testar as fases com um detector de tensão, para certificar que não há tensão na rede que se irá trabalhar;
- d) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos: são instalados aterramentos temporários na baixa e média tensão, para em caso de energização acidental a corrente ser “desviada” para o solo, não atingindo o trecho de trabalho;
- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada: se dentro do circuito que os trabalhadores estiverem atuando existirem elementos energizados, esses devem ser cobertos, utilizando-se as coberturas isolantes.
- f) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização: colocam-se placas para sinalizar e advertir que há trabalhadores na rede, para evitar qualquer manobra no circuito por terceiros.

Somente após a realização destes procedimentos os trabalhadores de Linha Morta podem atuar e realizar intervenções na rede elétrica de forma segura e em um cenário onde o risco de choque elétrico encontra-se controlado.

Porém, mesmo com os procedimentos previstos na NR-10, esta atividade contabiliza acidentes envolvendo choque elétrico no Brasil. Em 2022 foram 40 e em 2023, 36 acidentes de acordo com a Abradee (2023). A maior parte destes acidentes foram devidos a energizações acidentais nos circuitos em que os trabalhadores realizavam intervenções. Energizações acidentais podem ocorrer devido a várias situações, entre elas: falhas de comunicação ao manobrar chaves em circuitos, presença de equipamentos geradores em residências, comércios ou indústrias conectados à rede e descargas elétricas causadas por eventos climáticos.

Assim como nas atividades de Linha Viva, na empresa investigada não houveram acidentes envolvendo choque elétrico em atividades de Linha Morta nos últimos anos. Alguns fatores podem motivar esses resultados como treinamentos básicos dos trabalhadores em NRs e em cursos de formação de eletricitistas de rede, correto seccionamento e bloqueio do circuito (conforme Figura 3 à esquerda), sinalização das chaves seccionadas e comunicação eficiente entre as equipes de campo e entre o CO (Centro de Operações) das distribuidoras de energia, e por fim, principalmente a utilização correta dos aterramentos temporários de baixa ou média tensão (conforme Figura 3 a direita), o aterramento é o principal EPC que irá proteger os trabalhadores em caso de uma energização acidental da rede, “desviando” a corrente elétrica para a terra, ao invés de ir ao encontro dos trabalhadores.

Figura 3 – À esquerda é mostrado os invólucros de chaves, que são utilizados para bloqueio do circuito. A direita é possível visualizar os aterramentos temporários de média tensão.



Fonte: Autor 2024

As distribuidoras de energia elétrica possuem procedimentos de trabalho robustos para essas atividades. São manuais que detalham todos os passos desde o planejamento das atividades, passando pela execução por tipo de serviço que será realizado, até a conclusão. Nesses procedimentos são detalhados, inclusive, os EPIs e EPCs que devem ser utilizados.

Outro risco presente nas atividades da empresa investigada é o arco elétrico, que é uma descarga elétrica que ocorre quando a corrente elétrica passa através de um meio gasoso, como o ar, entre dois condutores, e que pode causar queimaduras severas ao trabalhador. A diferença entre o arco e choque elétrico é basicamente: o arco elétrico é a descarga através do ar, sendo criada uma chama calorosa e o choque é passagem da corrente elétrica através do corpo ou de qualquer material que possua boa condutividade elétrica. Acidentes desta natureza podem ocorrer, principalmente, ao se realizar manobras de abertura e fechamento de chaves de circuitos elétricos.

As medidas utilizadas para controlar esse risco envolve treinamento dos trabalhadores, utilização dos EPIs, (conforme Figura 4 a esquerda), com destaque para as vestimentas retardante a chamas (camisa, calça e balaclava) e protetores faciais, e EPCs, como varas de manobra isoladas e equipamento DAC (Dispositivo para Abertura com Carga) que serve para abertura e fechamento, de forma segura, dos circuitos sob carga, minimizando o risco de arco elétrico, conforme ilustrado na Figura 4 a direita.

Figura 4 – A esquerda um trabalhador utilizando todos os EPIs necessários antes de manobrar circuito elétrico. A esquerda o mesmo trabalhador abrindo chaves seccionadoras de circuito.



Fonte: Autor (2024)

Por fim, o risco de queda nos trabalhos em altura é outro risco presente nas atividades da empresa investigada. Esse risco ocorre nos processos de trabalho em Linha Viva e Linha Morta, conforme mencionados anteriormente. O trabalho em altura nas atividades de Linha Viva ocorrem somente em cestos aéreos, conforme Figura 5 à esquerda. Em atividades de Linha Morta ocorrem com escadas, selas plataformas e, em menor proporção, em cestos aéreos acoplados no guindaste veicular dos caminhões. É necessário o trabalho em altura devido a manutenções e correções nas redes aéreas de distribuição, tais como troca de condutores, troca de cruzetas, e demais partes das estruturas de rede, tanto na média quanto na baixa tensão, como ilustra a Figura 5 à direita.

Figura 5 – Atividade de Linha Viva sendo realizada em cesto aéreo, a esquerda. A direita, atividade de Linha Morta sendo realizada através de escada extensível.

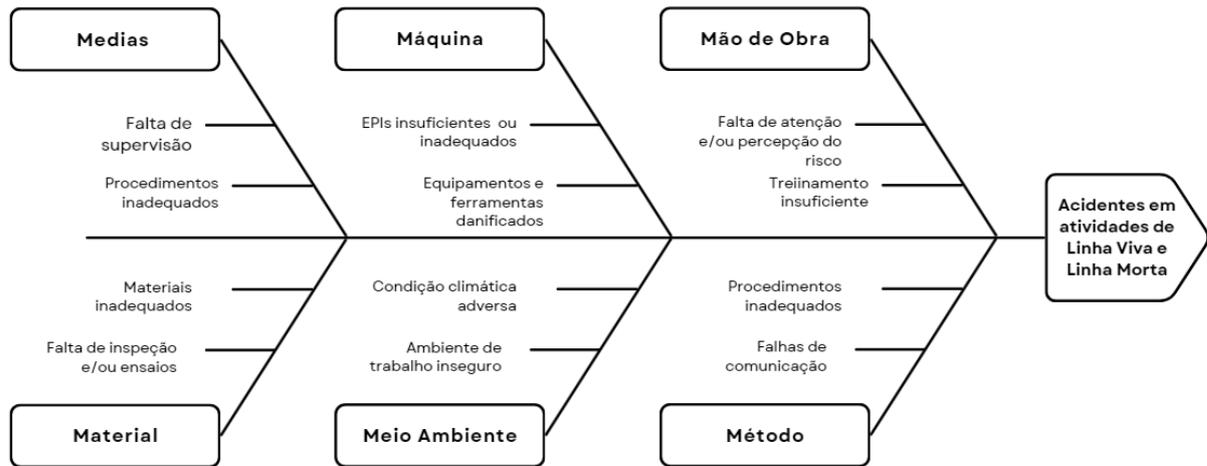


Fonte: Autor (2024)

Assim como nas atividades anteriores, na empresa investigada não houveram acidentes envolvendo queda de altura em atividades de Linha Viva e Linha Morta nos últimos anos, devido a adoção de práticas como os treinamentos básicos da NR-35 para trabalhadores que exercem suas atividades em escadas e para os trabalhadores que exercem suas atividades em cestos aéreos. São também realizadas pelas lideranças, inspeções mensais nos materiais utilizados para escalada, como cintos paraquedistas, mosquetões, talabartes, trava-quedas, além é claro das escadas extensíveis. Todas essas ações são fundamentais para evitar a ocorrência de acidentes em trabalhos em altura.

A compreensão dos riscos de choque elétrico fica melhor a partir da ilustração do Diagrama de Ishikawa de Causa e Efeito. A Figura x apresenta esse diagrama analisando acidentes e riscos causados por choque elétrico em Linha Viva e Linha Morta. Nela se observa que são inúmeros fatores que levam a ocorrência de acidentes nestas atividades, entre elas as causas abordadas nesta seção. Exemplificando em relação à dimensão mão-de-obra, a falta de atenção do trabalhador e/ou o seu treinamento insuficiente são potenciais causas de acidentes com choque elétrico.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa para acidentes envolvendo choque elétrico, arco elétrico e queda de altura em atividades de Linha Viva e Linha Morta



Fonte: Autor (2024)

Na Figura 6, também é representativa das causas analisando acidentes e riscos causados por arco elétrico em Linha Viva e Linha Morta e/ou aqueles causados por queda de altura. Nela se observa que são inúmeros fatores que levam a ocorrência de acidentes. Com isso, essa sistetização indica direções para ações de segurança do trabalho que integrem os procedimentos normativos determinados pelas NR-10, a NR-35 e a NBR 5410.

A aplicação dessas normativas tem-se mostrado positiva na manutenção dos resultados da segurança dos trabalhadores na empresa investigada. A NR-10 tem contribuído significativamente para a conscientização sobre os perigos da eletricidade e a importância de seguir procedimentos seguros, resultando em uma diminuição nos incidentes relacionados a choques elétricos. A NR-35, ao promover treinamentos específicos e o uso de equipamentos adequados, tem reduzido os acidentes por quedas em altura. A NBR 5410, ao assegurar a conformidade técnica das instalações, tem prevenido falhas e incidentes decorrentes de instalações elétricas inadequadas, melhorando a segurança geral do sistema elétrico. Portanto, a implementação rigorosa dessas normativas é importante para a gestão eficaz dos riscos na empresa investigada no SEP de forma geral, garantindo a proteção dos trabalhadores e a integridade das instalações elétricas. Além das questões legais, uma prática comum na empresa é a realizações Diálogos Diários de Segurança (DDS) com a liderança, Técnicos em Segurança do Trabalho (TSTs) e os demais trabalhadores. Elas ocorrem em dois momentos distintos: na base, antes das equipes se deslocarem até o local das obras; e em campo, onde o DDS fica a cargo do encarregado (ou chefe de turma em alguns estados) junto aos eletricitistas que compõem

sua equipe. Nos DDS na base são abordados temas sobre os riscos mencionados neste trabalho, situações de campo relacionadas à segurança, procedimentos de trabalho da empresa e/ou concessionária. Os DDS realizados nos locais de obras costumam ser no momento da realização da Análise Preliminar de Risco (APR), onde encarregado e eletricitas avaliam o serviço que será executado, os riscos que envolvem na atividade, as medidas de controle destes riscos e o que fazer em caso de emergência. Outra prática comum na empresa investigada são as inspeções de segurança nos locais onde os serviços estão sendo realizados. Essas inspeções são realizadas todos os meses por TSTs e pelas lideranças da empresa, cada função de liderança na empresa tem uma meta estipulada de inspeções a serem realizadas por mês definidas pela direção. Nas inspeções são possíveis identificar situações de risco de acidentes e serem corrigidas imediatamente. Essas práticas contribuem para o fortalecimento da cultura de segurança na empresa e para o sistema de gestão da empresa como um todo, minimizando os riscos de acidentes de trabalho e tornando-a uma organização saudável para atividades laborais.

4.2 MELHORIAS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE RISCOS EM SEGURANÇA NO SEP

Nessa seção foi sistematizado um conjunto de medidas que poderiam constar em legislação ou procedimentos operacionais das empresas, quanto aos riscos descritos na seção anterior.

Para melhorar a segurança no Sistema Elétrico de Potência, a implementação de ações práticas tem-se mostrado eficaz na mitigação dos riscos e na proteção dos trabalhadores. Entre as principais estratégias adotadas, destaca-se o treinamento contínuo, que consiste na capacitação regular dos trabalhadores sobre práticas de segurança e procedimentos de emergência. Esses treinamentos incluem desde a correta utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs) até a resposta a situações de emergência, garantindo que os trabalhadores estejam sempre preparados para lidar com os desafios do dia-a-dia no setor elétrico.

O uso adequado de EPIs é outra medida crucial para a segurança no SEP. Garantir que todos os trabalhadores utilizem corretamente os equipamentos de proteção, como luvas isolantes, capacetes com proteção facial e vestimentas anti-chamas, é fundamental para prevenir lesões graves. A eficácia dos EPIs depende não apenas de seu uso correto, mas também de sua manutenção adequada e da conscientização constante dos trabalhadores sobre sua importância.

A manutenção preventiva dos equipamentos e da infraestrutura é uma prática essencial

para a segurança no setor elétrico. A implementação de cronogramas rigorosos para manutenção e inspeção regular ajuda a detectar e corrigir falhas antes que causem acidentes. Isso inclui verificações periódicas de cabos, transformadores, e outros equipamentos críticos, bem como a realização de auditorias de segurança.

Promover uma cultura de segurança dentro da organização é fundamental para garantir que todos os trabalhadores e gestores priorizem a segurança em todas as operações. Uma cultura de segurança forte é caracterizada por uma comunicação aberta sobre riscos, uma liderança que dá o exemplo e incentiva comportamentos seguros, e um compromisso contínuo com a melhoria das práticas de segurança. As empresas que conseguem promover essa cultura de segurança tendem a ter menores taxas de acidentes e uma maior conformidade com as normas de segurança.

A utilização de tecnologia avançada tem transformado a maneira como a segurança é gerenciada no SEP. Dispositivos inteligentes e sistemas automatizados permitem o monitoramento contínuo da rede elétrica, a detecção precoce de falhas e a realização de reparos remotos, sem a necessidade de exposição dos trabalhadores a situações de risco. Por exemplo, sensores instalados em pontos críticos da rede podem fornecer dados em tempo real sobre o estado dos equipamentos, permitindo intervenções preventivas antes que ocorra uma falha. Isso é corroborado pelo estudo de Silva Filho (2021) que indica a necessidade de atualização contínua das normas e legislação vigente devido aos avanços tecnológicos no setor elétrico.

4.3 REFLEXÃO CRÍTICA SOBRE AS PRÁTICAS ATUAIS NA EMPRESA ESTUDADA

Também são importantes melhorias nos procedimentos operacionais além das melhorias no sistema de gestão.

A gestão de riscos no SEP é uma tarefa complexa que requer atenção detalhada a diversos fatores para garantir a segurança dos trabalhadores e a eficácia operacional. No entanto, alguns erros comuns podem comprometer significativamente esses objetivos.

A falta de treinamento adequado é um erro recorrente na gestão de riscos. Sem treinamento adequado, os trabalhadores podem não estar preparados para identificar e mitigar riscos, o que aumenta a probabilidade de incidentes. Programas de treinamento bem estruturados são essenciais para equipar os trabalhadores com o conhecimento e as habilidades necessárias para realizar suas tarefas de forma segura. Na empresa estudada o Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), mantém um rigoroso controle

dos treinamentos de NR-10, NR-35 e demais treinamentos técnicos para trabalhos no setor elétrico, para manter em conformidade com a legislação vigente e com as exigências das concessionárias. Mensalmente são elaborados cronogramas e ministrados os treinamentos para os trabalhadores que constam com seus treinamentos próximos ao vencimento.

Falhas na implementação de cronogramas rigorosos de manutenção e inspeção dos equipamentos resultam em condições inseguras de trabalho. Equipamentos mal conservados ou defeituosos aumentam significativamente o risco de acidentes. A manutenção preventiva é vital para assegurar que todos os componentes do sistema elétrico estejam em bom estado de funcionamento e não representem perigo para os trabalhadores. A empresa estudada possui um cronograma anual de testes e ensaios nos EPIs e EPCs isolates, além dos equipamentos utilizados para intervenção na rede elétrica. Duas vezes ao ano são realizados ensaios dielétricos, verificações visuais e de funcionamento em EPIs e EPCs, como luvas, mangas e lençóis isolantes, e uma vez ao ano em rígidos, como coberturas isolantes de Linha Viva e Dispositivo de Abertura com Carga (DAC), além das verificações diárias de uniformes e demais materiais de trabalho.

A ausência de uma cultura de segurança dentro da organização pode comprometer todas as outras medidas de segurança implementadas. A ausência de uma abordagem organizacional que priorize a segurança em todas as operações resulta em práticas inseguras e uma maior incidência de acidentes. Uma cultura de segurança robusta é caracterizada pela promoção de comportamentos seguros, pela liderança que dá o exemplo, pela comunicação aberta sobre riscos e pela participação ativa de todos os trabalhadores na manutenção de um ambiente de trabalho seguro.

A negligência com os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) também é um problema comum. O uso inadequado ou o não uso dos EPIs, que são fundamentais para a proteção dos trabalhadores. É essencial que os trabalhadores sejam não apenas equipados com EPIs de qualidade, mas também treinados e incentivados a usá-los corretamente em todas as situações de risco. A fiscalização do uso de EPIs é igualmente importante para garantir a conformidade com os protocolos de segurança.

A subestimação dos riscos é um dos mais críticos. Isso ocorre quando o trabalhador não tem a real percepção do risco das atividades que está executando.

Na empresa estudada, a subestimação dos riscos por parte do trabalhador e a negligência com os equipamentos utilizados são tratados como uma questão de cultura de segurança. Para mitigar essas situações, que podem acarretar em acidentes futuros, são realizados os DDS, conforme mencionado no item anterior. Ações de conscientização, como dinâmicas, com

atividades práticas, sobre a importância da utilização dos EPIs e demais equipamentos de proteção além da promoção de *workshops* com profissionais da área de segurança e com fornecedores de equipamentos. O envolvimento da liderança nas ações de segurança e estar presente em campo, nos locais onde os serviços são executados também se mostra muito eficaz para fortalecer a cultura de segurança na empresa e esses momentos devem ser enfatizados pela empresa de forma orgânica. Essas ações são ilustradas na Figura 7.

Figura 7 – Realização do Diálogo Diário de Segurança com lideranças, à esquerda. A direita, *workshop* sobre percepção de riscos nas atividades de construção.



Fonte: Autor (2024)

A subestimação dos riscos, a falta de treinamento adequado, a manutenção irregular, a negligência com EPIs e a falta de uma cultura de segurança são fatores que podem aumentar significativamente a probabilidade de acidentes. Cada um desses erros aponta para áreas que necessitam de melhorias contínuas e atenção detalhada. A subestimação dos riscos revela a necessidade de avaliações de risco mais rigorosas e detalhadas, que considerem todos os possíveis perigos associados às operações. Implementar programas de capacitação contínua pode mitigar a falta de treinamento adequado, equipando os trabalhadores com as habilidades e o conhecimento necessários para atuar de forma segura. A manutenção preventiva rigorosa é essencial para evitar falhas nos equipamentos que possam resultar em acidentes. Garantir o uso correto de EPIs requer não apenas a disponibilização desses equipamentos, mas também o treinamento e a fiscalização adequados.

Respondendo a questão central desta pesquisa, foi apresentada uma reflexão e apontadas ações para melhora da segurança de trabalhadores de SEP, descrevendo a forma de implementação integrada das normas regulamentadoras NR-10, a NR-35 e a NBR 5410. Portanto, os resultados apontados neste estudo indicam ser possível impactar positivamente na redução dos acidentes de trabalho em empresas que atuam no setor elétrico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi descrever situações práticas e procedimentos de gestão de riscos de acidentes de trabalhadores ao atuar em sistemas elétricos de potência no contexto de uma empresa que presta serviços à concessionárias de energia elétrica no país.

Este trabalho apresentou uma análise detalhada das práticas em uma empresa de manutenção e construção de redes elétricas de distribuição identificando lacunas na segurança ocupacional presentes no setor elétrico e realizando o comparativo com a empresa investigada. Propondo melhorias para tornar as atividades mais seguras para os trabalhadores.

Os principais riscos identificados, como choques elétricos, arcos elétricos, quedas de altura e exposição a condições climáticas adversas, requerem uma abordagem metódica e integrada. As normas regulamentadoras, como a NR-10 e NR-35, são fundamentais para estabelecer medidas de controle e sistemas de proteção. O treinamento contínuo dos trabalhadores e o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual e Coletivos (EPIs e EPCs) são essenciais para a prevenção de acidentes.

Embora ambas as normas abordem aspectos de segurança, a NR-10 foca especificamente na segurança elétrica, enquanto a NR-35 trata de segurança em trabalhos em altura. A falta de uma abordagem integrada que considere simultaneamente os riscos elétricos e de quedas em altura pode resultar em uma proteção inadequada para os trabalhadores que realizam atividades que envolvem ambos os riscos, essa integração pode ser considerada um desafio para as empresas.

A análise das condições climáticas adversas destacou a necessidade de estratégias preventivas e de resposta eficazes, como a previsão meteorológica e o uso de EPIs adequados para diferentes condições. A implementação de treinamentos específicos e a adaptação constante dos programas de capacitação às novas tecnologias e regulamentações são práticas essenciais para garantir a segurança dos trabalhadores.

Os erros comuns na gestão de riscos, como a subestimação dos riscos, a falta de treinamento adequado e a manutenção irregular, foram identificados e discutidos, enfatizando

a importância de uma abordagem proativa e integrada. A construção de uma cultura de segurança robusta e a utilização de novas tecnologias e metodologias são essenciais para a melhoria contínua da segurança no setor elétrico. Pode-se concluir que, a gestão eficaz dos riscos de acidentes de trabalho no SEP exige a combinação de normativas rigorosas, treinamento contínuo, manutenção preventiva, uso adequado de EPIs e a incorporação de tecnologias avançadas. Com essas medidas, é possível proteger os trabalhadores, garantir a continuidade das operações e minimizar os impactos econômicos e sociais dos acidentes no setor elétrico.

Portanto conclui-se que este trabalho atingiu os objetivos propostos inicialmente, demonstrando os riscos que os trabalhadores estão expostos, as medidas de controle a fim de mitigar esses riscos e uma reflexão crítica das práticas adotadas pela empresa.

Seria ainda importante em trabalhos futuros aprofundar as questões acerca da segurança do trabalho, saúde e meio ambiente na empresa a fim de ampliar a análise dados buscando identificar os locais com maiores incidências relacionados aos riscos, para maior assertividade nas tomadas de decisões de gestores.

REFERÊNCIAS

- AZEVÊDO, Alysson Herbert Pereira de. **O Papel das Tecnologias 5G na Transformação das Smart Grids: Um Estudo de Caso de Melhorias Potenciais**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte..
- BARROS, Agatha Grazielle dos Santos. **A importância do uso correto dos equipamentos de proteção individual para os trabalhos de corte ou poda da árvore**. 2020.
- BENTO, Dreison Marcos da Silva et al. **Estudo de caso voltado ao dimensionamento de instalação elétrica residenciais**. 2023.
- BORGES, Giovana Gimenes. **Aplicação das metodologias PMO e TPM para gerenciamento de projetos no contexto da indústria química**. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-35 – Trabalho em Altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- CARDOSO, João Vanio Mendonça. **Inovações tecnológicas, capacidades dinâmicas e absorptivas: um estudo no contexto das cooperativas de eletricidade**. 2023.
- CRUZ, Carlos Henrique Mesquita da. **Segurança do Trabalho em Subestações Elétricas: um estudo das normas vigentes com ênfase na Norma Regulamentadora Nº 10 (NR-10)**. 2022.
- DA CONCEIÇÃO SENA FILHO, Carlos Augusto et al. Abordagem Clínica da Intoxicação: Diagnóstico Diferencial, Manejo Terapêutico e Medidas Preventivas. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1142-1161, 2024.
- DA COSTA CHAVES, Eduardo; DE OLIVEIRA, Rodrigo Pereira. A IMPORTÂNCIA DA NR-10 NA SEGURANÇA DO TRABALHO COM ELETRICIDADE. **International Contemporary Management Review**, v. 5, n. 2, p. e85-e85, 2024.
- DA CUNHA TAVARES, Jose. **Noções de prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho**. Editora Senac São Paulo, 2024.
- DE LIMA, Flávia Traldi. **A atividade de eletricitistas em redes energizadas: trabalho real e mobilizações subjetivas no trabalho**. 2022. Tese de Doutorado. [sn].

DE MELLO, Luci Ferraz. **Práticas imersivas nos processos educativos**. Editora Senac São Paulo, 2023.

DE OLIVEIRA LIMA, Claudio et al. **SEGURANÇA E EFICIÊNCIA NA INDÚSTRIA 4.0: PROCESSOS DE USINAGEM EM TORNO CNC**. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 10, p. 6495-6509, 2023.

DE OLIVEIRA, Denilson Guimarães et al. **Manual instrucional para o coordenador municipal de saúde bucal iniciante na gestão: projeto de desenvolvimento**. 2023.

DOS SANTOS, Inês Fortuna. **Direção de Obra-proposta de procedimentos de saúde e segurança nos Países do Golfo**. 2023.

DOS SANTOS, Jardel Campos. **Propriedades de pavimentos asfálticos com pneus inservíveis. Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade Volume 2**, p. 86.

DUARTE, Lucas Rissi; MINOTTI, Cristiano. **ALTERAÇÕES NA NR-10 E OS SERVIÇOS COM ELETRICIDADE**. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 2, n. 10, p. e210877-e210877, 2021.

GATES, Bill. **Como evitar um desastre climático: As soluções que temos e as inovações necessárias**. Companhia das Letras, 2021.

GAVRONSKI, Jorge Dariano. **Fundamentos de segurança em mineração**. 2023.

GOMES, Rafael Dantas. **Avaliação crítica da NBR 5410: 2004: identificação de aspectos obsoletos em confronto com a realidade atual**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas SA, 2002.
GUARDIA, Isabela. **Velocidade de onda mecânica na avaliação de raízes de ancoragem de árvores nas cidades**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GUSMÃO, Iginio Luís. **Análise de acidentes elétricos e medidas de prevenção sob a perspectiva da nr10**. 2023.

MARTINHO, Edson; DE SOUZA, Danilo Ferreira; MARTINHO, Meire Biudes; MARTINS JR. Walter Aguiar; MORITA, Lia Hanna Martins; MAIONCHI, Daniela de Oliveira (org). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2024 – Ano base 2023**. Salto-SP: Abracopel, 2023. DOI: 10.29327/5388685

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. [S.l.]: Cengage Learning, 2020.

PINHEIRO, Mateus Theisen. **Climatologia de desastres naturais na região das missões do Rio Grande do Sul: vendaval e granizo**. 2021.

PINHEIRO, Paulo Ricardo de Gois. **Abordagem para Avaliação de Riscos Marítimos em portos devido a fatores Meteoceanográficos: O caso do Porto do Recife**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

RODRIGUES, Gabriel et al. **SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DAS NORMAS REGULAMENTADORAS APLICADAS EM CANTEIROS DE OBRA DE PEQUENO PORTE.** 2024.

SALES, Priscila Stfany da Silva. **Proposição de método para a identificação e o controle do nível de segurança em laboratório de soldagem.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SARTORI, Landa Carretero Nunes Marques. **A tecnologia usada como vantagem contra a criminalidade: uma análise da evolução tecnológica das forças de segurança, com um recorte para a Guarda Municipal de Vila Velha.** 2024. Tese de Doutorado. Brasil.

SILVA FILHO, Raimundo Nonato da. **Aplicação da NR 10 e NR 35 no processo de instalação de painéis fotovoltaicos em residências.** 2021. Tese de Doutorado.

SILVA, Aleksander da Conceição et al. **Sustentabilidade por meio da indústria 4.0 e produção mais limpa: Múltiplos casos na indústria automotiva.** 2021.

SILVA, Carlos Miguel Iegli da. **Fatores de risco de trabalhos em espaços confinados na indústria de petróleo e derivados.** 2022.

SILVA, Raony Lucas Lopes; DA SILVA JÚNIOR, Dalmo Cardoso. **IDENTIFICAÇÃO E PREVENÇÃO DE FRAUDES NO MEDIDOR DE ENERGIA. Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica**, v. 5, n. 2, 2023.