

GUSTAVO BUENO MOURA

ANÁLISE DOS RISCOS ELÉTRICOS EM TRABALHOS DE MANUTENÇÃO EM  
LINHAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO EM EMPRESA DE TRANSPORTE  
FERROVIÁRIO

São Paulo

2022

GUSTAVO BUENO MOURA

ANÁLISE DOS RISCOS ELÉTRICOS EM TRABALHOS DE MANUTENÇÃO EM  
LINHAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO EM EMPRESA DE TRANSPORTE  
FERROVIÁRIO

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2022

“Dedico esse trabalho a todos meus  
familiares e amigos”

## AGRADECIMENTOS

Sou grato a todos os professores que cruzaram o meu caminho, transmitindo conhecimento em toda minha formação, no SENAI, na Universidade São Judas Tadeu e na Universidade de São Paulo.

Sou grato aos meus pais Evaldo e Clotilde, que desde sempre, me deram toda ajuda e incentivo que eu precisava para ser a pessoa que sou hoje.

Sou grato a toda minha família, que sempre se preocupou com o meu bem estar.

Sou grato a minha companheira Gabriela por todo incentivo e apoio nos momentos difíceis, me ajudando a ser uma pessoa melhor.

Sou grato a todos meus amigos ferroviários por todo companheirismo e amizade nesses quase 10 anos, com certeza me ajudaram a ser um profissional melhor.

Um agradecimento aos meus avós, em especial ao Pedro, Freibilino e Olivia que não estão mais entre nós, mas me ensinaram o significado de humildade, benevolência e dignidade. Não seria a pessoa que sou hoje sem vocês. Sentirei muita saudade.

## RESUMO

MOURA, Gustavo Bueno. **Análise dos Riscos Elétricos em Trabalhos de Manutenção em Linhas Elétricas de Alta Tensão em Empresa de Transporte Ferroviário** 2022. 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar os riscos associados a uma atividade de manutenção da rede aérea de tração de alta tensão de 3 KVcc, e observar se houve o cumprimento de todas as normas de segurança exigidas pela NR 10 e NR 35, identificando as não conformidades e propondo possíveis melhorias. A análise e coleta de informações foi desenvolvida em uma empresa de transporte ferroviário do Estado de São Paulo, e foi realizado o acompanhamento junto a equipe de manutenção em todas as etapas da atividade. A atividade ocorreu em outubro de 2021, durante a madrugada, enquanto a circulação de trens estava paralisada. Essa atividade foi escolhida por se tratar de uma atividade rotineira, perigosa e com relatos de incidentes em sua execução. Com o acompanhamento junto a equipe de manutenção foi possível identificar todos os riscos associados a atividade utilizando a análise de risco da tarefa - ART, e foi observado que os procedimentos de trabalho foram realizados seguindo todas as normas de segurança aplicáveis. Algumas não conformidades foram observadas, podendo ser facilmente resolvidas pela empresa. Esse estudo foi importante para conscientizar os trabalhadores o quão perigoso os trabalhos com eletricidade são e como todos os procedimentos de segurança são importantes para garantir a segurança e saúde.

**Palavras-chave:** Riscos Elétricos. Desligamento da Rede Aérea. Manutenção. NR-10. Segurança do Trabalho.

## ABSTRACT

MOURA, Gustavo Bueno. **Analysis of Electrical Risks in Maintenance Works on High Voltage Electric Lines in a Railway Transport Company** 2022. 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

This study was developed with the objective of identifying the risks associated with a maintenance activity of the 3 KVdc high voltage traction aerial network, and to observe if there was compliance with all the safety standards required by NR 10 and NR 35, identifying security flaws and proposing possible improvements. The analysis and collection of information was carried out in a railway company in the State of São Paulo, and the monitoring of all stages of the activity was carried out with the maintenance team. The activity took place in October 2021, during the dawn, while the circulation of trains was paralyzed. This activity was chosen because it is a routine, dangerous activity with reports of incidents in its execution. With the follow-up with the maintenance team, it was possible to identify all the risks associated with the activity using the task risk analysis – ART, and it was observed that the work procedures were carried out following the applicable safety standards. Some non-conformities were observed and can be easily resolved by the company. This study was important to make workers aware of how dangerous electrical work is and how all safety procedures are important to ensure safety and health.

**Keywords:** Electrical Hazards. Shutdown of the Air Network. Maintenance. NR-10. Workplace safety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Caminhos da corrente elétrica no corpo humano

Figura 2 – Efeitos do choque elétrico dependendo da intensidade da corrente

Figura 3 – Arco elétrico numa abertura de seccionadora de subestação

Figura 4 – Campo Eletromagnético gerado através da passagem de corrente elétrica

Figura 5 – Óculos de Segurança

Figura 6 – Capacete de Segurança com Carneira e Jugular

Figura 7 – Luva Isolante de Borracha de Alta Tensão

Figura 8 – Tabela de Classes de Luvas Isolantes

Figura 9 – Calçado de Segurança para Eletricistas

Figura 10 – Vestimenta Retardante de chama com faixa refletiva

Figura 11 – Cinto Paraquedista com talabarte Y

Figura 12 – Protetores Auriculares

Figura 13 – Mascaras de Segurança

Figura 14 – Aterramento Temporário

Figura 15 - Vara de Manobra Telescópica

Figura 16 - Detector de Tensão

Figura 17 - Dispositivos de Bloqueio

Figura 18 – Tapete Isolante

Figura 19 – Cones de Sinalização

Figura 20 – Placas de Sinalização

Figura 21 - Ferramentas

Figura 22 – Subestação Rebaixadora

Figura 23 – Catenária Ferroviária

Figura 24 – Contato entre o Pantógrafo do trem e a rede aérea

Figura 25 – Cabo Mensageiro

Figura 26 – Fio de Contato (fio trolley)

Figura 27 – Cabo Alimentador

Figura 28 – Suspensório

Figura 29 – Chave Seccionadora

Figura 30 – ART preenchida pelo responsável

Figura 31 – Ensaio da luva de borracha na validade

Figura 32 – CA da vestimenta retardante de chama válida

Figura 33 – Veículo de Manutenção Ferroviária

Figura 34 - Trecho interditado para manutenção

Figura 35 – Seccionamento manual da chave 11P

Figura 36 – Detector de tensão na rede aérea

Figura 37 – Aterramento temporário da rede aérea

Figura 38 – Seccionadora sem dispositivo de bloqueio e sem placa de sinalização

Figura 39 - Tapete de borracha isolante de tamanho inadequado



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>APR</b>	Análise Preliminar de Risco
<b>ART</b>	Análise de Riscos da Tarefa
<b>AT</b>	Alta Tensão
<b>BT</b>	Baixa Tensão
<b>CS</b>	Cabine Seccionadora
<b>CA</b>	Certificado de Aprovação
<b>CIPA</b>	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
<b>CLT</b>	Consolidação das Leis do Trabalho
<b>CREA</b>	Conselho de Engenharia E Agronomia
<b>EPC</b>	Equipamentos de Proteção Coletiva
<b>EPI</b>	Equipamentos de Proteção Individual
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>PCMSO</b>	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
<b>SE</b>	Subestação
<b>SEP</b>	Sistema Elétrico de Potência
<b>SESMT</b>	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
<b>VCA</b>	Tensão em Corrente Alternada
<b>VCC</b>	Tensão em Corrente Contínua

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS APLICÁVEIS.....	13
<b>2.1.1 NR 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 NR 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3 NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.4 NR 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5 NR 09 - Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.6 NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.7 NR 21 – Trabalhos a Céu Aberto.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.8 NR 35 – Trabalho em Altura.....</b>	<b>17</b>
2.2 RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE.....	17
<b>2.2.1 Choque Elétrico.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Arco Elétrico.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Campos Eletromagnéticos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.4 Riscos Adicionais.....</b>	<b>20</b>
2.3 MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCOS ELÉTRICOS.....	21
<b>2.3.1 Desenergização.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2 Reenergização.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.3 Aterramento.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.4 Equipotencialização.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.5 Equipamentos de Proteção.....</b>	<b>23</b>
2.3.5.1 Equipamento de Proteção Individual.....	23
2.3.5.2 Equipamento de Proteção Coletiva.....	29

<b>2.3.6 Ferramental.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.7 Qualificação, Habilitação, Capacitação e Autorização.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4 SISTEMA ELÉTRICO FERROVIÁRIO.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1 Subestação Rebaixadora Retificadora (SE).....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2 Cabine de Paralelismo (CS).....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.3 Rede Aérea de Tração.....</b>	<b>35</b>
2.4.3.1 Catenária.....	37
2.4.3.2 Cabo Mensageiro.....	37
2.4.3.3 Fio de Contato (fio trolley) .....	38
2.4.3.4 Cabo Alimentador.....	39
2.4.3.5 Suspensório.....	39
<b>2.4.4 Chave Seccionadora.....</b>	<b>40</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
3.1 A EMPRESA.....	41
3.2 A ATIVIDADE.....	42
3.3 ESTUDO DE CASO.....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
4.1 ETAPAS E OS RISCOS ELÉTRICOS DA TAREFA.....	43
<b>4.1.1 Etapa 1 – Preparação da Tarefa.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.2 Etapa 2 – Desligamento da Rede Aérea.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.3 Etapa 3 – Execução das Manutenções.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.4 Etapa 4 – Reenergização da Rede Aérea.....</b>	<b>53</b>
4.2 NÃO CONFORMIDADES.....	54
4.3 MELHORIAS PROPOSTAS.....	56
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos a demanda de consumo de eletricidade no planeta vem aumentando cada vez mais. A eletricidade é indispensável para nosso cotidiano, porém é uma das maiores vilãs em questão de segurança no trabalho. As pessoas estão cada vez mais expostas a esse perigo que não enxergamos e nem sentimos o cheiro (COTRIM, 2003).

Os trabalhos com eletricidade vêm se modificando e evoluindo ao passar dos anos, tornando tais serviços mais rápidos e seguros. Antigamente os cuidados com segurança eram pequenos, quase inexistentes, ocasionando um elevado índice de acidentes (COTRIM, 2003).

Em 8 de Julho de 1978, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), com o objetivo de fornecer orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e à medicina do trabalho, aprovou 28 Normas Regulamentadoras (NR's) (BRASIL, 2007). Hoje já são 37 normas que tratam do assunto, sendo que 2 delas foram revogadas.

A eletricidade desempenha um papel muito importante na indústria do transporte. A qualidade da vida das pessoas nas cidades está associada diretamente à qualidade do transporte, e as ferrovias são de suma importância nesse contexto. A média diária de usuários transportados só em 2019 foram de 2,9 milhões de pessoas.

O sistema de abastecimento de energia elétrica da ferrovia é a responsável pela alimentação elétrica dos trens e de todo sistema elétrico de sinalização. A energia elétrica é distribuída ao longo de toda a via férrea, através de condutores elétricos aéreos (catenária) de 3KVcc para alimentação dos trens e também através de linhas aéreas de 6.6KVca para alimentação do sistema de sinalização na via férrea.

Os serviços de manutenção tanto preventiva como corretiva desse sistema ocorrem diariamente, com o objetivo de deixar o sistema funcional para o uso da população no dia a dia. É um trabalho de suma importância para a sociedade.

Nesta monografia destaca-se a segurança em trabalhos de manutenção da rede aérea de tração de 3KVcc responsável pelo funcionamento dos trens da ferrovia.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é apresentar um estudo de caso de uma atividade de manutenção da rede aérea de tração do transporte ferroviário, analisando os riscos associados a essa atividade, identificando falhas na segurança e propondo possíveis melhorias, atendendo as exigências da NR 10, NR 35 e demais normas aplicáveis a atividade.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Após quase 10 anos de experiência trabalhando com serviços de manutenção dos sistemas de energia elétrica do transporte ferroviário, o autor tem ciência da importância da segurança nesse ramo de atividade, e observou a necessidade de uma análise dos riscos relacionados, afim de conscientizar os trabalhadores da importância do assunto, e identificando se os procedimentos de segurança exigidos pela NR 10, NR 35 e demais normas aplicáveis a essa atividade estão sendo atendidas pelos trabalhadores e pela empresa.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS APLICÁVEIS

Atualmente estão em vigor 35 normas regulamentadoras, que são obrigatórias tanto para os trabalhadores como para as empresas, e são de suma importância para orientar as execuções das atividades com segurança. Segue abaixo as principais

normas regulamentadoras utilizadas em trabalhos de manutenção da rede aérea de tração.

### **2.1.1 NR 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT**

Todas empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração e dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, manterão, obrigatoriamente, Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho. (BRASIL, 2016).

Essa norma estabelece a obrigatoriedade de as empresas contratarem profissionais da área de segurança e saúde do trabalho conforme o número de empregados e ao risco em que a empresa está exposta. Esses profissionais farão parte do SESMT e irão passar a ser responsáveis pela elaboração, planejamento e aplicação dos seus conhecimentos nos ambientes laborais, com o objetivo de garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores. (OLIVEIRA, 2021).

### **2.1.2 NR 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA**

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador. (BRASIL, 2019).

Esta norma regulamentadora determina os critérios para a criação da CIPA, que é de suma importância nas empresas, podendo verificar as condições dos ambientes de trabalho, identificar possíveis riscos, podendo apresentar um plano de ação preventivo à empresa. A CIPA também transmite informações e podem cobrar dos

trabalhadores a execução de atividades seguindo as normas de segurança e planos implantados. (MARTINS, 2021).

### **2.1.3 NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI**

Considera-se Equipamento de Proteção Individual – EPI como todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. (BRASIL, 2018).

Esta norma estabelece os requisitos desde a fabricação, importação até a comercialização do EPI, as responsabilidades dos empregados e empregadores quanto ao fornecimento e utilização do mesmo. Os tipos de EPI são classificados dependendo do tipo de risco associado a atividade. (BRASIL, 2018)

### **2.1.4 NR 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO**

Esta Norma Regulamentadora estabelece diretrizes e requisitos para o desenvolvimento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO nas organizações, com o objetivo de proteger e preservar a saúde de seus empregados em relação aos riscos ocupacionais, conforme avaliação de riscos do Programa de Gerenciamento de Risco - PGR da organização. (BRASIL, 2020)

### **2.1.5 NR 09 - Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos**

Esta norma regulamentadora estabelece os requisitos para a avaliação das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos quando identificados no programa de Gerenciamento de Riscos – PGR, e subsidiá-lo quanto às medidas de prevenção para os riscos identificados. (BRASIL, 2020).

Esta norma entra em vigor em janeiro de 2022 – Portaria SEPRT 8.873, de 23/07/2021.

#### **2.1.6 NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**

Esta Norma Regulamentadora estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. (BRASIL, 2019).

Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. (BRASIL, 2019).

#### **2.1.7 NR 21 – Trabalhos a Céu Aberto**

Esta norma trata das condições de trabalho de quem atua ao ar livre, com o objetivo principal de fornecer proteção aos trabalhadores contra todos os tipos de clima e agentes externos. Por exemplo, ele define que é obrigatório fornecer abrigo que proteja as pessoas contra intempéries e também define medidas para que o trabalhador não seja exposto à insolação excessiva, calor, umidade, frio, etc. (BRASIL, 1999)



### **2.1.8 NR 35 – Trabalho em Altura**

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade. (BRASIL, 2019).

Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. (BRASIL, 2019).

## **2.2 RISCOS EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS COM ELETRICIDADE**

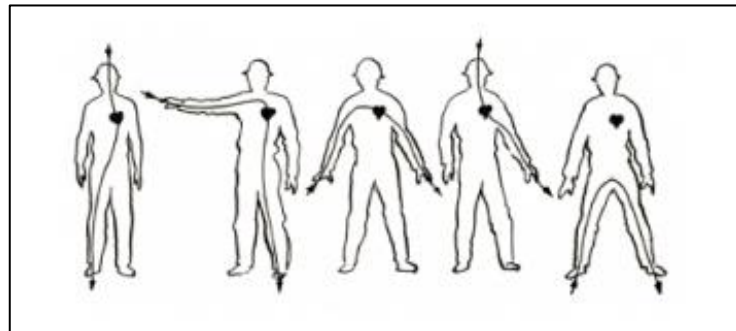
No dia a dia, todas as pessoas estão expostas aos perigos da eletricidade, mesmo em casa. Porém quando se trata de trabalhos com eletricidade, direta ou indiretamente, os riscos são muito maiores. Os principais tipos de riscos em trabalhos com eletricidade são:

### **2.2.1 Choque Elétrico**

O Choque Elétrico é a reação do organismo à passagem de corrente elétrica. A corrente elétrica se caracteriza pelo fluxo de elétrons que circula quando existe um caminho, determinado circuito elétrico, estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos diferentes, como por exemplo um condutor energizado e a terra. Se a pessoa encostar em ambos ao mesmo tempo, formará um circuito elétrico e permitirá que a corrente percorra seu corpo. (MORALES, 2018).

A figura 1 demonstra os possíveis caminhos que a corrente elétrica pode percorrer no corpo humano. O maior risco para a pessoa é quando a corrente elétrica passa através do coração. (MORALES, 2018).

Figura 1 – Caminhos da corrente elétrica no corpo humano



Fonte: CPN-SP (2005)

O dano atribuído pelo choque elétrico são diversos e pode ser potencializado dependendo do valor da corrente elétrica que passa pelo corpo, pelo caminho que a mesma faz e a duração. Os efeitos da corrente elétrica no organismo humano vão desde formigamentos com correntes baixas, até queimaduras severas e óbito com correntes maiores conforme figura 2. (MORALES, 2018).

Figura 2 – Efeitos do choque elétrico dependendo da intensidade da corrente

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

Fonte: SIEMENS (2003)

### 2.2.2 Arco Elétrico

O Arco Elétrico, ou arco voltaico, ou curto-circuito como é popularmente chamado, ocorre quando a corrente elétrica é tão alta que consegue superar a resistência do ar ou outro meio isolante, efeito que é chamado de ruptura dielétrica. Os resultados de um arco elétrico são uma forte explosão, energia sonora e uma intensa energia térmica. Podemos observar um arco elétrico na figura 3. (ELETROENSINO, 2021).

Figura 3 – Arco elétrico numa abertura de seccionadora de subestação



Fonte: ELETROENSINO (2014)

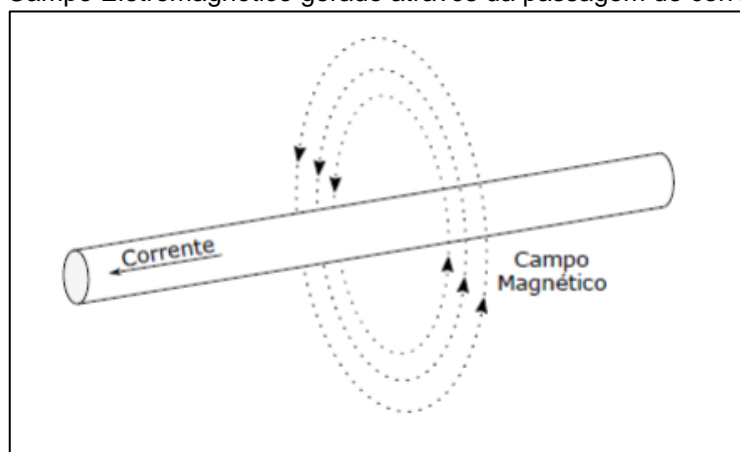
O arco elétrico ocorre num curtíssimo período de tempo (menor que 0,5 segundos), e suas temperaturas podem alcançar 20 000 °C, sendo considerado uma das mais intensas fontes de calor na Terra. Pessoas que estejam próximos ao raio de explosão do arco elétrico, podem sofrer severas queimaduras, ou até óbito. (MORALES, 2018).

### 2.2.3 Campos Eletromagnéticos

Os Campos Eletromagnéticos são gerados através da passagem de corrente elétrica em condutores, podendo induzir tensão elétrica em condutores próximos, representado pela Lei de Faraday-Lenz, conforme figura abaixo. Assim pode ocorrer

a indução de tensão elétrica em um circuito desenergizado próximo, ocasionando numa passagem de corrente elétrica. Por isso é fundamental que os trabalhadores além de desligar o circuito no qual irá trabalhar, conferir com detectores de tensão, se o circuito está sem tensão. Um campo eletromagnético gerado através da passagem de corrente está demonstrado na figura 4. (FREITAS, 2017).

Figura 4 – Campo Eletromagnético gerado através da passagem de corrente elétrica



Fonte: FREITAS (2017)

Normalmente os campos eletromagnéticos são prejudiciais as pessoas somente quando são muito intensos, ocorrendo disfunções em implantes eletrônicos como marca passos, e podendo induzir uma circulação de correntes em próteses metálicas, a ponto de provocar aquecimento intenso, o que ocasiona lesões internas. (FREITAS, 2017).

#### 2.2.4 Riscos Adicionais

De acordo com a NR-10 (BRASIL, 2019), são considerados como riscos adicionais todos aqueles, além dos elétricos, que são específicos de cada ambiente de trabalho e que, direta ou indiretamente, podem afetar a segurança e a saúde dos trabalhadores no ramo da eletricidade.

Os principais riscos adicionais em trabalhos com eletricidade são:

- **Altura:** São considerados trabalhos em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do piso de referência, onde haja risco de queda. A NR- 35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para esses tipos de trabalhos.
- **Ambientes Confinados:** São locais com acesso e movimentação de pessoas muito difíceis e limitados, e com pouca ou nenhuma ventilação. A norma que rege esses tipos de trabalhos é a NR-33.
- **Áreas Classificadas:** Áreas sujeitas à presença de gases/vapores inflamáveis ou poeiras/fibras combustíveis, podendo formar uma atmosfera potencialmente explosiva.
- **Condições Atmosféricas Adversas:** Trabalhos com eletricidade só devem ser executados quando as condições meteorológicas estão boas, não sendo permitido trabalhar sob ventos, chuvas, neblina, umidade elevada ou descargas atmosféricas.

### 2.3 MEDIDAS DE CONTROLE DE RISCOS ELÉTRICOS

As medidas de controle do risco elétrico são definidas pela NR-10 (BRASIL, 2019) em seu item 10.2.1 da seguinte forma:

“Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e saúde no trabalho”.

As medidas de controle adotadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho. (BRASIL, 2019).

### **2.3.1 Desenergização**

Segundo a NR 10 (BRASIL, 2019), no item 10.5.1, serão considerados um circuito desenergizado e liberado para os trabalhos, mediante procedimentos adequados, obedecendo a seguinte sequência:

- a) Seccionamento do circuito;
- b) Impedimento de Reenergização através de bloqueio mecânico (Travas ou cadeados);
- c) Constatação da ausência de tensão através de detector de tensão;
- d) Instalação de aterramento temporário;
- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada). A zona controlada é uma área em torno da parte condutora energizada, segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com nível de tensão, sendo sua aproximação somente permitida a profissionais autorizados, como descrito no Anexo II da NR10.
- f) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

### **2.3.2 Reenergização**

Segundo a NR 10 (BRASIL, 2019), no item 10.5.2, somente ocorrerá a energização do circuito quando existir a autorização para isso, devendo respeitar a sequência de procedimentos abaixo:

- a) Retirada das ferramentas, utensílios e equipamentos;
- b) Retirada da zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização;
- c) Remoção do aterramento temporário, e de todas as proteções adicionais;
- d) Remoção da sinalização de impedimento de reenergização;
- e) Destravamento e religação dos dispositivos de seccionamento.

### **2.3.3 Aterramento**

É um sistema que faz a ligação intencional do circuito elétrico com a terra através de um componente condutor. Tal ligação é responsável por dispersar a corrente elétrica para a terra em caso de tensões induzidas ou uma reenergização não intencional do circuito, protegendo os trabalhadores de choques elétricos. (BRASIL, 2019).

### **2.3.4 Equipotencialização**

É um conjunto de medidas que tem como objetivo minimizar as diferenças de potencial entre dois ou mais componentes da instalação elétrica. (BRASIL, 2019).

### **2.3.5 Equipamentos de Proteção**

#### **2.3.5.1 Equipamento de Proteção Individual**

Segundo a NR 6 (BRASIL, 2018), equipamentos de proteção individual – EPI são todos os dispositivos ou produtos, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e saúde no trabalho.

Os EPIs devem ser adotados quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente insuficientes para controlar os riscos, e deve possuir um Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho. (BRASIL, 2018).

A empresa é obrigada a fornecer gratuitamente os EPIs adequados aos empregados em perfeito estado de conservação e funcionamento. Os empregados são responsáveis pelo seu uso e conservação. (BRASIL, 2019)

São exemplos de Equipamentos de Proteção Individual:

- Óculos de segurança: Destinado à proteção contra elementos que possam ferir os olhos; (NORMASBREPIS, 2021).

Figura 5 – Óculos de Segurança



Fonte: NORMASBREPIS (2021)

- Capacetes: Destinado à proteção da cabeça contra quedas de objetos; (ELASTOBAR, 2021).



Figura 6 – Capacete de Segurança com Carneira e Jugular



Fonte: ELASTOBAR (2021)

- **Luvras Isolantes:** As luvras isolantes de Borracha em conjunto com a luva protetora de couro são utilizadas para a proteção das mãos contra contatos diretos e indiretos em atividades que ofereçam risco de choque elétrico. As luvras são classificadas em classes de acordo com o nível de tensão elétrica correspondente ao trabalho a ser executado. (SUPEREPI, 2021).

Figura 7 – Luva Isolante de Borracha de Alta Tensão



Fonte: SUPEREPI (2021)

Figura 8 – Tabela de Classes de Luvas Isolantes

TABELA - CLASSES DE LUVAS ISOLANTES (NBR 10622/89)				
CLASSE	COR	TENSÃO DE USO (V)	TENSÃO DE ENSAIO (V)	TENSÃO DE PERFURAÇÃO (V)
00	bege	500	2 500	5 000
0	vermelha	1 000	5 000	6 000
1	branca	7 500	10 000	20 000
2	amarela	17 000	20 000	30 000
3	verde	26 500	30 000	40 000
4	laranja	36 000	40 000	50 000

Fonte: SULFORP (2017)

- Calçados: Equipamento utilizado para proteger os pés dos trabalhadores e minimizar as consequências de contatos com partes energizadas, e são selecionadas conforme nível de tensão de isolamento. (SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2021).

Figura 9 – Calçado de Segurança para Eletricistas



Fonte: SOLUÇÕES INDUSTRIAIS (2021)

- Vestimenta Retardante a Chama: É um tipo de roupa que garante aos trabalhadores máxima proteção e segurança contra os efeitos térmicos do arco elétrico e do fogo repentino. (RENASCER EPI, 2021).

Figura 10 – Vestimenta Retardante de chama com faixa refletiva



Fonte: RENASCER EPI (2021)

- Cinturão de Segurança: Equipamento de Proteção contra queda de pessoas, sendo obrigatório sua utilização em trabalhos acima de 2 metros (dois metros) de altura do chão segundo a NR 35. (SUPER EPI, 2021).

Figura 11 – Cinto Paraquedista com talabarte Y



Fonte: SUPER EPI (2021)

- Protetores Auriculares: Equipamento destinado a minimizar as consequências de ruídos prejudiciais a audição. (CONNECTAFG, 2021).

Figura 12 – Protetores Auriculares



Fonte: CONNECTAFG (2021)

- Mascaras e Respiradores: Equipamentos utilizados em área confinadas ou em áreas sujeitas a emissão de gases e poeiras. (SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2021).

Figura 13 – Mascaras de Segurança



Fonte: SOLUÇÕES INDUSTRIAIS (2021)

### 2.3.5.2 Equipamento de Proteção Coletiva

Os equipamentos de proteção coletiva visam a proteção dos trabalhadores dos riscos fornecidos pelo ambiente de trabalho, de maneira coletiva. Os equipamentos são instalados no ambiente de trabalho, podendo ser fixos ou móveis. O uso dos EPC's se mostra mais eficientes que os EPI's, pelo fato de agir de maneira coletiva. (BRASIL, 2019)

São exemplos de equipamentos de proteção coletiva:

- Conjunto de Aterramento Temporário: Destinado a garantir a segurança dos trabalhadores contra uma reenergização não intencional de um circuito elétrico. (SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2021).

Figura 14 – Aterramento Temporário



Fonte: SOLUÇÕES INDUSTRIAIS (2021)

- Vara de Manobra: Esse equipamento tem por objetivo garantir a segurança a distância e o isolamento necessário nas intervenções em instalações elétricas. A utilização dele muitas vezes dispensa o uso de escadas ou plataformas, sendo que as tarefas poderão ser executadas diretamente do solo. (LOJA VIRTUAL, 2021).

Figura 15 - Vara de Manobra Telescópica



Fonte: LOJA VIRTUAL (2021)

- **Detector de Tensão:** Dispositivo que informa a presença de energia elétrica em circuitos. Possui sinais luminosos e sonoros. (RITZ, 2021).

Figura 16 - Detector de Tensão



Fonte: RITZ (2021)

- **Dispositivo de Bloqueio:** São elementos que impedem que o circuito elétrico seja energizado acidentalmente sem as devidas autorizações dos responsáveis pelo serviço. (TAGOUT, 2021).

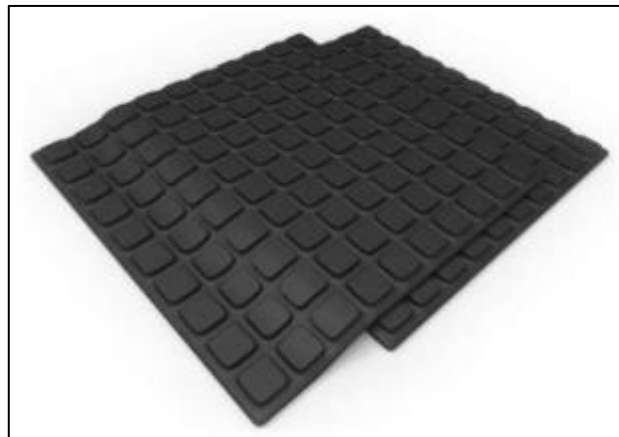
Figura 17 - Dispositivos de Bloqueio



Fonte: TAGOUT (2021)

- Tapetes de Borracha Isolantes: Elementos aplicados no chão onde o trabalhador está, diminuindo os riscos de uma falha de isolamento dos equipamentos. (SOLUÇÕES INDUSTRIAIS, 2021).

Figura 18 – Tapete Isolante



Fonte: SOLUÇÕES INDUSTRIAIS (2021)

- Cones de Sinalização: Destinados a fazer a isolação de uma determinada área. (SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO, 2017).

Figura 19 – Cones de Sinalização



Fonte: SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO (2017)

- Placas de Sinalização: Destinados à sinalização do perigo e advertências para as pessoas. (SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO, 2017).

Figura 20 – Placas de Sinalização



Fonte: SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO (2017)



### 2.3.6 Ferramental

A Norma regulamentadora 10 determina que só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas compatíveis com a instalação elétrica (BRASIL, 2019).

São exemplos de ferramentas e equipamentos: Alicates, chaves combinadas, chaves de fenda, martelos, alicate tesoura e escada de fibra.

Figura 21 – Ferramentas



Fonte: GALVAMINAS (2016)

### 2.3.7 Qualificação, Habilitação, Capacitação e Autorização

Segundo a NR 10, em seu item 10.8 (BRASIL, 2019), os trabalhadores da área da eletricidade são classificados da seguinte forma:

- Qualificado: Qualquer pessoa que realiza um curso na área elétrica, reconhecido pelo MEC.
- Habilitado: Pessoa já qualificada, mas com registro em um conselho de classe como CREA.

- Capacitado: Pessoa que recebe instrução e que trabalha sob a responsabilidade de um profissional Habilitado.
- Autorizado: São consideradas autorizados os trabalhadores que são qualificados, habilitados e capacitados e estão com a autorização formal da empresa para trabalhar.

## 2.4 SISTEMA ELÉTRICO FERROVIÁRIO

Podemos descrever o sistema elétrico ferroviário, basicamente, como um conjunto de instalações e equipamentos elétricos, eletrônicos e eletromecânicos que têm como função o fornecimento de energia elétrica em corrente contínua CC para alimentação dos trens e também o fornecimento de energia elétrica em corrente alternada para o sistema de sinalização. (MORALES, 2018). Abaixo está cada parte do sistema de eletrificação ferroviário:

### 2.4.1 Subestação Rebaixadora Retificadora (SE)

A subestação é um local físico que contém a instalação elétrica de alta potência e os equipamentos necessários para a adequação dos níveis de tensão e também os equipamentos de proteção e controle para a alimentação da Rede Aérea de tração e, conseqüentemente, a alimentação dos trens e unidades elétricas. Esses equipamentos são: transformadores, disjuntores, seccionadores, medidores etc. (MORALES, 2018).

As subestações no sistema ferroviário são do tipo rebaixadora e retificadora, elas recebem a energia elétrica de uma concessionária em níveis padrões de 88KV e 138KV e por meio de transformadores, rebaixam a tensão. Para a sinalização rebaixam a tensão para 6.6 KVca. Para a rede aérea de tração, os níveis de tensão são rebaixados para 3 KVca e depois retificado para 3KVcc. (MORALES, 2018).

A figura 22 apresenta uma subestação rebaixadora:

Figura 22 – Subestação Rebaixadora



Fonte: ELETROJR (2016)

#### **2.4.2 Cabine de Paralelismo (CS)**

Local físico com disjuntores, interligados na rede aérea de tração. Essas cabines estão instaladas entre as subestações ao longo do trecho, afim de equalizar as cargas nas redes aéreas de tração, devido ao paralelismo formado pelos disjuntores. (MORALES, 2018).

Os trens são elétricos e para alimentá-los, ao longo das linhas férreas, existem subestações distribuídas estrategicamente, para que os trens possam circular eficientemente, sem que haja queda de tensão ou sobrecargas no sistema elétrico. (MORALES, 2018).

#### **2.4.3 Rede Aérea de Tração**

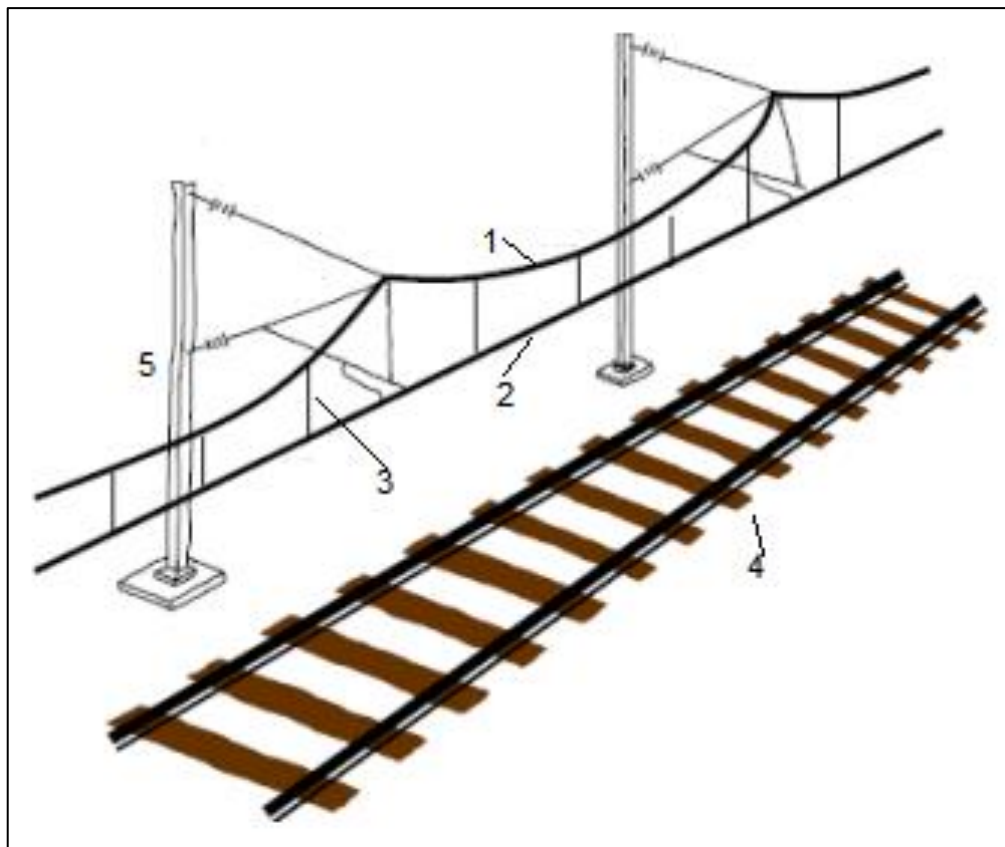
São circuitos aéreos que transportam energia elétrica de 3KVcc mantida pelas SE (subestação) e CS (Cabine de Paralelismo) e que alimentam os trens através do

contato entre o pantógrafo do trem e o fio de contato, em qualquer ponto do trecho eletrificado em que se encontrem, conforme figura 24. (MORALES, 2018).

A figura 23 apresenta um conjunto completo de uma rede aérea de tração, as partes marcadas estão identificadas a seguir:

- 1 - Cabo Mensageiro
- 2 - Fio de Contato (Fio Trolley)
- 3 - Suspensório
- 4 - Trilhos e Dormentes
- 5 - Poste e Console

Figura 23 – Catenária Ferroviária



Fonte: SOUSA (2018)

Figura 24 – Contato entre o Pantógrafo do trem e a rede aérea



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2020)

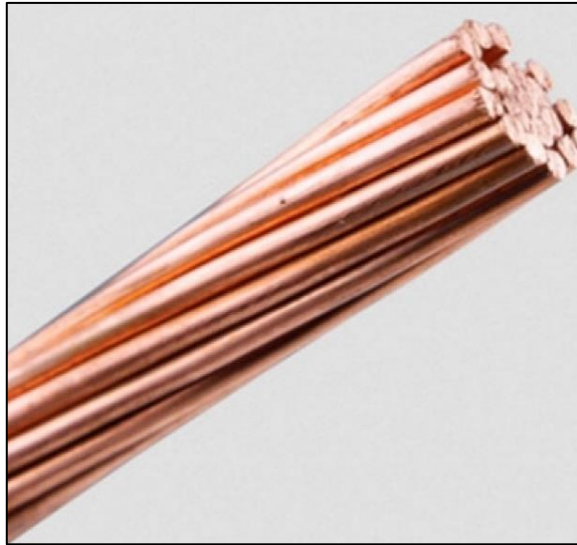
#### 2.4.3.1 Catenária

Circuito formado por condutores de alimentação da energia elétrica. São o cabo mensageiro, o cabo alimentador e o fio de contato (trolley) que compõem a parte do circuito responsável pela distribuição de energia às unidades elétricas na ferrovia. (MORALES, 2018).

#### 2.4.3.2 Cabo Mensageiro

É um condutor elétrico de cobre responsável por receber toda a energia retificada 3KVcc pela subestação e a distribuir ao longo da linha ferroviária. Além de transportar a energia elétrica, é responsável, também, pela sustentação mecânica do fio de contato. Possui uma secção transversal de 253mm<sup>2</sup>. (MORALES, 2018).

Figura 25 – Cabo Mensageiro

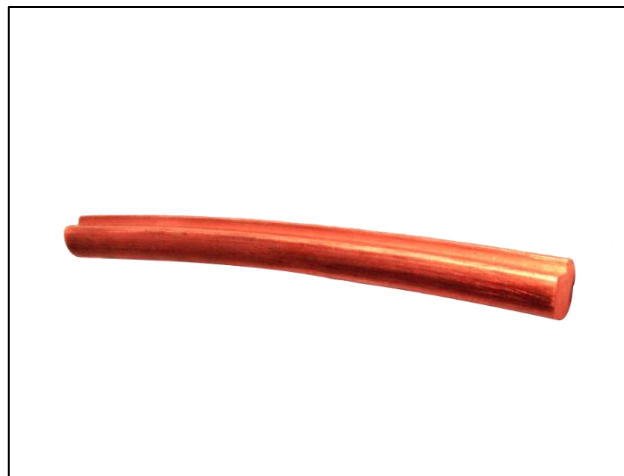


Fonte: J CARVALHO CABOS (2021)

#### 2.4.3.3 Fio de Contato (fio trolley)

Condutor elétrico de cobre com ranhuras laterais que possibilitam sua fixação ao mensageiro por meio de garras conectadas aos suspensórios permitindo que sua área livre de contato ocorra sem danificar o pantógrafo. O fio de contato fica a uma altura entre 4,8m e 5,5m do trilho, estando as medidas menores nas entradas de túneis e cruzamentos com viadutos. (MORALES, 2018).

Figura 26 – Fio de Contato (fio trolley)

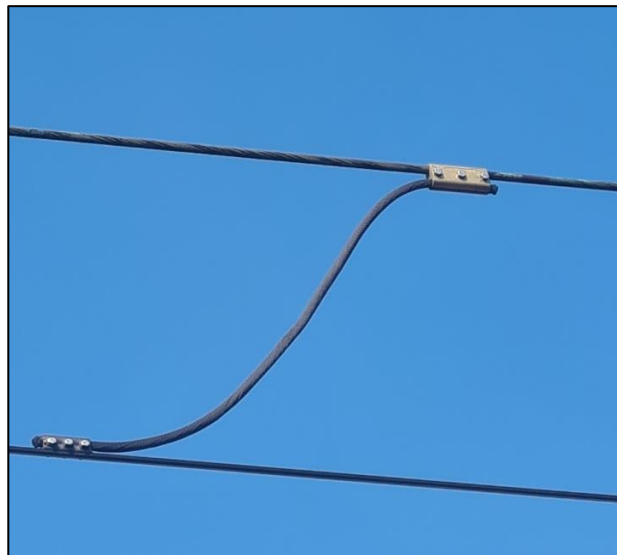


Fonte: SANTA LUIZA (2021)

#### 2.4.3.4 Cabo alimentador

É um condutor elétrico de cobre responsável por transferir a energia elétrica do cabo mensageiro para o fio de contato ou *trolley*. A distância entre os pontos de instalação deve ser de 60m, a fim de possibilitar a transferência da energia elétrica de forma eficiente. (MORALES, 2018).

Figura 27 – Cabo alimentador



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

#### 2.4.3.5 Suspensório

Além de servir para sustentação do fio de contato, serve também para o seu nivelamento. Possui tamanhos variáveis, em função da sua posição na catenária e do tamanho dos vãos entre os postes. Sua fixação ao fio de contato é feita por meio de uma garra (castanha) e ele é alçado no cabo mensageiro, protegido pelo celote ou cela. (MORALES, 2018).



Figura 28 – Suspensório



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

#### 2.4.4 Chaves Seccionadoras

Equipamento de manobra destinado a interromper a continuidade de um condutor, quando nenhuma corrente o percorre. É utilizado para isolar um circuito ou um aparelho da fonte de energia que o alimenta. É o desligamento do circuito para se fazer a manutenção na rede aérea. Esse seccionamento pode ser feito por meio dos disjuntores e seccionadores instalados nas subestações, nas cabines de paralelismo, e ao longo da via. As chaves seccionadoras instalados ao longo da rede aérea facilitam a manutenção, reduzindo o trecho a ser desligado o que favorece a diminuição das interferências na circulação dos trens. (MORALES, 2018). A figura 29 representa uma chave seccionadora da rede aérea de tração:



Figura 29 – Chave Seccionadora



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 A EMPRESA**

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo de transporte ferroviário de passageiros localizada no Estado de São Paulo. A empresa contempla 23 municípios e é responsável pelo transporte de mais de 3 milhões de passageiros por dia útil. Sua malha ferroviária tem uma extensão de mais de 270 km e conta com uma equipe de mais de 7000 funcionários.

Dentro dos mais diversos setores dentro desta empresa, este trabalho se refere a uma análise dos riscos junto ao setor de manutenção, mais especificamente da rede aérea de tração de 3KVcc, que é a responsável por garantir o bom funcionamento do sistema elétrico dos trens, desta maneira atender com qualidade diariamente a demanda de milhões de usuários que dependem desse meio de transporte para se locomover.

### 3.2 A ATIVIDADE

Devido à grande extensão da linha férrea, o serviço de manutenção da rede aérea é uma coisa rotineira e acontece principalmente de madrugada, enquanto a circulação de trens está paralisada. Toda noite é realizada manutenções preventivas e corretivas do sistema, contemplando trocas de cabos, suspensórios, parafusos, isoladores e outras diversas peças.

Para que aconteça o trabalho, a empresa gera uma ordem de serviço chamada de SSA – Sistema de Solicitação de Acesso, autorizando os funcionários a interditarem um determinado trecho da via, em dia e horários previstos e iniciando os desligamentos necessários de acordo com as normas e em seguida começar a tarefa. Devido a instalações de chaves seccionadores e subestações ao longo da via em pontos estratégicos, é possível realizar o desligamento de pequenos trechos, não havendo necessidade de desligar a linha inteira.

Realizada a manutenção, até o horário previsto na SSA, a equipe inicia os procedimentos de reenergização da rede aérea para que em seguida libere a via para os trens logo de manhã atendam a população.

Devido ao extremo risco em trabalhar com sistemas de alta tensão e também em altura, durante o desligamento, reenergização e o serviço, os funcionários devem adotar todos os procedimentos obrigatórios de segurança previsto em normas, principalmente a NR 10 e NR 35.

### 3.3 ESTUDO DE CASO

Para desenvolver este trabalho foi realizado o acompanhamento dos trabalhos de manutenção preventiva e corretiva da rede aérea junto com a equipe apta da empresa. A coleta dos dados e informações ocorreu em outubro de 2021, durante o horário das 00h00 às 04h00 da manhã.

Foi utilizado como ferramenta a Análise de Riscos da Tarefa – ART da própria empresa. Essa ferramenta é utilizada para identificação de riscos em cada passo da execução de um trabalho, e deste modo, encontrar um conjunto de medidas de segurança necessárias para executar tais tarefas.

A atividade foi dividida em 4 etapas, e em cada uma delas foi identificado os riscos relacionados, desde a preparação da tarefa até a reenergização da rede aérea. Também foi observado e anotado se os procedimentos de segurança estavam sendo executados da maneira correta, identificando as falhas e propondo possíveis melhorias.

Todos os relatos informados aqui foram obtidos através de observação, entrevistas e conversas informais com os colaboradores que realizaram a atividade nesta data.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ETAPAS E OS RISCOS ELÉTRICOS DA TAREFA

#### 4.1.1 Etapa 1 – Preparação da Tarefa

Na preparação da tarefa, o responsável pelo serviço fez o preenchimento da Análise de Risco da Tarefa – ART, como demonstrado na figura 30. Em seguida instruiu sua

equipe sobre o serviço que será executado e após isso todos assinaram a ART para ter ciência dos riscos relacionados a tarefa e das medidas de segurança necessárias.

Figura 30 – ART preenchida pelo responsável

ANÁLISE DE RISCO DA TAREFA - ART												
ART Nº		DATA 15/10/21		HORA 22h00		SSA nº						
LOCAL		LINHA				OSM nº						
PREVENTIVA <input checked="" type="checkbox"/>		CORRETIVA <input type="checkbox"/>				PM nº						
DESCRÇÃO DO SERVIÇO Manutenção Preventiva da Rede Aérea						CS nº						
						FALHA nº						
<b>ETAPA 1 - PREPARAÇÃO DA TAREFA</b>												
C O N F E R I R	<input checked="" type="checkbox"/>	Programação - SSA/OSM/PM/CS/FALHA				<input checked="" type="checkbox"/>	Equipamentos					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Meios de comunicação (Testar radio, etc)				<input checked="" type="checkbox"/>	Peças / acessórios					
	<input checked="" type="checkbox"/>	EPI - equipamentos de proteção individual				<input checked="" type="checkbox"/>	Detectores de tensão					
	<input checked="" type="checkbox"/>	EPC - proteção coletiva (TESTAR)				<input checked="" type="checkbox"/>	Liberação do circuito					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bastões e aterramentos				<input type="checkbox"/>	Travamento plataforma (vagão R/A)					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausência de adornos pessoais (anéis, etc)				<input type="checkbox"/>	Necessidade segurança armada					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ferramentas manuais				<input type="checkbox"/>	Comunicação com a concessionária					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ferramentas elétricas				<input checked="" type="checkbox"/>	Instrução da equipe sobre a tarefa					
<b>ETAPA 2 - DESLOCAMENTO / TRANSPORTE</b>												
<input type="checkbox"/> TREM <input type="checkbox"/> A PÉ <input type="checkbox"/> VEÍCULO RODOVIÁRIO <input checked="" type="checkbox"/> VEÍCULO DE MANUTENÇÃO <input type="checkbox"/> OUTROS												
<b>ETAPA 3 - EXECUÇÃO</b>												
V E R I F I C A R	<input checked="" type="checkbox"/>	Deslocamento no local da tarefa				<input checked="" type="checkbox"/>	Aterramento do circuito					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Posicionamento no local da tarefa				<input checked="" type="checkbox"/>	Posicionamento ferramentas / peças e acessórios					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Desligamentos / seccionamentos				<input type="checkbox"/>	Posicionamento do guarda-corpo (vagão R/A)					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bloqueios / travamentos / sinalização				<input type="checkbox"/>	Gabarito / desgaste de fio contato / altura de fio / retencionamento / substituição de peças (R/A)					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausência de tensão										
<b>ETAPA 4 - FINALIZAÇÃO</b>												
	<input checked="" type="checkbox"/>	Guardar ferramentas / peças / acessórios				<input checked="" type="checkbox"/>	Retirar o aterramento do circuito					
	<input checked="" type="checkbox"/>	Manusear / remover resíduos				<input checked="" type="checkbox"/>	Deslocamento para religamento					
	<input type="checkbox"/>	R/A Conferir travamento da plataforma giratória				<input checked="" type="checkbox"/>	Religamento					
	<input type="checkbox"/>	R/A Baixar guarda-corpo				<input checked="" type="checkbox"/>	Desmobilização					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R/A Verificar a ausência de empregados na plataforma				<input type="checkbox"/>	Outros					
<b>POTENCIAL DE ACIDENTES OU RISCOS ENVOLVIDOS - RISCOS OCUPACIONAIS</b>												
	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4	
	Choque elétrico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Ruído		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Queimadura			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Ergonômico		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Animais peçonhentos			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Incêndio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Biológico (bactérias, vírus etc.)			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Indução eletromagnética		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Químico (poeira, combustível, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Acidentes com os olhos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Queda acidental			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Impacto (queda de objetos)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Ferimentos			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Colisão de veículos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Batida contra obstáculos			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Intempéries		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Atropelamento			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Assalto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Gases / Vapores		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Outros		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PROCEDIMENTOS SEGURO DE TRABALHO RECOMENDADO</b>												
Obedecer distâncias <input type="checkbox"/> 3kv - <input type="checkbox"/> 4.4 kv - <input checked="" type="checkbox"/> 6.6 kv - <input type="checkbox"/> 13.2 kv - <input type="checkbox"/> 25 kv - <input type="checkbox"/> 34.5 kv - <input type="checkbox"/> 88 kv - <input type="checkbox"/> 138 kv												
	Obedecer P.M. nº	Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4
	Atenção nos deslocamentos				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Verificar ausência de tensão			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Obedecer normas de trânsito				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Limpar/organizar local			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Usar ferramentas adequadas				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Atender normas tráfego ferroviário			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sinalização adequada				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Iluminação adequada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Etapas	1	2	3	4		Etapas	1	2	3	4
U S A R  E P I	Botina de segurança		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E P C	Kit de aterramento			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Capacete		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Kit de sinalização			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Luva isolante de alta tensão			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Sensor de tensão			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Luvas (diversas)			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Óculos de proteção			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Obs:					
	Protetor auricular			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Kit Cinto de segurança			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
	Capa/conjunto para chuva			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
Mascaras diversas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Vestimenta retardante de chama		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Capa/capuz retardante de chama		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
NOME DO EMPREGADO	MATRÍCULA	VISTO	NOME DO EMPREGADO	MATRÍCULA	VISTO							
Nome, matrícula e assinatura do responsável pelo preenchimento - Supervisor, Encarregado, Profissional de maior qualificação e na ausência destes o de mais tempo na função.												

Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

Foi verificado com os funcionários e todos possuem os cursos obrigatórios de NR 10 e de Sistema Elétrico de Potência – SEP, e também o de NR 35 em dia. Cada membro da equipe inspecionou seus equipamentos de proteção individual, como capacete, vestimenta retardante de chama, botinas, luvas de borracha, óculos de segurança e cinto de segurança. Foi verificado junto aos mesmos e todos os EPI's estavam com CA válido e a luva isolante de borracha estava com ensaio em dia. O ensaio da luva de borracha está demonstrado na figura 30 e o CA da vestimenta retardante de chama na figura 31:

Figura 31 – Ensaio da luva de borracha na validade



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

Figura 32 – CA da vestimenta retardante de chama válida

A screenshot of a digital Certificate of Approval (CA) for a fire-resistant shirt. The header features a red circular logo with a white silhouette of a person wearing a shirt, followed by the text 'VESTIMENTA TIPO CAMISA' and 'Proteção do Tronco'. Below this, the 'Nº CA:' is listed as '29692'. To the right, there is a 'BuscaEPI.COM' logo and a red button labeled 'fazer cotação'. The 'Situação:' is 'VÁLIDO' in green. The 'Validade:' is '11/07/2023' in a green box, with a note 'vencerá daqui 531 dias'. The 'Nº Processo:' is '46000002943201813'. The 'Natureza:' is 'Nacional'.

Fonte: CONSULTACA (2021)



Os equipamentos de proteção coletiva também foram inspecionados, como kit de aterramento, bastão de manobra e detector de tensão. O bastão de manobra e o detector de tensão estavam com os ensaios em dia e o kit de aterramento em bom estado de uso.

A equipe utilizou um veículo de manutenção ferroviária para fazer o descolamento até o local do serviço. O veículo de manutenção está demonstrado na figura 32:

Figura 33 – Veículo de Manutenção Ferroviária



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

- Riscos Elétricos:

Nesta etapa não foi identificado nenhum tipo de risco elétrico relacionado a tarefa.

- Outros Tipos de Risco:

- Risco Biológico: Devido ao Novo Corona Vírus - COVID 19 e outros tipos de vírus;
- Risco Químico: Exposição dos trabalhadores aos gases e vapores expelidos pelo veículo de manutenção e pelo gerador de energia elétrica;

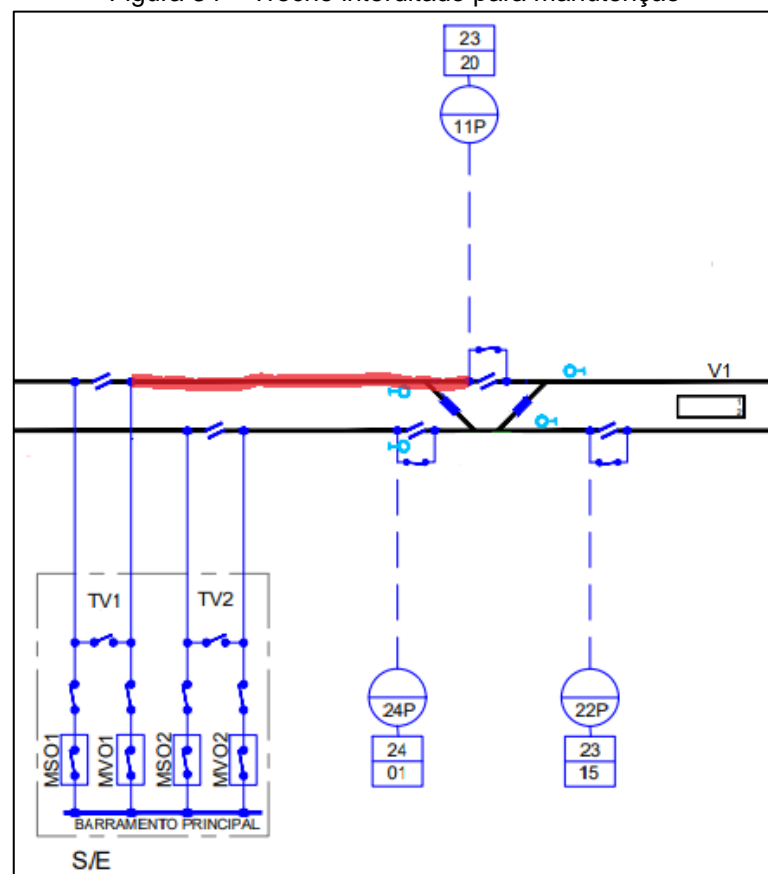
- Risco Ergonômico: Postura dos funcionários no escritório, no veículo de manutenção e nos manuseios de materiais e equipamentos.

#### 4.1.2 Etapa 2 – Desligamento da Rede Aérea

A etapa de desligamento da rede aérea foi obedecida os procedimentos obrigatórios de segurança adequados segundo o item 10.5.1 da NR 10. O trecho que foi interditado e em que a equipe de manutenção trabalhou está destacado em vermelho na imagem abaixo.

Foi necessário realizar o desligamento do disjuntor da subestação MVO1 e o seccionamento da chave 11P para que o trecho entre eles estivesse desligado. O trecho interditado está demonstrado na figura 33:

Figura 34 – Trecho interditado para manutenção



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

O seccionamento da chave 11P foi realizada de forma manual, e foi utilizado todos os equipamentos de proteção individual necessários incluindo luva isolante de borracha, capacete, óculos de proteção, botina de segurança e vestimenta retardante de chama. A abertura da chave 11P está demonstrado na figura 34:

Figura 35 – Seccionamento manual da chave 11P



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

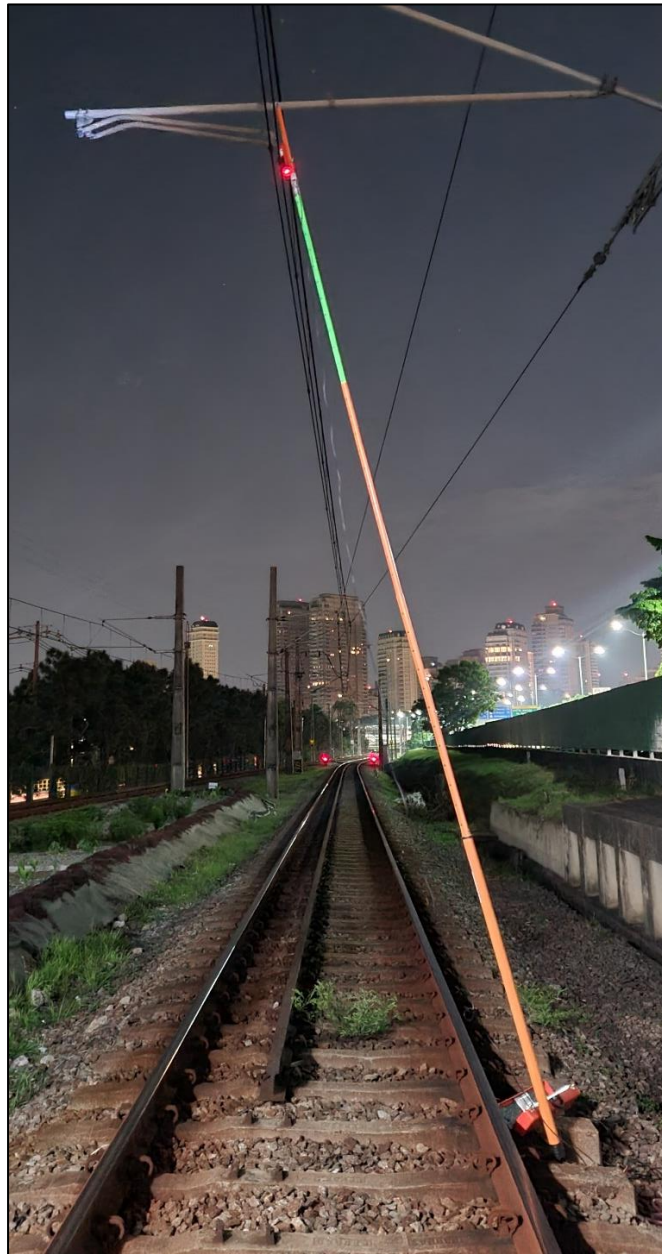
O disjuntor da subestação MVO1 foi necessário entrar em contato com o centro de operações elétricas – COE da empresa para que o mesmo pudesse ser desligado de forma telecomandada.

Feito o desligamento do disjuntor e da chave seccionadora, a equipe preparou o detector de tensão acoplado junto ao bastão de manobra. O detector de tensão é do tipo contato direto e se baseia na diferença de potencial, sendo assim o cabo terra do



detector de tensão foi ligado ao trilho que é aterrado e o detector propriamente dito foi ligado diretamente com a rede aérea, como demonstrado na figura 35.

Figura 36 – Detector de tensão na rede aérea



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

Realizado o teste de detecção e não constatado nenhuma tensão na rede aérea, a equipe realizou os aterramentos temporários em ambas as extremidades do trecho

conforme figura 36. Com o circuito devidamente desligado e aterrado, a equipe pôde iniciar os serviços de manutenção.

Figura 37 – Aterramento temporário da rede aérea



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

- Riscos Elétricos:

- Choque Elétrico: No momento da abertura da chave seccionadora, pode acontecer uma fuga de corrente, pelo isolador estar em más condições, ocasionando em um choque elétrico do trabalhador. Durante o teste e aterramento da rede aérea pode haver fuga de corrente pelo bastão de manobra, caso o mesmo não esteja em boas condições e com seu ensaio em dia;

- Arco Elétrico: A abertura da chave seccionadora com carga, pode ocasionar em uma explosão, ferindo o trabalhador. Durante o aterramento pode acontecer um curto circuito (explosão), caso a rede esteja ligada;

- Campos Eletromagnéticos: Durante o aterramento pode acontecer um curto circuito (explosão), caso tenha alguma tensão induzida oriunda de outra rede de corrente alternada.

- Outros Tipos de Risco:

- Fauna e Flora: Há o risco de animais peçonhentos como cobras e escorpiões devido a flora presente no local;

- Intempéries: Por ser trabalho a céu aberto, os trabalhadores estão expostos a chuvas, ventos, raios e umidade;

- Atropelamentos: Em outras vias paralelas, ainda circulam trens, locomotivas ou outros veículos de manutenção, expondo os trabalhadores ao risco de atropelamento.

- Risco Biológico: Devido ao Novo Corona Vírus - COVID 19 e outros tipos de vírus;

- Risco Químico: Exposição dos trabalhadores aos gases e vapores expelidos pelo veículo de manutenção e pelo gerador de energia elétrica;

- Risco Ergonômico: Postura dos funcionários no veículo de manutenção, nos manuseios de materiais e equipamentos e na abertura da chave seccionadora e aterramento.

#### 4.1.3 Etapa 3 – Execução das Manutenções

Durante os trabalhos, a equipe realizou a manutenção preventiva e corretiva da rede aérea, troca de peças e acessórios danificados e fizeram uma inspeção geral. A equipe utilizou todos os equipamentos de proteção individual necessários. Devido a plataforma de serviço do veículo ferroviário estar acima de 2,00 metros (dois metros) em relação ao solo, todos os funcionários utilizaram cinto de segurança tipo paraquedista.

- Riscos Elétricos:

- Choque Elétrico: Como foi desligado apenas um pequeno trecho, nas proximidades existem redes energizadas. Há possibilidade de tensões induzidas na rede aérea oriunda de outra rede de corrente alternada próxima;

- Campos Eletromagnéticos: Existe possibilidade de tensão induzida oriunda de outra rede de corrente alternada.

- Outros Tipos de Risco:

- Altura: Há o risco de altura devido a equipe trabalhar na plataforma do veículo de manutenção, que está a 2,00 metros (dois metros) acima do solo.

- Intempéries: Por ser trabalho a céu aberto, os trabalhadores estão expostos a chuvas, ventos, raios e umidade;

- Risco Biológico: Devido ao Novo Corona Vírus - COVID 19 e outros tipos de vírus;

- Risco Químico: Exposição dos trabalhadores aos gases e vapores expelidos pelo veículo de manutenção e pelo gerador de energia elétrica;

- Risco Ergonômico: Postura dos funcionários no veículo de manutenção, nos manuseios de materiais e equipamentos.

#### 4.1.4 Etapa 4 – Reenergização da Rede Aérea

Após o encerramento dos serviços, de acordo com o item 10.5.2 da NR 10, a equipe iniciou os procedimentos de reenergização da rede aérea.

Foi realizada a retirada das ferramentas, utensílios, equipamentos e dos trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização, e também foi removido ambos os aterramentos temporários no circuito.

A equipe se dirigiu a chave 11P e realizou o religamento. O COE religou o disjuntor MVO1 com a autorização do líder da equipe de manutenção. Com isso o trecho foi liberado para circulação de trens.

- Riscos Elétricos:

- Choque Elétrico: No momento do fechamento da chave seccionadora, pode acontecer uma fuga de corrente, pelo isolador estar em más condições, ocasionando em um choque elétrico do trabalhador;

- Arco Elétrico: O fechamento da chave seccionadora com carga, pode ocasionar em uma explosão, ferindo o trabalhador;

- Outros Tipos de Risco:

- Fauna e Flora: Há o risco de animais peçonhentos como cobras e escorpiões devido a flora presente no local;

- Intempéries: Por ser trabalho a céu aberto, os trabalhadores estão expostos a chuvas, ventos, raios e umidade;

- Atropelamentos: Em outras vias paralelas, ainda circulam trens, locomotivas ou outros veículos de manutenção, expondo os trabalhadores ao risco de atropelamento.

- Risco Biológico: Devido ao Novo Corona Vírus - COVID 19 e outros tipos de vírus;

- Risco Químico: Exposição dos trabalhadores aos gases e vapores expelidos pelo veículo de manutenção e pelo gerador de energia elétrica;
- Risco Ergonômico: Postura dos funcionários no veículo de manutenção e no fechamento da chave seccionadora e retirada do aterramento.

## 4.2 NÃO CONFORMIDADES

Foi observado tudo que não estava conforme com as normas de segurança exigidas por lei e descritas abaixo:

- De acordo com relatos dos funcionários, a empresa não cumpre o item 6.6.1 da NR 6 que determina que o empregador deve se responsabilizar pela higienização e manutenção periódica do EPI. A vestimenta por possuir ATPV risco 2, que tem proteção contra agentes térmicos provenientes de arco elétrico e fogo repentino, deve ter uma lavagem apropriada. Os próprios funcionários lavam a vestimenta em casa sem nenhum tipo de orientação.
- A chave seccionadora 11P possui somente um cadeado em que todos da equipe da rede aérea tem acesso, não possuindo nenhum dispositivo de bloqueio para que possa ser colocado mais de um cadeado. A equipe também não possuía nenhum tipo de placa de sinalização para o impedimento de uma reenergização não intencional desta seccionadora, como demonstrado na figura 37.

Figura 38 – Seccionadora sem dispositivo de bloqueio e sem placa de sinalização

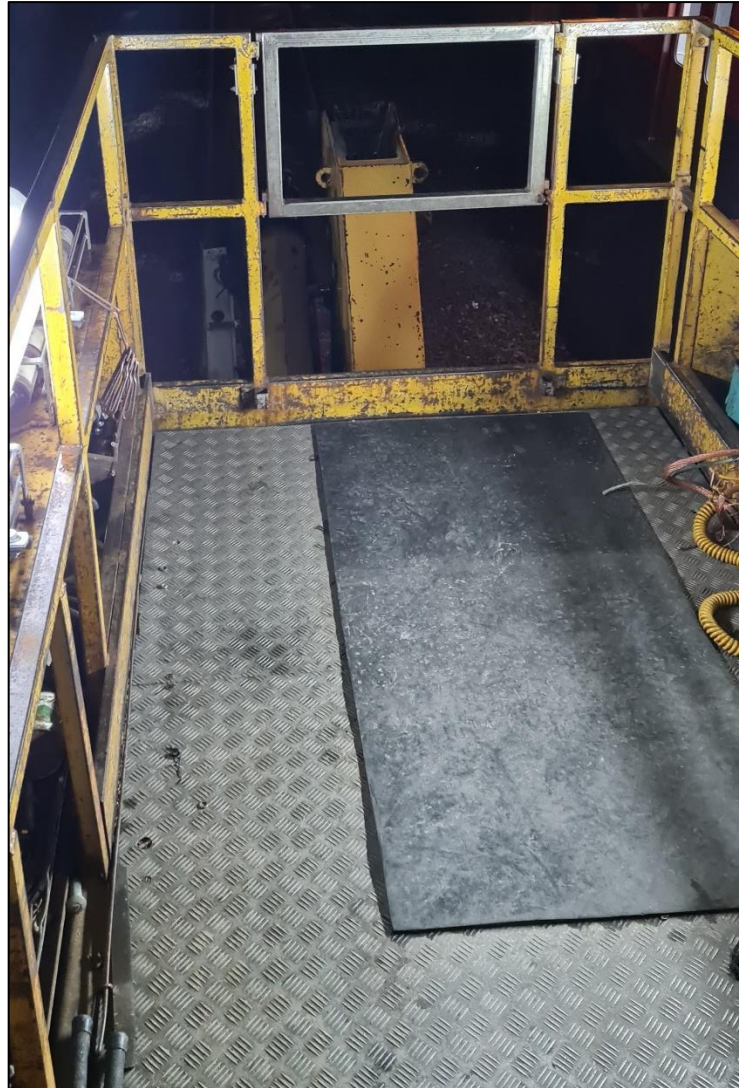


Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

- A plataforma de serviço do veículo de manutenção possui um tapete de borracha isolante, porém o tapete não contempla toda a plataforma, sendo de tamanho inadequado, como demonstrado na figura 38.



Figura 39 – Tapete de borracha isolante de tamanho inadequado



Fonte: ARQUIVO PESSOAL (2021)

#### 4.3 MELHORIAS PROPOSTAS

- Um dispositivo de bloqueio para a chave seccionadora é essencial para que não haja reenergização por uma pessoa não autorizada;
- Uma placa de sinalização para ser colocada na chave seccionadora para o impedimento de uma reenergização não intencional;
- Ser providenciado um tapete de borracha isolante de tamanho adequado para a plataforma de trabalho do veículo de manutenção;



- O empregador se responsabilizar pela higienização dos EPI's, principalmente da vestimenta retardante de chama;
- Realização de um Dialogo Semanal de Segurança – DSS, para expor a importância da segurança para os trabalhadores envolvidos.

## **5 CONCLUSÕES**

Conclui-se que o objetivo do trabalho de identificar os riscos elétricos e outros tipos de risco relacionados a atividade de manutenção de rede aérea foi atingido com sucesso, pois foi observado todos os procedimentos de trabalho executados durante toda a atividade, verificando falhas e propondo possíveis melhorias para o setor.

Após todas as etapas do trabalho, verificou-se que todos os procedimentos realizados pelos funcionários atendem as normas de segurança exigidas por lei e as não conformidades descritas podem ser resolvidas de uma maneira simples pela empresa. Esse trabalho foi importante também para conscientizar os trabalhadores o quão perigoso o trabalho com redes de alta tensão é e como todos os procedimentos de segurança são importantes para garantir sua segurança e saúde.

## REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. **Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica 2013-2016**. São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão – 1 kV até 34,2 kV**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

BEECORP. **Sesmt Segurança e medicina do trabalho**. Disponível em: <https://beecorp.com.br/sesmt-seguranca-e-medicina-do-trabalho/>. Acesso em 15/12/2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**. Brasil, 2016

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**. Brasil, 2019

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 06 – Equipamento de Proteção Individual - EPI**. Brasil, 2018

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO**. Brasil, 2020

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasil, 2019

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 21 – Trabalhos a Céu Aberto**. Brasil, 1999

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora Nº 35 – Trabalho em Altura**. Brasil, 2019

CHECK LIST FÁCIL. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <https://blog-pt.checklistfacil.com/normas-regulamentadoras/>. Acesso em: 10/12/2021

CHECK LIST FÁCIL. **Importância da CIPA para a segurança do trabalho**. Disponível em: <https://blog-pt.checklistfacil.com/cipa/>. Acesso em: 12/12/2021

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. 4ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

DANNY EPI. **Óculos de segurança**. Disponível em: <http://www.danny.com.br>. Acesso em: 15/12/2021.

ELETROENSINO. **Arco elétrico**. Disponível em: <http://eletroensino.blogspot.com.br/2014/03/arco-eletrico-noco-es-basicas>. Acesso em 05/12/2021.

INBRAEP. **Riscos adicionais no trabalho com eletricidade**. Disponível em: <https://inbraep.com.br/publicacoes/riscos-adicionais-no-trabalho-com-eletricidade/>. Acesso em 05/12/2021

MORALES, R.T. **Manutenção de Sistemas de Alta Tensão**. 1ª Edição. São Paulo: SENAI-SP, 2018

RITZ DO BRASIL. **Detector de tensão e vara de manobra.** Disponível em: <http://www.ritzmg.com.br>. Acesso em: 17/12/2021.

USE EPI. **Vestimenta de proteção contra Arco elétrico.** Disponível em: <http://useepis.com.br>. Acesso em: 05/12/2021.