



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE ENERGIAS
ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS JAGUARIBE SOARES DE OLIVEIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO
SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO DA ENERGISA PARAÍBA**

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

JOÃO PESSOA - PB
2019

LUCAS JAGUARIBE SOARES DE OLIVEIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO
SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO DA ENERGISA
PARAÍBA.**

Relatório de Estágio submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba - Campus I, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre César de Castro.

JOÃO PESSOA - PB
2019

LUCAS JAGUARIBE SOARES DE OLIVEIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
REALIZADO NO SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO DA
ENERGISA PARAÍBA.

40 folhas.

Autor: Lucas Jaguaribe Soares de Oliveira

Orientador: Dr. Alexandre César de Castro.

Universidade Federal da Paraíba, 2019.

1. Gerenciar 2. Acidentes de Trabalho 3. Fatalidades

LUCAS JAGUARIBE SOARES DE OLIVEIRA

**Relatório de estágio supervisionado realizado no
Setor de Segurança do Trabalho da Energisa Paraíba.**

**Relatório de Estágio submetido à Coordenação do Curso de Graduação
em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba – Campus I,
como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de
Engenheiro Eletricista.**

Aprovado por:

**Prof. Dr. Alexandre César de Castro
Orientador**

**Prof. Dr. Rogério Gaspar de Almeida
Avaliador**

**Prof. Dr. Yuri Percy Molina Rodriguez
Avaliador**

João Pessoa – PB

Abril – 2019

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus por todas as graças que me foram concedidas. Foi Ele que guiou meus passos e me permitiu chegar até onde cheguei, sendo minha Fortaleza nos momentos mais difíceis.

Sou profundamente grato a meus colegas de trabalho – André, Gabriella, Larissa e Marcos – que desde o começo foram excelentes em me fazer sentir parte da equipe, sempre me estimulando e ajudando no despertar de meu potencial máximo. Também sou grato por mostrarem uma nova estrada à ser percorrida, me ajudando à encontrar valor e motivação naquilo que faço, e me direcionar ao caminho profissional que pretendo seguir. À Marcos agradeço também pela oportunidade e pelo voto de confiança que me foi dado.

Agradeço aos meus professores Alexandre, Rogério, Yuri, Isaac, Helon, Euler, Nady e tantos outros por contribuírem não só na minha formação profissional, mas também na formação do caráter e pessoa que sou hoje.

Sou extremamente grato à toda minha família, especialmente minha mãe, meu irmão e Andressa, que sempre me apoiaram e estiveram comigo, não importa o quão tortuosa a estrada fosse.

Por fim agradeço profundamente à todos os meus amigos e colegas do curso que se fizeram presentes desde o começo da graduação: Savio, Isaac, Rômulo, Beco, Alan, Vinícius e Matheus.

IDENTIFICAÇÃO

EMPRESA:

Nome: Energisa Paraíba Distribuidora de Energia S.A.

Endereço: Rodovia BR 230, quilômetro 25.

Bairro: Cristo Redentor

Cidade/Estado: João Pessoa/Paraíba

Tel.: (83) 2106-7687

CEP: 58071-680

ESTÁGIO:

Área da Instituição: Distribuição de Energia

Data de Início: 04/09/2018

Data de Término: 04/03/2019

Carga Horária Semanal: 30 horas

Carga Horária Total: 720 horas

Supervisor de Estágio: Marcos Antônio Melo de Oliveira

RESUMO

Este relatório descreve algumas das atividades de estágio do aluno Lucas Jaguaribe Soares de Oliveira, graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A realização do estágio foi na empresa Energisa Paraíba Distribuidora de Energia S.A., no período de 04/09/2018 a 04/03/2019, mais especificamente no GCSS (Gerência Corporativa de Saúde e Segurança do Trabalho). Esse setor é responsável por gerenciar as equipes do SESMT (Serviço Especializado em Segurança e Medicina no Trabalho) de todas as unidades da Energisa e desenvolver projetos e medidas que reduzam ou anulem ocorrências de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. As atribuições do estagiário eram bastante diversificadas, auxiliando os quatro integrantes da equipe nas atividades que fossem necessárias. Dentre elas pode ser comentado: A realização de inspeções em campo juntamente com os Técnicos de Segurança do Trabalho, controle de indicadores e planilhas da área, participação em reuniões gerenciais para tomadas de decisão, a preparação de apresentações de acompanhamento dos resultados, investigação de fatalidades, dentre outras. Para a realização dessas atividades, foi utilizado bastante os recursos do Microsoft Office, em especial o Microsoft Excel e Microsoft Power Point.

Palavras-Chave: Gerenciar, Acidentes de Trabalho, Fatalidades.

ABSTRACT

This report describes some activities of student Lucas Jaguaribe Soares de Oliveira, graduating in Electrical Engineering at the Federal University of Paraíba (UFPB), during his internship. The internship was held at Energisa Paraíba Distribuidora de Energia S.A., from 04/09/2018 to 04/03/2019, in the area “Corporate Health and Safety Management” (CHSM). This sector is responsible for managing the teams of the SSOSM (Specialized Service in Occupational Safety and Medicine) of all Energisa units and develop projects that reduce or eliminate occurrences of occupational accidents and diseases. The assignments of the intern were vast, assisting the four members of the team in the activities that were necessary. Among them, the following can be commented on: Field inspections together with Labor Safety Technicians, control of indicators and worksheets in the area, participation in management meetings for decision making, preparation of follow on presentations to show results, investigation of fatalities, among others. In order to carry out these activities, Microsoft Office resources, in particular Microsoft Excel and Microsoft Power Point, were used extensively.

Keywords: Manage, Occupational Accidents, Fatalities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Verificação dos procedimentos em Linha Viva.....	19
Figura 2 - Checagem de todas as exigências para veículos com cesta aérea	20
Figura 3 - Verificação da ausência de falhas em EPIs	21
Figura 4 - Aferição de EPCs (Quantidade e forma de armazenamento)	22
Figura 5 - Exemplo de mapa de riscos	26
Figura 6 - Modelo de aterramento	31
Figura 7 - Representação da corrente de curto no cenário proposto	33
Figura 8 - Desenho do circuito no cenário proposto	33
Figura 9 - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	34
Figura 10 - Resistências equivalentes tirando o paralelo entre eixos sapatas e homem no cenário	37
Figura 11 - Circuito equivalente após tirar o paralelo no cenário proposto	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cenário x Objetivo	32
Tabela 2 - Situações possíveis variando as resistências estipuladas	37
Tabela 3 - Valores de correntes resultantes para o cenário proposto	38

LISTA DE SIGLAS

OSHA	Occupational Safety and Health Administration
NR	Norma Regulamentadora
ABRACOPEL Eletricidade	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
SESMT	Serviço Especializado em Segurança e Medicina no Trabalho
EAD	Ensino à Distância
GCSS	Gerência Corporativa de Saúde e Segurança
LV	Linha Viva
SSO	Saúde e Segurança Ocupacional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 A Empresa	15
1.2 O Setor	15
1.3 Objetivos Gerais.....	16
1.4 Objetivos Específicos.....	16
1.5 Estrutura do Trabalho.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Segurança do Trabalho.....	17
2.2 Normas Regulamentadoras	18
2.3 Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva.....	18
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	20
3.1 Estudo da NR10 e Inspeções	20
3.2 Estudo de EPIs e EPCs	22
3.3 Estudo Arco Elétrico	23
3.4 Comparativo Entre Aterramentos Temporários	25
3.5 Desenvolvimento de Mapa de Riscos	26
3.6 Outras	27
3.6.1 Reuniões Semanais	28
3.6.2 Monitoramento de Indicadores	28
4. INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTE.....	30
4.1 A Problemática.....	30
4.2 Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	34
4.3 Considerações das resistências.....	35
4.4 Desenvolvimento.....	37
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

No cenário de desenvolvimento global atual, a Segurança do Trabalho não pode ser considerada em segundo plano, mas sim, um requisito fundamental para que uma empresa consiga crescer com ética e valorização ao bem-estar de seus colaboradores. Esta ciência tem como objetivo proteger o funcionário em seu ambiente de trabalho, buscando evitar a ocorrência, ou minimizar a gravidade de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, nos diversos setores de atuação existentes. Sendo assim, pode-se dizer que um dos setores com maior necessidade de uma Engenharia de Segurança do Trabalho é o setor elétrico, devido ao impacto e gravidade que acidentes dessa natureza podem causar.

As diretrizes de segurança para o trabalho com eletricidade foram estabelecidas pela Norma Regulamentadora 10 (NR 10) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Essa norma foi implementada em 2004 e teve como objetivo principal o combate à precarização das condições de segurança do trabalho, bem como o consequente incremento no número de acidentes, de origem elétrica, conforme o setor se expandia.

A relevância da aplicação de normas de Segurança do Trabalho no setor em questão provém do fato da eletricidade ser um agente de alto risco, causadora de terríveis acidentes, quer seja aos trabalhadores que estão expostos a ela, quer seja aos agentes da comunidade que se envolvem com redes elétricas. Ademais, é pertinente mencionar que os prejuízos materiais oriundos desse tipo de ocorrência, são de custos elevadíssimos.

Segundo a agência governamental dos Estados Unidos OSHA (Occupational Safety and Health Administration), a eletrocussão é o terceiro maior causador de fatalidades no *ambiente de trabalho* das empresas daquele país, tendo originado 71 fatalidades no ano de 2017.

Já no Brasil há ainda mais ocorrências. De acordo com o anuário da ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) em 2017 houve 702 fatalidades decorrentes de acidentes elétricos (choques, curtos-circuitos e descargas eletrostáticas). Somando com as não fatalidades, o total de acidentes foi de 1387 para aquele mesmo ano, incluindo trabalhadores e pessoas da comunidade de forma geral.

Com todas as estatísticas fica evidente que essa área de atuação é muito

ampla e pode proporcionar diversas oportunidades, principalmente pela alta demanda e que vem crescendo constantemente, enquanto as empresas vêm se expandindo em tamanho e em complexidade. Não obstante, é ainda mais vantajoso unir esse ramo de atuação com a Engenharia Elétrica, uma vez que é um dos setores que mais necessitam de medidas para mitigar a ocorrência de acidentes ocupacionais.

Sendo assim, o estágio contribuiu para adquirir diversos aprendizados nessas duas áreas, proporcionando uma visão mais ampla de conhecimentos já portados, como: Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva, testes dielétricos, solos e riscos do choque elétrico. Por outro lado, foi possível aprender sobre tópicos que fazem parte da Engenharia Elétrica, e que ainda não tinham sido estudados anteriormente, como: Arco elétrico, NR10, classificação das zonas de risco, aterramento temporário de rede, dentre outros.

Por fim, mudando um pouco do foco técnico, o estágio também contribuiu para o aprendizado de outras habilidades igualmente importantes para se trabalhar no ramo da Engenharia: Acompanhamento na implementação de projetos; participação em reuniões gerenciais para discussões voltadas à gestão; desenvolvimento de apresentações em PowerPoint; monitoramento dos indicadores da área através do Excel.

Dentre as várias atividades que foram sendo feitas regularmente, ou esporadicamente (por demanda), a atividade de maior relevância e que foi escolhida como foco deste relatório, foi um estudo de caso de um incidente com trabalhador ocorrido em uma linha MT de 34 kV. Nesse estudo foram necessários diversos conceitos e conhecimentos aprendidos ao longo da graduação (Circuitos elétricos, tipos de solo e suas resistências de aterramento, resistência e limite dielétrico de EPIs, dentre outros). O objetivo inicial da análise foi testar a possibilidade de determinados cenários do evento, com base em cálculos da corrente de contato com o trabalhador.

Este relatório mostra de forma sucinta a caracterização de todas as atividades realizadas no estágio, bem como o projeto principal selecionado devido à sua importância e tempo demandado.

1.1 A Empresa

A Energisa é um grupo presente em vários estados no país que tem como principal atuação a Distribuição de energia para os consumidores. Uma distribuidora de energia é responsável por levar a energia elétrica diretamente para as residências, desde as suas subestações, a partir de redes de Baixa e Média Tensão.

A Energisa foi uma das primeiras empresas a abrir capital no Brasil, em 1905. Sendo assim, vem atuando no setor há 114 anos. Em 2014, a companhia concluiu a aquisição de oito novas empresas distribuidoras e é a quinta maior do país.

A Energisa atua por intermédio de 11 empresas situadas em: Minas Gerais, Sergipe, Paraíba, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, São Paulo, Paraná, Rondônia e Acre. Com suas distribuidoras, atende a 862 municípios e hoje tem como clientes, a uma população de mais de 20 milhões de pessoas. Atualmente empresa possui mais de 14 mil funcionários próprios colaborando com suas atividades (ENERGISA, 2019). As distribuidoras à serviço da empresa são, atualmente: Energisa Minas Gerais (MG), Energisa Sergipe (SE), Energisa Paraíba (PB), Energisa Borborema (PB), Energisa Nova Friburgo(RJ), Energisa Mato Grosso (MT), Energisa Mato Grosso do Sul (MS), Energisa Tocantins (TO), Energisa Sul-Sudeste (São Paulo, Paraná e sul de Minas Gerais), Ceron (Rondônia) e Eletroacre (Acre).

1.2 O Setor

O estágio foi desenvolvido na GCSS – Gerência Corporativa de Saúde e Segurança – que tem o objetivo de comandar as equipes de Saúde e Segurança do Trabalho de todas as unidades da empresa, promovendo plano de ações e eventos ao longo do ano, implementando projetos que visem a redução de acidentes, doenças ocupacionais, gastos com SSO. O setor também é responsável por manter o controle de todos os indicadores e resultados do grupo Energisa. Atualmente existem mais de 120 funcionários nessa área, distribuídos em todas as unidades do grupo. Cada distribuidora possui o seu SESMT independente, composto pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho, o Médico, Enfermeiros e Técnicos de Segurança, conforme exigido pela legislação da NR-4. A GCSS é formada por um Gerente e sob sua direção há um Especialista de segurança, um Especialista de Saúde, um Assistente Administrativo e um Estagiário.

1.3 Objetivos Gerais

Aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação de Engenharia Elétrica na área de Segurança do Trabalho, bem como algumas das ferramentas de gestão mais utilizadas no Mercado hoje em dia como Excel e PowerPoint.

1.4 Objetivos Específicos

- Conhecer e aprender sobre a área de Segurança do Trabalho, auxiliando em todas as demandas necessárias.
- Contribuir para seu desenvolvimento em uma empresa, diminuindo riscos aos profissionais e mantendo seu bem-estar durante o desenvolvimento das atividades.

1.5 Estrutura do trabalho

Esta seção apresenta de forma resumida o conteúdo de cada capítulo de forma a assegurar o entendimento da sequência lógica utilizada nesse trabalho bem como seu inter-relacionamento.

No capítulo 2 será apresentada uma breve Fundamentação Teórica sobre os temas evidenciados neste relatório.

No capítulo 3, serão apresentadas de forma sucinta todas as atividades realizadas no dia-a-dia desse estágio, fossem elas rotineiras, ou tarefas sob demanda, para evidenciar tudo que foi posto em prática durante o período da sua duração.

Em seguida, no capítulo 4, uma das atividades será mais detalhadamente descrita por abranger vários assuntos já vistos antes, durante o período de estudos, e por serem de suma importância para a conclusão desse trabalho. O objetivo deste tópico é evidenciar a importância de conhecimentos adquiridos previamente em sala de aula, e como podem ser trazidos à aplicação prática nos momentos que forem necessários. Além disso, também será feita uma correlação entre o conteúdo da graduação, com a área de Segurança do Trabalho, mostrando-se os pontos de convergência.

E por fim, serão apresentadas as conclusões e as considerações finais do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Segurança do Trabalho

As falhas na capacitação e treinamento, atitudes imprudentes em ambientes perigosos, falhas no cumprimento das Leis Trabalhistas e a não utilização dos Equipamentos de Proteção individual (EPIs) são as principais causas que contribuem para os acidentes de trabalho. Só no Brasil, os acidentes com morte, ultrapassam o valor de 2.000 por ano (Zocchio, 2002).

O segmento da Engenharia Elétrica é um dos que apresenta maior ocorrência de acidente de trabalho, devido à proximidade com a eletricidade que pode levar à acidentes graves e com possíveis fatalidades.

A Revolução Industrial foi um dos maiores contribuintes para o aumento dos acidentes de trabalho bem como problemas de saúde relacionados à atividades trabalhistas. Os ambientes eram bastante perigosos, além das condições laborais serem muito ruins. A jornada de trabalho podia chegar a 16 horas diárias. Nesse contexto, houve um grande aumento de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho com mutilações e morte (Oliveira, 2009).

Só depois de 1802, foi criada na Inglaterra a “Lei da Saúde e Moral dos Aprendizes”, limitando a jornada de trabalho a 12 horas por dia, bem como a obrigação de ventilação nos ambientes e proibição de trabalho noturno. Depois veio a “Lei das Fábricas”, que limitava a idade de 13 anos para exercer a atividade laboral. Passaram a exigir também, exames médicos para as crianças trabalhadoras (Rodrigues, 1992).

Entre 1800 e 1920, várias providências foram tomadas com o objetivo de proteger o trabalhador. Foram criadas leis de responsabilidade para os empregadores por lesões ocupacionais, desenvolvidos os conceitos de “Produção em Massa”, buscando o aumento da capacidade produtiva pela capacitação da força de trabalho (Rodrigues, 1992).

Depois da Primeira Guerra Mundial, foi criada a “Organização Internacional de Trabalho”, que estabelecia importantes regras tais como: Proteção à maternidade e idade mínima para admissão de crianças. Posteriormente surgiram também as leis voltadas para a higiene do trabalho. (Rodrigues, 1992).

2.2 Normas Regulamentadoras

Com o que foi exposto, verifica-se que a Segurança do Trabalho foi sofrendo mudanças ao longo de toda história e em vários países. No Brasil, não foi diferente. No entanto, apenas na década de 70, com a implementação da portaria 3.237, é que a história da Segurança do Trabalho mudou consideravelmente no Brasil. Nessa portaria foi estabelecida a obrigatoriedade da medicina do trabalho, higiene e segurança nas empresas. A partir daí surgiram as Normas Regulamentadoras, tais como NR-10, NR-16, que hoje, totalizam 36. (Bitencourt e Quelhas, 1998).

Dessa forma, é impossível negar a importância da Segurança do Trabalho, não só para o trabalhador, mas também para as empresas. Os procedimentos que antes eram adotados por mero cumprimento da legislação, hoje passaram a fazer parte da gestão da empresa. Passou-se a adotar medidas com o objetivo de contribuir com as atividades laborais nos mais diversos ambientes. O conceito de saúde passou a ser consolidado, não sendo relacionado apenas à inexistência de doenças, mas enfatizando-se a plena saúde física, mental e social. Os trabalhadores passaram a ter acesso as informações relativas à saúde e segurança em seu ambiente de trabalho, bem como a garantia da sua participação na elaboração das normas trabalhistas. Os fatores e agentes de risco no ambiente de trabalho não são mais considerados fatores isolados e passam a ter uma relevância geral. Também é possível citar a diminuição desses mesmos fatores de risco, por meio de priorização das medidas de controle. (Silva, 2006).

2.3 Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva

Vinculando a Engenharia Elétrica e a Segurança, o trabalho que envolve a eletricidade de uma forma geral, é de extrema periculosidade, onde um simples descuido ou situações fora do controle pode levar o trabalhador a óbito.

Equipamento de Proteção Individual - EPI, é 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. Seja este equipamento de origem nacional ou importado, deve obrigatoriamente possuir a indicação do Certificado de Aprovação – CA. Este é expedido pelo órgão nacional referente à Segurança e Saúde no Trabalho do

Ministério do Trabalho e Emprego. (NR-6)

O trabalho com a rede elétrica requer muito preparo e treinamento. É imprescindível o conhecimento de todos os riscos, o conhecimento sobre os equipamentos de proteção a serem utilizados e a aplicação de práticas de segurança, garantindo a proteção do funcionário e de toda a sua equipe. É importante que o empregador disponibilize de forma gratuita, os Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPIs e EPCs) adequados.

Por fim, conscientizar os empregados e empregadores dos benefícios da utilização correta dos equipamentos de segurança, visando a redução de acidentes de trabalho e a adequação às normas regulamentadoras. É de extrema importância para os futuros engenheiros, para que desde já se conscientizem que prevenir é a melhor opção e nada no ambiente de trabalho deve ser colocado como prioridade maior que a saúde e bem-estar dos funcionários.

3. ATIVIDADES REALIZADAS

3.1 Estudo da NR-10 e Inspeções

Inicialmente, uma das primeiras atividades realizadas foi o estudo da NR-10 (Básico + Complementar) via minicurso em EAD, seguida de aulas presenciais, ministradas nas salas de treinamento da empresa. Vale ressaltar que a duração total dessas aulas foi de duas semanas, principalmente pela carga horária do EAD. Os pontos vistos de maior destaque são: Campo de Aplicação da NR-10, Segurança em Projetos, Segurança em Instalações Desenergizadas/Energizadas, Sinalização de Segurança, Procedimentos de Trabalho e Situações de Emergência.

Pode-se dizer que os tópicos de destaque são aqueles que se relacionam diretamente com as atividades de inspeção rotineiras, que tiveram início com a finalização do curso completo da NR-10 (Requisito obrigatório para ir à campo, mesmo que se mantendo na zona livre de risco).

Essas inspeções, feitas quase que semanalmente, tinham como o objetivo principal garantir que os procedimentos estavam sendo realizados em conformidade com a norma. É importante ressaltar que as inspeções eram sempre realizadas ao lado de um, ou mais técnicos de segurança do trabalho. Essas idas a campo visavam a verificação das atividades em subestações da empresa, ou em outros pontos da comunidade, submetidos a serviços de manutenção e operação.

Dentre os itens observados nestas inspeções, pode-se mencionar como sendo os principais: Checar procedimento em serviços desenergizados (para desligar, impedir, testar, aterrar, isolar e sinalizar a rede) e outros métodos acordando com a NR10; checar EPIs (como o estado e validade do teste dielétrico e até mesmo se tem ou não); verificar se os treinamentos estão em dia; e por fim checar outros equipamentos, como o kit de resgate em altura.

Além deste foco principal, a atividade também contribuiu para aprender na prática como funcionam os diversos métodos operacionais, e até mesmo sobre alguns equipamentos elétricos. A vantagem é adquirir uma percepção além da sala de aula, e dessa forma expandir o conhecimento e compreensão técnica. A seguir, nas Figuras 1 e 2, são evidenciadas algumas fotos mostrando como eram essas idas à campo:

Figura 1: Verificação dos procedimentos em Linha Viva



FONTE: Autor

Figura 2: Checagem de todas as exigências para veículos com cesta aérea.



FONTE: Autor

3.2 ESTUDO DE EPI e EPC

Dentre as atividades mais importantes pode-se mencionar o estudo dos EPIs e EPCs de acordo com a norma NR6. Primeiramente, foi feito um estudo técnico da mesma, observando-se alguns pontos chaves, tais como: aplicação, obrigações da empresa e do empregado, estudo do certificado de aprovação, acomodação dos equipamentos e responsabilidades do SESMT.

O estudo contribuiu bastante para o entendimento dessas ferramentas importantíssimas para os Engenheiros de qualquer área, e que são fundamentais para garantir a proteção das pessoas em diversas situações de trabalho. Foi possível entender o desempenho e características do traje retardante de chamas; a importância e os tipos dos calçados de trabalho, assim como o ambiente que cada um deve ser usado; os tipos e importâncias das luvas de trabalho, bem como dos óculos de proteção, capacetes, balaclava e meias de proteção. Não obstante, também ajudou na compreensão das diferenças entre equipamentos de proteção coletiva e individual, aonde cada um deve ser usada, a quantidade deste tipo de material que uma equipe deverá portar, dentre outros conhecimentos.

Essa base teórica foi de grande valia para que pudessem ser feitas atividades de inspeção na prática, onde regularmente se checava os equipamentos de proteção individuais ou coletivos dos colaboradores que estavam em atividade, para verificar se estavam em conformidade com o que era pedido, ou se apresentavam anomalias, dessa forma, reduzindo a proteção e causando mais riscos à vida, caso houvesse um acidente. A vigilância consistia basicamente em procurar furos, rasgos, ou outras falhas visíveis nos equipamentos; verificar se o teste CA estava dentro de sua validade; checar se os trabalhadores em campo estavam usando os equipamentos conforme solicitado por norma no momento de suas atividades; se todos os materiais estavam nas quantidades exigidas; e por fim verificar como eram condicionados estes equipamentos.

Este afazer regular foi bastante produtivo, pois permitiu o entendimento de um tópico essencial para todos os Engenheiros Eletricistas que pretendem seguir a ênfase em Sistemas de Potência, e que não tiveram a oportunidade de se aprofundar ao longo da graduação. É importante a participação dos estudantes em projetos de extensão para uma melhor compreensão deste tema.

Finalmente, também foi possível a visualização na prática de alguns testes dos

equipamentos, para verificar sua proteção e confiabilidade, potencializando assim a compreensão dos mesmos. Vale ressaltar, que a oportunidade de ver esses equipamentos de proteção em ação, é de certa forma raro, pois exigiria que se estivesse presente e atento no momento de um acidente.

Nas Figuras 3 e 4 se destacam algumas fotos de inspeções realizadas e de alguns EPIs/EPCs verificados:

Figura 3: Verificação da ausência de falhas em EPIs



FONTE: Autor

Figura 4: Aferição de EPCs (Quantidade e forma de armazenamento)



FONTE: Autor

3.3 Estudo Arco Elétrico

Outra tarefa interessante foi o estudo do Arco Elétrico devido ao seu risco e possibilidade de ocorrência nos serviços da empresa. Por estes motivos citados, é de fundamental importância que os colaboradores do setor de Segurança do Trabalho da empresa tenham conhecimento sobre o tema.

Em conformidade com os tópicos anteriores, iniciou-se pelo estudo teórico do arco elétrico através do material “Cálculo de Energia Incidente” (Eng. Luiz Carlos Catelani Junior, 2017).

Foi possível compreender um pouco dos riscos e consequências causadas por este fenômeno, dentre os quais é interessante citar:

1. Mais de 80% dos acidentes de origem elétrica no trabalho são resultantes de arcos elétricos.
2. A temperatura do arco pode chegar à 19.000 graus Celsius, isso representa 4 vezes a temperatura do Sol.
3. Queimaduras fatais podem ocorrer mesmo a 3 metros de distância.

Dando continuidade ao estudo do conteúdo da apostila (Eng. Luiz Carlos Catelani Junior, 2017), foi concebível aprender também sobre algumas estatísticas relacionadas à sobrevivência em caso de queimaduras por arco elétrico, ainda dentro desse tópico de consequências. Com isto, foi possível observar uma correlação entre as possibilidades de sobrevivência com a idade do acidentado, ou seja, a partir dos 18 anos as chances vão diminuindo conforme a pessoa tenha uma maior idade.

Outro ponto de suma importância presente no material, é uma classificação das distâncias seguras, a depender da faixa nominal de tensão da instalação elétrica. Foi possível aprender sobre alguns conceitos bastante úteis na Segurança do trabalho, como: zona Livre, que é a zona onde qualquer pessoa tem sua circulação permitida; zona controlada, que é a zona restrita à trabalhadores autorizados e zona de risco, restrita à trabalhadores autorizados, com os devidos treinamentos e portando os materiais e equipamentos exigidos para aquela atividade.

A importância desse conhecimento é a possibilidade de sua aplicação na prática, sendo uma das funções durante inspeções de campo verificar se as zonas estão sendo respeitadas ou se alguma infração, sujeita a riscos graves, está sendo cometida. Nesse caso, seria necessário agir imediatamente, parando as atividades, ou retirando-se o colaborador que estivesse infringido os procedimentos exigidos.

Por fim, estudou-se alguns métodos de energia incidente do Arco Elétrico, previstos pelas normas internacionais NFPA 70E- 2015 e IEEE 1584. Deve-se salientar, que esse estudo não foi muito aprofundado, principalmente por ser um assunto mais complexo, pouco visto durante a graduação e que exige um nível de conhecimento técnico mais elevado. Ainda assim, foi visto quais os métodos que podem ser utilizados, a aplicação de cada um deles, e até mesmo algumas de suas fórmulas. Os principais modelos são: Ralph Lee - 1982, Doughty - 2013, IEEE 1584 – 2002 (Atualizada em 2018).

Assim, esse afazer contribuiu de forma ampla para o aprendizado de um tópico de extrema importância, totalmente inserido na Engenharia Elétrica, e com imensa relação à área do estágio. Além disso, uma vantagem adicional que pode ser observada, é o aprendizado contínuo e verificação de pontos pouco vistos na graduação.

3.4 Estudo Comparativo Entre Aterramentos Temporários

Outro desenvolvimento interessante durante o período de estágio, foi uma análise feita ao comparar dois tipos de aterramento temporário para serviços em linha morta: O aterramento usual já utilizado pela empresa e um modelo proposto, chamado de aterramento aranha.

Esse novo aterramento estava sendo sugerido devido à várias vantagens físicas aos funcionários, dentre as quais pode-se citar a maior velocidade de operação e o fato de ser um equipamento mais leve, diminuindo cansaço físico durante os serviços.

A avaliação se constituiu inicialmente por uma série de simulações, utilizando os dois tipos de aterramento, em uma das subestações da empresa. A operação levou a manhã toda, sendo possível observar a execução diversas vezes e assim analisar todos os pontos de interesse. Primeiramente foi cronometrado o tempo que a atividade completa demandava em cada um dos serviços, primeiro utilizando o aterramento usual e depois o do tipo aranha. Este último se mostrou 5 vezes mais rápido para a mesma atividade. Por ser da área de Segurança, também se avaliou os riscos inerentes àquela atividade, verificando se poderiam aumentar com o novo modelo. As conclusões foram as seguintes: havia uma clara melhoria quanto aos riscos ergonômicos, os riscos de atividade em altura eram totalmente eliminados (pois não necessita o uso de escada) e os riscos elétricos diminuía, pelo fato de o funcionário trabalhar mais afastado da rede.

Em seguida, foi preparado um material com as conclusões para ser apresentado em comitês e com ajuda do gestor da área, defender a troca desse equipamento. Apesar disso ainda seria necessário esperar alguns testes técnicos para verificar a confiabilidade da mola presente no aterramento aranha e também a sua resistência à correntes de Curto.

3.5 Desenvolvimento de Mapa de Riscos

Nesta atividade foi feito um estudo de todos os cargos disponíveis na empresa, mapeando-se quais os riscos que podiam estar associados a determinadas funções, conforme a lista seguinte: Riscos elétricos, ergonômicos, calor, frio, pressão, ruído, radiação, umidade, vibração, agentes químicos, névoa, poeira e agentes biológicos.

Em alguns casos foi possível fazer esta associação apenas lendo a descrição do cargo, porém em outras foi necessário verificá-la em campo, para compreender um pouco melhor a possibilidade de riscos presentes em tais atividades. Embora existam centenas de cargos, foi possível fazer o mapeamento mais rápido nos casos de trabalhos administrativos por possuírem apenas a chance riscos Ergonômicos. O trabalho final está de acordo com o modelo da Figura 5:

Figura 5: Exemplo de mapa de riscos

	Comentarios	Calor	Eletricidade	Ergonômico	Frio	Pressão	Radiação	Ruído	Umidade	VMB
TEC OPERACAO SISTEMA		X	X	X				X		
TEC AUTOMACAO		X	X					X		
ELETR DISTRIBUICAO		X	X					X		
ELETR INSPECAO		X	X					X		
ELETR LINHA VIVA DISTRIBUICAO		X	X					X		
ELETR LINHA VIVA TRANSMISSAO		X	X					X		
ELETRICISTA		X	X					X		
TEC INSPECAO		X	X					X		
AUX COMERCIAL				X						
AUX COMERCIAL				X						
TEC PROJ CONST MANUT TRANSM		X	X					X		
AUX SERV TEC		X	X					X		
COORD EQUIPES CAMPO				X						
COORD MEDICAO COMBATE PERDAS				X						
GER DISTRIB ALTA TENSÃO				X						
SUP PROJ CONS MAN DISTR		X	X					X		
TEC COMERCIAL				X						
TEC CONST MANUT DISTRIBUICAO		X	X					X		
TEC SEG TRABALHO		X	X					X		

FONTE: Autor

A relevância deste mapeamento vem do fato que com sua ajuda foi possível analisar e separar a quantidade e os tipos de laudos ocupacionais que devem ser feitos por função, baseando-se nas possibilidades de risco que cada cargo terá. Isso é extremamente importante pois caso a empresa fizesse todos esses laudos para todas as suas funções, iria resultar em gastos enormes, visto que alguns deles podem chegar a custar até mesmo 2 mil reais por atribuição.

Vale ressaltar que as vantagens dos laudos de higiene ocupacional são de proporcionar uma melhor visão de quais funcionários podem e devem receber adicionais de periculosidade, ou insalubridade, de acordo com suas atribuições na empresa. Assim, é possível manter um maior controle dos funcionários que de fato devem receber seus adicionais de insalubridade, trazendo uma diminuição de gastos da empresa e poupando-a de possíveis processos judiciais no caso de não pagar à algum colaborador um adicional que fosse preciso em sua atividade.

3.6 Outras

3.6.1 Reuniões Semanais

Outra importante atividade rotineira eram as reuniões realizadas semanalmente. Considerando que o setor deste estágio foi na gerência de Saúde e Segurança do Trabalho, o teor das reuniões era a discussão sobre assuntos voltados à gestão do SESMT, de todas as unidades da empresa, e sobre os projetos que estavam sendo realizados ou iriam ser implementados para melhoria dos processos.

Este foi um importante ponto de aprendizado, pois envolveu situações em que foi possível aprender habilidades essenciais – como as habilidades de gestão e trabalho em equipe – que dificilmente são difundidas durante a graduação, a não ser quando desenvolvidas em programas de extensão. Além destas, podem ser mencionadas outras competências que foram aperfeiçoadas, tais como: capacidade de comunicação, criatividade para resolver problemas e agilidade para gerenciar projetos.

3.6.2 Monitoramento de Indicadores

O estágio também envolveu o uso de ferramentas bastante práticas e comuns no dia-a-dia das empresas, tal como o Excel. Frequentemente era feito o monitoramento dos indicadores de Segurança do Trabalho via planilhas. Semanalmente se fazia a análise de planilhas, agrupando-se os dados de todas as unidades e verificando-se os aspectos mais cruciais, que devem ser constantemente fiscalizados tais como: Acidentes ocorridos em uma semana, tanto com próprios colaboradores, como com terceiros; quantidade de infrações em campo; total de dias de afastamento causados por acidentes até a semana em questão; departamento com maiores incidências de acidentes de origem elétrica, dentre outros.

Dessa forma, além de se aprender a mexer mais nas ferramentas do MS office, foi possível ter uma noção quantitativa de vários quesitos fundamentais, e dessa maneira, ter um conhecimento mais profundo de segurança do trabalho como um todo e também a situação específica da empresa. Isso é de extrema importância caso se decida seguir a área de segurança do trabalho ao final da graduação.

3.6.3 Preparação de Apresentações

Finalmente, uma das tarefas mais importantes e frequentes, era a preparação de apresentações sob demanda, para que a liderança do setor pudesse demonstrar os resultados e projetos às outras áreas, inclusive às de hierarquia superior dentro da empresa, como diretores e Vice-Presidentes.

Logo no início do estágio, foi ministrado um treinamento para toda a equipe sobre PowerPoint Criativo para o desenvolvimento de apresentações melhores e mais visuais, e dessa forma, se conseguir expor melhor todas as ideias desejadas.

Fica claro a importância desta habilidade no desenvolvimento de apresentações. Suas vantagens são evidentes, onde em diversos momentos na vida é necessário montar apresentações para mostrar um trabalho, expor ideias, vender um produto, evidenciar resultados obtidos por uma equipe, dentre outros.

4. INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTE

A segunda parte do relatório é referente a uma atividade não rotineira que se considerou a mais relevante até o presente momento, além de ter demandado considerável tempo para sua realização: Foi feita a investigação de uma fatalidade ocorrida com uma empresa terceirizada do grupo, a partir de cálculos técnicos relacionados com a Engenharia Elétrica. O Objetivo do estudo foi trazer mais detalhes sobre o ocorrido.

Sendo assim, nesta seção será evidenciado o contexto da atividade, bem como toda a ideia por trás de seu desenvolvimento. Embora algumas informações devam ser preservadas, por questão de sigilo empresarial, o escopo mais importante para entender o que foi feito neste trabalho será mantido.

4.1 A Problemática

Durante o período de estágio, ocorreu uma fatalidade com uma das empresas terceirizadas da companhia, em outro estado, que exigiu atenção da gerência, conforme procedimento. O ponto que mais dificultou a análise do cenário foi o fato do acidente ter ocorrido em uma área remota e sem testemunhas, visto que dos dois trabalhadores que estavam no local, um deles foi a óbito (chamaremos de Vítima 1) e o outro foi hospitalizado sem consciência (chamaremos de Vítima 2). O serviço seria realizado em uma rede desenergizada, porém próximo a um ponto de Linha Viva.

Em determinado momento, a dupla posicionou erroneamente o caminhão por baixo da linha viva, com o intuito de instalar na rede desenergizada o aterramento temporário, para garantir a proteção em caso de energização acidental, conforme o procedimento determina, utilizando a vara de manobra. O aterramento temporário estava sendo instalado pela vítima 2, que se localizava em um cesto aéreo, por cima do caminhão. Já a vítima 1 estava em baixo, fiscalizando o serviço de fora do veículo. Esse aterramento (que estava sendo carregado na vara de manobra para se instalar na rede) havia sido inserido no solo através de haste apropriada. Em seguida, a dupla conectou no mesmo ponto o aterramento do caminhão, o que não é aconselhável a se fazer representando um ponto crucial no evento. Pode-se ver na Figura 6 um modelo de aterramento temporário para uma melhor compreensão da situação:

Figura 6: Modelo de Aterramento



FONTE: Fabricante

Como se pode atestar existem quatro “cabeças”, onde três delas são ligadas nos condutores da rede e o quarto é instalado na haste, e ligado ao chão, para servir de aterramento. Assim, o aterramento da terra foi inserido no mesmo estai que o cabo que serviria para aterrar a carcaça do caminhão. Dessa forma, foi feito um ponto de conexão entre esses circuitos.

Em determinado momento, enquanto a vítima 2 utilizava a vara de manobra para conectar o terceiro pontos de aterramento na rede desenergizada, ele fez contato com a Linha Viva que estava localizada logo em cima, e ocorreu um curto circuito. Nesse mesmo instante, o colaborador 1 estava em contato com o caminhão (sem utilizar luvas) e sofreu uma descarga fatal. Já o trabalhador 2, por estar usando luvas isolantes, não sofreu uma descarga tão grande (mesmo estando em contato direto com a linha) e não foi à óbito, porém ficou inconsciente.

Em resumo, essas foram as informações “conhecidas”. Ainda assim ficaram algumas dúvidas se a fatalidade poderia ter ocorrido por uma corrente que passou pelo caminhão, devido à ligação dos aterramentos. Outros disseram que esta teria um valor muito baixo, não podendo ter causado o óbito, e desse modo, o motivo poderia ser uma falha no isolamento do braço mecânico do caminhão. Foi dito que a corrente passou pela vara, atravessou o colaborador 1, desceu pelo cesto e em seguida pelo braço, que apresentava isolamento falho, portanto atingindo o caminhão, afetando o colaborador 1 e causando o óbito. Isto implica em alguns problemas técnicos em relação à qualidade do teste de isolamento, bem como, a qualidade do veículo utilizado pela empresa. Sendo

assim, foi requisitado que fossem feitos os cálculos para verificar se seria possível uma corrente com valores fatais fazer o “retorno” pelo aterramento do caminhão, e desta forma, sanar as dúvidas relacionadas ao fato.

Na tabela 1, descreve-se o cenário imposto e o objetivo do seu desenvolvimento:

Tabela 1: Cenário x Objetivo

Cenário	Objetivos
1. Desconsiderando Falha no Isolamento do Braço	<p>-Avaliar a possibilidade de o acidente fatal ter ocorrido sem necessariamente haver uma falha no veículo (Como defeito no isolamento do braço).</p> <p>-Não apontar a causa real do acidente, mas oferecer uma das possíveis causas ou até mesmo invalidar alguma linha de pensamento.</p>

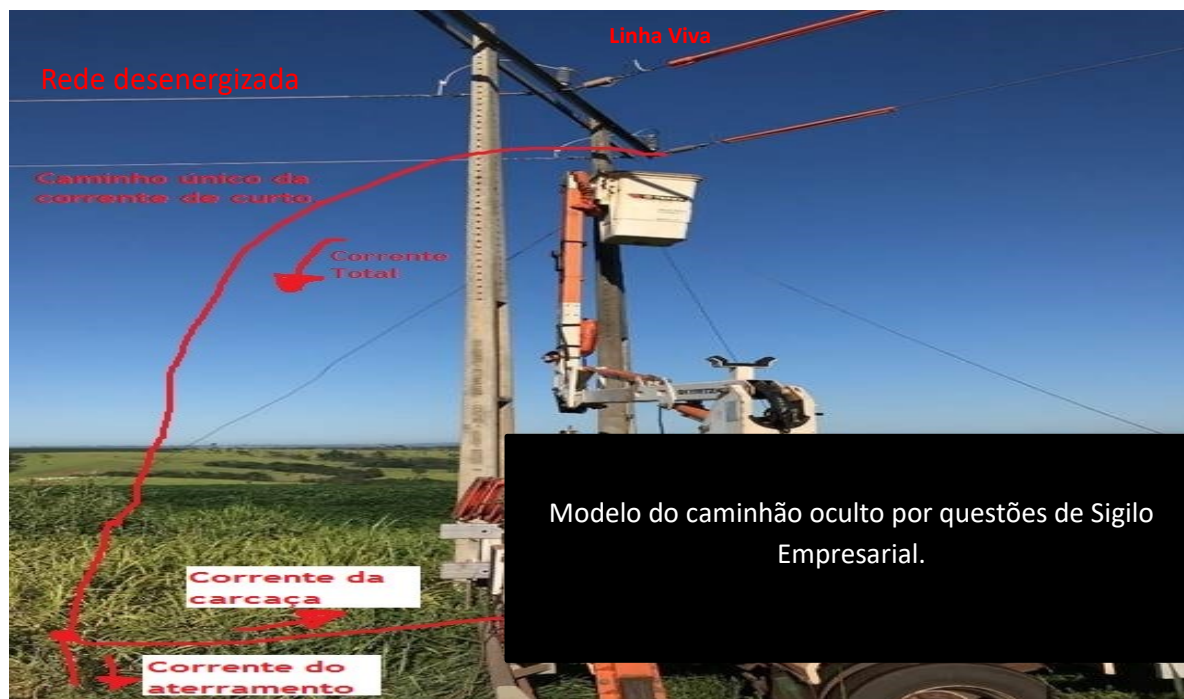
Vale lembrar que possibilidade é diferente de probabilidade. Apesar do estudo indicar se poderia acontecer tal evento, ele não será completamente efetivo para dizer a probabilidade (chances altas ou baixas) por se basear em parâmetros difíceis a serem considerados.

Alguns detalhes técnicos necessários para a compreensão do evento são os seguintes: a tensão da linha era de 34 kV (Tensão de fase 19,6 kV), e o caminhão tinha 4 eixos e 4 sapatas estabilizadoras no chão no momento do acidente, sendo 2 de cada em um lado, e mais 2 no outro. As sapatas estabilizadoras possuem um material isolante (confeccionado de borracha) na superfície de contato com o chão. Para o caso de uma corrente circulando no caminhão, considerou-se estes como sendo de resistências elevadas, devido ao seu material, além de uma baixa condutividade. Dessa maneira, uma pequena corrente passaria por estes e a maior parte circularia da Vítima até o terra. Outro valor importante é a corrente de curto: segundo os dados da subestação, esse valor atingiu aproximadamente 250 A.

Outro pressuposto que pode levantar dúvidas é o fato de que o desenho do circuito (Figuras 8) deixa a impressão que os eixos e as sapatas estão aterradas. Na verdade, elas estão em contato com o chão e possuem uma resistência muito alta, mas como não é infinita, pode-se considerar esse caminho existente e assim desenhar o circuito da forma vista nessas figuras. Selecionaram-se algumas fotos do ambiente do acidente de forma a facilitar a visualização e compreensão.

Cenário:

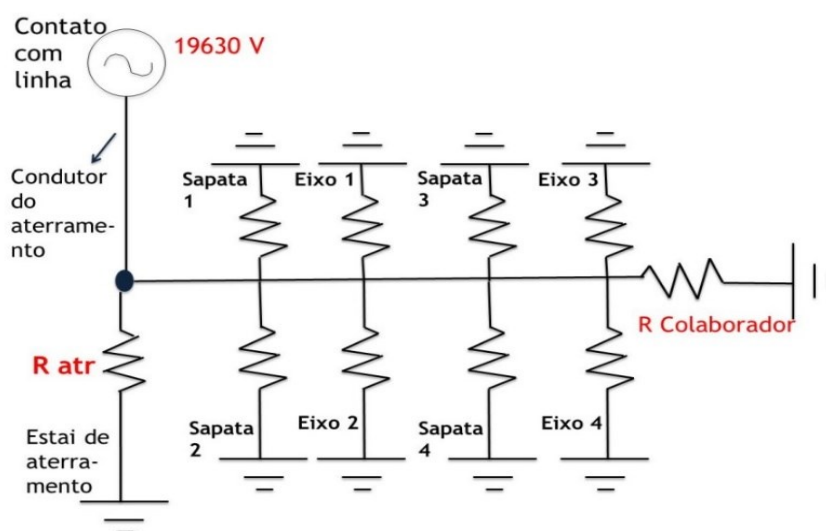
Figura 7: Representação da corrente de curto no cenário proposto



FONTE: Foto tirada no local

Circuito

Figura 8: Desenho do circuito no cenário proposto









FONTE: Autor

4.2 Efeitos da Corrente

Os riscos da corrente elétrica ao passar pelo corpo humano são bastante graves, desde simples movimentos involuntários no corpo, até fibrilação ventricular que conduz

ao óbito. Além da intensidade dessa corrente, outro fator determinante que irá definir as consequências desse contato é o tempo de exposição. Pode-se ver na figura 9 os efeitos do choque elétrico associados à intensidade da corrente que passa através de uma pessoa, considerando-se situações normais (pessoa seca, sem portar nenhum equipamento de proteção e em condições favoráveis de saúde):

Figura 9: Efeitos da corrente elétrica no corpo

INTENSIDADE	EFEITO	CAUSAS	
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente provoca formigamento. Não existe perigo.	
3 a 10 mA	Elettrização	A passagem da corrente provoca movimentos.	
10 mA	Tetanização	A passagem da corrente provoca contrações musculares, agarramento ou repulsão.	
25 mA	Parada Respiratória	A corrente atravessa o cérebro.	
25 a 30 mA	Asfixia	A corrente atravessa o tórax.	
60 a 75 mA	Fibrilação Ventricular	A corrente atravessa o coração.	

FONTE: [Online]. <http://manualdotrabalhoseguro.blogspot.com/2014/07/quais-sao-os-efeitos-do-choque-eletrico.html>

Porém esses dados são genéricos e não se aplicam a todas as situações, uma vez que não consideram o tempo de exposição. Outro recurso melhor para ser utilizado é o estudo de Dalziel (Ana José Martins Flores, 2014), que desenvolveu uma fórmula a qual determinava a corrente máxima que pode passar por alguém sem causar fibrilação e ocasionar em uma fatalidade, salvo 99,5% dos casos. A fórmula associada à um homem de 70 kg (Peso escolhido por se aproximar mais à média) é de:

$$I_{max} = \frac{0,157}{t^{0,5}} \quad (1)$$

∴ t - Tempo de exposição pelo homem.

Segundo informações obtidas com o disjuntor da subestação, a duração do curto foi em torno de 0,6s, e sendo assim, este será considerado o tempo de exposição à corrente. Apesar da aproximação, esta é a única informação obtida com relação ao tempo, sendo necessário fazer esta suposição. Ainda assim, considera-se que é uma suposição que deve estar de acordo com a realidade. Portanto, aplicando esse tempo de

exposição na Eq. 1, verifica-se que a corrente máxima que este colaborador teria aguentado seria 200 mA.

4.3 Considerações das Resistências

Neste subtópico selecionou-se as resistências necessárias para fazer os cálculos conforme o circuito desenhado anteriormente. Foi realizada uma extensa pesquisa em literatura nacional e internacional, porém vale ressaltar que esta é uma área difícil para obter valores exatos, sendo necessária a adoção de valores supostos, com algum embasamento na literatura. Para reduzir a possibilidade de erro, em alguns casos, se utilizou mais de um valor. Dessa maneira, “simulou-se” os resultados com mais de um parâmetro para chegar a conclusões mais concretas, e diminuir o erro.

Primeiramente, existe a resistência do solo, que depende de vários fatores como: temperatura, umidade, sais no solo, tipo de solo, dentre outros. No início do trabalho, foram feitos vários estudos, pesquisas e até mesmo suposições sobre o solo: através de fotos, supôs-se que o tipo poderia ser terra, humus ou argila, cujas resistências podem variar de 5 a 480 $\Omega \cdot m$ (Kinderman, 1991, Tabela 1.2.1: Tipo de solo e respectiva resistividade). Através do site AccuWeather, procurou-se as condições meteorológicas no dia do acidente para conferir alguns dados que poderiam influenciar na resistência de aterramento, e dessa forma saber quais os melhores valores a se selecionar dentro da faixa definida. Naquele dia a temperatura estava em média a 20° C e não havia chovido no dia do evento, nem no dia anterior (solo mais seco e clima mais frio, maior resistência). Quanto aos sais, não seria possível determinar por meio das fotos. Além desses fatores, foi observado na investigação que a haste estava inserida apenas pela metade no solo (0,45m) o que contribui para uma maior resistência. Assim, o valor real provavelmente se encontrava em uma faixa mais próxima ao limite superior. Foram selecionados para simulação os valores de 80, 200 e 400 Ω .

Em seguida, escolheu-se a resistência dos 4 eixos (pneus de borracha). Segundo a norma internacional ISO 16392:2017(en), o valor da resistência para os pneus durante sua fabricação deve ser de 10^{12} Ω . Considerando certo desgaste devido ao uso, selecionou-se outras duas resistências para o cálculo: 10^9 Ω e 10^{10} Ω .

Já para as duas sapatas do veículo, não foi possível obter informações concretas quanto ao valor necessário para sua resistência. Considerando a falta de informações e estudos relevantes sobre esse item, além de avaliar que tem um material de borracha em suas pontas, igualou-se a resistência deste com a do pneu apenas por ser um valor de resistência alto e com pouca influência.

Por fim, temos a resistência do colaborador que estava tocando no caminhão durante o curto. Tem-se vários materiais que determinam uma faixa para os valores de resistência do corpo humano, porém esse valor depende de vários fatores como: massa corporal, idade, ponto de contato e o fato do corpo estar seco ou molhado. Sendo assim, é quase impossível determinar com exatidão essa resistência, mas um valor médio para se escolher nesse caso é de $1k\ \Omega$, no qual a corrente entra pela mão e sai pelo pé (Ana José Martins Flores, 2014).

Além de seu corpo, também se terá a resistência da bota isolante que ele estava utilizando, com valor muito maior que a do seu próprio corpo. Pode-se obter no site do fabricante a faixa de valores possível para essa bota, podendo ir de $100\ k\Omega$ a $100\ M\Omega$, com uma resistência dielétrica que aguenta uma tensão de $14\ kV$ por no máximo 1 minuto. Por fim, utilizou-se 3 valores de resistência para fazer as simulações, e tornar essa análise o mais detalhada possível: $100\ k\Omega / 0,5\ M\Omega / 1\ M\Omega$. Vale ressaltar, que considerando que a tensão do conjunto era maior que $19\ kV$, e assim a bota rompeu parcialmente seu dielétrico. Por este motivo considerou-se que a resistência desta bota estava baixa, beirando o limite inferior. Ainda assim, é possível que ela fosse menor ainda, visto que ao romper o dielétrico ela perde boa parte (se não todas) das suas propriedades isolantes.

4.4 Desenvolvimento

Primeiramente, para iniciar os cálculos, colocaram-se todas as possíveis situações:

Tabela 2: Situações possíveis variando as resistências estipuladas

Situação	R do aterramento (Ω)	R dos pneus/sapatas	R do colaborador (Ω)	Corrent e de Curto (A)
1	80	10^9	100.000	250,0
2	80	10^9	500.000	250,0
3	80	10^9	1.000.000	250,0

4	80	10 ¹⁰	100.000	250,0
5	80	10 ¹⁰	500.000	250,0
6	80	10 ¹⁰	1.000.000	250,0
7	200	10 ⁹	100.000	250,0
8	200	10 ⁹	500.000	250,0
9	200	10 ⁹	1.000.000	250,0
10	200	10 ¹⁰	100.000	250,0
11	200	10 ¹⁰	500.000	250,0
12	200	10 ¹⁰	1.000.000	250,0
13	400	10 ⁹	100.000	250,0
14	400	10 ⁹	500.000	250,0
15	400	10 ⁹	1.000.000	250,0
16	400	10 ¹⁰	100.000	250,0
17	400	10 ¹⁰	500.000	250,0
18	400	10 ¹⁰	1.000.000	250,0

Em seguida, se fez um paralelo do conjunto carcaça – homem conforme tem-se na Figura 10, fazendo primeiramente: paralelo entre homem e o pneu 4, em seguida este conjunto com o pneu 3, depois com sapata 4 e assim por diante até a sapata 1, tendo todo o paralelo do conjunto. Para cada uma das situações, obtém-se um valor diferente desse R. Com os cálculos efetuados utilizando-se o programa Excel, obteve-se os seguintes resultados, conforme visto na Figura 10:

Figura 10: Resistências equivalentes tirando o paralelo entre eixo/sapatas e homem no cenário proposto

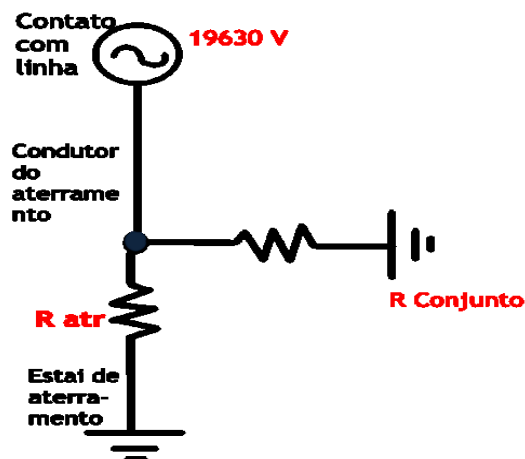
Situação 1/7/13		Situação 2/8/14		Situação 3 /9/15		Situação 4/10/16		Situação 5/11/17		Situação 6/12/18	
Número do paralelo	Valor de R (Ω)	Número do paralelo	Valor de R (Ω)	Número do paralelo	Valor de R (Ω)	Número do paralelo	Valor de R (Ω)	Número do paralelo	Valor de R (Ω)	Número do paralelo	Valor de R (Ω)
Primeiro	99.990	Primeiro	499.750	Primeiro	999.001	Primeiro	99.999	Primeiro	499.975	Primeiro	999.900
Segundo	99.980	Segundo	499.500	Segundo	998.004	Segundo	99.998	Segundo	499.950	Segundo	999.800
Terceiro	99.970	Terceiro	499.251	Terceiro	997.009	Terceiro	99.997	Terceiro	499.925	Terceiro	999.700
Quarto	99.960	Quarto	499.002	Quarto	996.016	Quarto	99.996	Quarto	499.900	Quarto	999.600
Quinto	99.950	Quinto	498.753	Quinto	995.025	Quinto	99.995	Quinto	499.875	Quinto	999.500
Sexto	99.940	Sexto	498.504	Sexto	994.036	Sexto	99.994	Sexto	499.850	Sexto	999.400
Sétimo	99.930	Sétimo	498.256	Sétimo	993.049	Sétimo	99.993	Sétimo	499.825	Sétimo	999.300
Oitavo	99.920	Oitavo	498.008	Oitavo	992.063	Oitavo	99.992	Oitavo	499.800	Oitavo	999.201
Resistência equivalente	99,92 kΩ	Resistência equivalente	498 kΩ	Resistência equivalente	992 kΩ	Resistência equivalente	99,99 kΩ	Resistência equivalente	499,8 kΩ	Resistência equivalente	999 kΩ

FONTE: Autor

As resistências apresentadas pela Figura 10 seriam o paralelo resultante entre o homem e todos os pneus/sapatas do veículo. Como se pode notar, os resultados mudaram muito pouco entre os casos aonde foram variadas a resistência dos eixos entre 10⁹ e 10¹⁰ Ohms. Também é possível ver que existe uma variação mínima ao se seguir pelos paralelos desde o primeiro ao oitavo. Isso se deve ao fato de que a resistência da bota é relativamente pequena comparada aos eixos e sapatas e cada vez que é feito o

cálculo com um deles, o resultante é muito próximo do valor de resistência da bota realmente. Obteve-se o seguinte circuito destacado na Figura 11:

Figura 11: Circuito equivalente após tirar o paralelo no cenário proposto



FONTE: Autor

Por fim, para saber a corrente indo para o conjunto, se pode fazer um simples divisor de corrente utilizando o valor conhecido de corrente de CC. Devido ao fato da resistência do eixo e sapatas ser bem maior que a do colaborador, desprezou-se algum valor de corrente passando pelos pneus e sapatas e supôs-se que toda corrente que flui pelo conjunto, iria para a vítima. Os resultados são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3: Valores de correntes resultantes para o cenário

Situação	Resistência equivalente do conjunto	Corrente que vai para o aterramento	Corrente que vai para o conjunto (A)	Resultado
1	99,92 k Ω	249,8000001	0,2000	Fatalidade
2	498 k Ω	249,9598465	0,0402	Não Fatalidade
3	0,992 M Ω	249,9798416	0,0202	Não Fatalidade
4	99,99 k Ω	249,8001439	0,1999	Fatalidade
5	499,8 k Ω	249,9599904	0,0400	Não Fatalidade
6	0,999 M Ω	249,9799856	0,0200	Não Fatalidade
7	99,92 k Ω	249,5005996	0,4994	Fatalidade
8	498 k Ω	249,8996403	0,1004	Não Fatalidade
9	0,992 M Ω	249,9496102	0,0504	Não Fatalidade
10	99,99 k Ω	249,5009482	0,4991	Fatalidade
11	499,8 k Ω	249,9	0,1000	Não Fatalidade
12	0,999 M Ω	249,94996	0,0500	Não Fatalidade
13	99,92 k Ω	249,0031904	0,9968	Fatalidade
14	498 k Ω	249,7993612	0,2006	Fatalidade

15	0,992 MΩ	249,8992406	0,1008	Não Fatalidade
16	99,99 kΩ	249,0038848	0,996	Fatalidade
17	499,8 kΩ	249,80008	0,200	Fatalidade
18	0,999 MΩ	249,89994	0,1001	Não Fatalidade

Para correntes maiores que 0,200 A seria possível uma fatalidade, conforme foi calculado pela fórmula de Dalziel. Pode-se ver que em 8 situações dentre as 18 simuladas resultaram em possível fatalidade. As seguintes conclusões podem ser obtidas:

1. É possível que a fatalidade possa ter ocorrido sem necessariamente significar erro no isolamento do braço aéreo.
2. Uma variação no valor da resistência dos pneus tem influência muito pequena, e apresenta poucas diferenças entre os cenários. Já as resistências da bota e do aterramento mostraram-se ser o que mais proporcionava impacto no cenário;
3. Caso o valor dielétrico ou a resistência da bota fossem maiores (melhor qualidade), tal evento poderia ter sido evitado. Há a possibilidade de pedir uma bota com dielétrico e resistência mais elevada (outra classe) para trabalhadores de LV partindo dessa análise. Nos EUA o dielétrico mínimo para botas é de 18 kV.
4. Caso a haste tivesse sido fincada totalmente no chão, ou não houvessem sido conectados os aterramentos do caminhão e da rede juntos, o evento também poderia ter sido evitado. Porém essa conclusão não traz muitas ações a serem feitas, apenas a de estimular o cumprimento correto dos procedimentos.

5. CONCLUSÃO

Este relatório de estágio teve como objetivo demonstrar a importância e necessidade da Segurança do Trabalho, bem como a sua grande relação com a Engenharia Elétrica, principalmente ao olhar para uma empresa deste setor. Assim foram mostradas diversas atividades, rotineiras ou não, realizadas durante o estágio e que necessitaram vários conhecimentos prévios, adquiridos durante a graduação, visando até mesmo a possibilidade de expansão destes conhecimentos.

Também é possível evidenciar a grande variedade de situações que se pode trabalhar, utilizando assuntos adquiridos ao longo do curso, até mesmo para aplicar em uma investigação de um acidente ocorrido em uma rede elétrica. É interessante refletir o quanto essa situação é inusitada, e dificilmente seria ponderada essa possibilidade anteriormente.

Em relação ao estágio propriamente dito houve a vantagem de conhecer as outras áreas da empresa, devido à necessidade de uma relação entre elas e a Segurança do Trabalho, principalmente os setores operacionais.

O estágio foi extremamente produtivo, sendo possível aprender determinados pontos que serão necessários durante toda a carreira, e que dificilmente seriam vistos fora do estágio, como: acompanhamento de projetos, trabalho e alinhamento entre equipes, princípios de gestão de pessoas, trabalho com prazos, priorização de atividades e gerenciamento de tempo, dentre outros.

Além das atividades em si, o estágio também trouxe experiência de mercado, aumento de network, melhoria nas relações pessoais, conhecimentos de assuntos contábeis e específicos do setor de Segurança.

6. REFERÊNCIAS

Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica – Ano Base 2017. **ABRACOPEL (2018)**. Disponível em: http://www.abrinstal.org.br/docs/abracopel_anuario18

Trabalho de Conclusão de Curso. **Segurança do Trabalho em Atividades com Energia Elétrica: Um estudo baseado na interpretação jurídica da NR-10**. Universidade Estadual da Paraíba – 2012.

Occupational Safety and Health Administration – Osha data & Statistics. [online] Disponível em: <https://www.osha.gov/oshstats/commonstats.html>

Ana Martins Flores. **Análise e Aplicação de Métodos para o Cálculo da Resistência de Terra em Sistemas com N Eléttodos Instalados em Solos Heterogéneos**. Dissertação de mestrado: Universidade do Porto – 2014.

Viposa. Calçado de Segurança tipo 1 .Disponível em: www.viposa.com.br/pt/calçados-de-seguranca/instrucoes-e-utilizacoes/baixar/6. Acesso em 05/02/2019.

Chesf. **Especificação técnica de calçados de segurança. DAST nº 02/2001 – R11 11ª** Disponível em: <http://www5.chesf.gov.br/Anexos/ANEXO%20ABV%207350.pdf>

KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. Aterramento Elétrico, 2 edição, Porto Alegre, Editora SAGRA-DC LUZZATTO, 1992.

ISO 16392:2017 (en). **Tyres – Electrical Resistance – Test Method for measuring electrical resistance of tyres on a test rig**. [online] Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16392:ed-2:v1:en>. Acesso em 03/02/2019.

Fabio Flandoli. **Resistência e Resistividade do Terreno**. [online] Disponível em: <http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/5-aterramento/resistencia-e-resistividade-do-terreno/>. Acesso em 10/02/2019.

Fabio Flandoli. **Efeitos da corrente sobre o corpo humano**. [online] Disponível em: <http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/8-riscos-eletricos/efeitos-da-corrente-sobre-o-corpo-humano/>. Acesso em 10/02/2019.

Cassiano Driessen Pavelski. **A IMPORTÂNCIA DO NOVO CALÇADO ISOLANTE ELÉTRICO - ABNT NBR 16.603:2017**. [online] Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-do-novo-cal%C3%A7ado-isolante-el%C3%A9trico-abnt-cassiano/>. Acesso em 14/02/2019.

ABNT NBR ISO 20347:2015. **Equipamento de proteção individual — Calçado ocupacional**. Segunda Edição - 25.05.2015.

LSA Silva, OLG Quelhas, *Gestão e Produção* 13(3), 385-395, 2006.

CL Bitencourt, OLG Quelhas, *Encontro Nacional da Engenharia de Produção* 18, 1998.

Souza, W.J; Oliveira, M.D, *Fundamentos da gestão social na Revolução Industrial* Organizações de Sociedade, V.3, n.39, p. 59-76, 2006.