

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização em Ergonomia**

**DÉBORA MILLARD ROCHA**

**AS DIFERENTES CONCEPÇÕES DOS ELETRICISTAS DE LV SOBRE A  
ATIVIDADE DE TROCA DE CRUZETA**

**Belo Horizonte**  
**2019**

**DÉBORA MILLARD ROCHA**

**AS DIFERENTES CONCEPÇÕES DOS ELETRICISTAS DE LV SOBRE A  
ATIVIDADE DE TROCA DE CRUZETA**

**Versão final**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ergonomia do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como requisito parcial à obtenção do Certificado de Especialista em Ergonomia.

Orientador: Francisco de Paula Antunes

Lima

**BELO HORIZONTE  
2019**



**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**  
**Curso de Especialização em Ergonomia e Projetos de Situações de Trabalho**

ATA DA 11ª DEFESA PÚBLICA DE MONOGRAFIA, de DÉBORA MILLARD ROCHA, nº de registro UFMG 2018722829, às 18:10 horas do dia 13 de dezembro de 2019, reuniu-se, na Escola de Engenharia da UFMG a Comissão Examinadora de Monografias para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "AS DIFERENTES CONCEPÇÕES DOS ELETRICISTAS DE LV SOBRE A ATIVIDADE DE TROCA DE CRUZETA", requisito final para obtenção do Grau de Especialista em Ergonomia e Projetos de Situações de Trabalho. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Francisco de Paula Antunes Lima, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra a candidata para apresentação de seu trabalho. Em sessão pública, após exposição, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

Aprovação;

( ) Aprovação condicionada à satisfação das exigências constantes no verso desta folha, no prazo fixado pela banca não superior a 60 (sessenta) dias;

( ) Reprovação.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca na ordem abaixo determinada e pela candidata.

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2019

Banca Examinadora

Assinaturas

Indicação

Prof. Francisco de Paula Antunes Lima (Orientador)

Prof. Ailton Marinho da Silva

Prof. Eugênio Pacelli Hatem Diniz

Candidato:

 *aprovado*  
 *APROV.*  
 *aprovado*



## RESUMO

Este estudo foi realizado em uma concessionária de energia elétrica com o objetivo de compreender as diferentes concepções dos eletricitistas de linha viva em relação à atividade de troca de cruzeta. Para tanto, empregou-se a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) como metodologia. Chegou-se a conclusão que a substituição da cruzeta é determinada pelas diversas variabilidades encontradas em campo pelos empregados. Após esse diagnóstico, seguiram-se as recomendações (em relação a organização do trabalho e a equipamentos) para a melhoria das condições de atuação dos eletricitistas de LV.

**Palavras-chave:** ergonomia, análise ergonômica do trabalho, linha viva, cruzeta.

## **ABSTRACT**

This study was carried out in an electric power utility with the objective of understanding how different conceptions of live line electricians in relation to the crosshead exchange activity. Therefore, the Ergonomic Work Analysis was used as a methodology. It was concluded that the replacement of the crosshead is determined by the various variations in the field by the employees. After this diagnosis, follow up as recommended (in relation to the organization of work and equipment) to improve the working conditions of live line electricians.

**Keywords:** ergonomic, ergonomic work analysis, live line, crosshead.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Geração, transmissão e distribuição .....	22
Figura 2 - Média e baixa tensão .....	24
Figura 3 - Estruturas básicas do sistema elétrico aéreo da distribuição.....	26
Figura 4 - Cruzeta de madeira.....	27
Figura 5 - Cruzeta de fibra de vidro.....	28
Figura 6 - Tipos de estruturas .....	30
Figura 7 - Caminhão da LV com duas caçambas.....	32
Figura 8 - Caminhão da LV com uma caçamba .....	37
Figura 9 - NS emergencial da LV .....	40
Figura 10 - Fluxograma de comunicação entre a LV e o COD.....	43
Figura 11 - Disposição dos caminhões na via pública.....	44
Figura 12 – Espaçador nos fios da média tensão .....	45
Figura 13 - Preparação do material e estrutura com cruzeta roliça .....	46
Figura 14 - By-pass e coberturas isolantes .....	48

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Informações sobre tempo de serviço, de LV e idade da equipe..... 38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AET – Análise Ergonômica da Atividade

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APR – Análise Preliminar de Risco

B – Beco

COD – Centro de Operação da Distribuição

DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora IEA –

E - Eletricista

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FEC – Frequência de Interrupção por UC

Kg – Quilograma

M – Meio-beco

N – Normal

NS – Nota de Serviço

ONG – Organização Não Governamental

RA – Religador Automático

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

U – Urgente

UC - Unidade Consumidora

V – Volts

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>18</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
<b>6 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>30</b>
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A energia é indispensável para a sobrevivência humana, sendo a eletricidade a mais versátil e conveniente (BRASIL, 2002).

No Brasil, começou a ser utilizada no século XIX, a partir do qual foram caracterizados períodos de desenvolvimento em que existiram marcos importantes para o setor. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

Atualmente, um órgão federal é responsável pela sua regulação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). É essa agência a responsável pela aferição da qualidade da prestação de serviços aos consumidores pelas concessionárias de energia. Duas dessas avaliações são a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (UC) (DEC) e a Frequência de Interrupção por UC (FEC), que avaliam a duração e a frequência de interrupções aos clientes.

Como podem comprometer as prorrogações pelo Ministério de Minas e Energia das áreas concedidas a essas concessionárias, a manutenção das estruturas elétricas sem a interrupção da eletricidade é, hoje, estratégica.

São as equipes de Linha Viva (LV) as responsáveis por essas intervenções nas estruturas do sistema elétrico sem a sua desenergização. Trata-se de atividade com risco de choque elétrico, queimaduras por arco elétrico, quedas de alturas superiores a dois metros e, conseqüentemente, acidentes de trabalho graves e fatais.

Entre os serviços executados pela LV, as trocas de cruzeta correspondem a aproximadamente 60 a 70 % (Eletricista de LV).

As cruzetas são estruturas de composição diversa que presas no poste, em sua extremidade livre, sustentam os fios condutores e demais componentes das redes aéreas do sistema.

Percebeu-se, conforme será abordado neste trabalho, que as concepções dos eletricitistas de LV a respeito da atividade de troca de cruzeta eram diversas e

distintas. Por isso realizou-se a Análise Ergonômica da Atividade (AET) como metodologia para entendimento dessas opiniões.

Importante, então, foi o entendimento da empresa onde esses empregados estão inseridos, das características da população em estudo, da organização e do ambiente de trabalho e da tarefa em si, para, a partir de então, descreverem-se as recomendações com o objetivo de se estabelecer a correta adaptação das condições laborais às pessoas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

a) Compreender o motivo das diferentes concepções dos eletricitistas de (LV) a respeito da atividade de troca de cruzeta.

### **2.2 Objetivos Específicos**

a) Identificar as variáveis envolvidas durante a atividade de troca de cruzeta entre os eletricitistas de LV,

b) Identificar situações passíveis de melhoria envolvidas na atividade de troca de cruzeta entre os eletricitistas de LV e

c) Propor recomendações para essas situações encontradas.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Este estudo surgiu da necessidade de entendimento das verbalizações referidas pelos eletricitistas de LV a respeito da atividade de troca de cruzeta. Avaliar essa demanda consiste em uma primeira etapa para a AET, dentro e a partir da qual serão propostas recomendações para a melhoria do trabalho da população sob análise.

### **a) A demanda**

A demanda surgiu durante o acompanhamento das equipes de LV da empresa onde a autora desta monografia atua como médica do trabalho. Percebeu-se que as concepções desses empregados a respeito da atividade de troca de cruzeta mereciam ser compreendidas: *“trocar cruzeta é uma tarefa muito difícil”, “pode ser cansativa”, “é chato” e “é tranquila”* (Eletricitistas de LV).

A cruzeta é um suporte retilíneo e sem emendas para os fios condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica (ABNT, 1984).

Entre as atividades executadas pelos eletricitistas de LV, as de substituição de cruzeta correspondem a aproximadamente 60 a 70 % (Coordenador de LV).

Um membro de LV explicou o motivo pelo qual caracterizou a troca de cruzeta como “*chata*”: “*porque as cruzetas antigas são de madeira, distorcem. Às vezes tem que levantar a linha (referindo-se aos fios da estrutura) para fazer a troca e o calor não ajuda lá em cima. Mas a gente já está acostumado*”. Outro empregado explicou que “*dependendo da estrutura, o serviço pode ser mais demorado ou mais rápido. As mais complexas vão precisar de mais tempo*”.

As características da cruzeta em si definirão se será “*mais complexa, porque, por exemplo, as roliças torcem*”, o que atrapalha a manutenção pelas equipes.

Outros explicaram que as estruturas adjacentes à cruzeta, tais como o poste, os cabos da rede elétrica, a presença de árvores e de seus galhos, os fios de telefonia e de televisão e as condições de temperatura do local também tornam essa substituição um trabalho mais ou menos complicado, pois interferirá na quantidade de fases a serem cumpridas.

Dessa maneira, a hipótese inicial deste estudo é a de que a atividade de troca de cruzeta na LV possui variáveis que podem torná-la mais complexa por exigir mais etapas em sua execução.

#### **4 METODOLOGIA**

Trata-se de estudo descritivo e de abordagem qualitativa.

Para aprofundar-se na relação entre o trabalho e a equipe de LV, utilizou-se como método a AET (GUIÉRIN *et al.*, 2001).

A partir da demanda dos empregados da LV, iniciou-se, através de entrevistas a essa população, uma análise das diferentes concepções a respeito da troca de cruzeta que relatavam.

Foram realizados levantamentos de informações da empresa onde trabalham, assim como desses empregados especificamente, com o objetivo de se entender o contexto organizacional onde estão inseridos e as suas características (idade, tempo de serviço na empresa e na LV).

De posse dessas informações preliminares, prosseguiram-se as observações globais e as análises das atividades de troca de cruzeta, cujos registros ocorreram através de anotações, vídeos, fotografias e gravações de áudio. Foram necessárias três visitas à campo, sendo que, as duas últimas, objetivaram-se elucidar dúvidas e autoconfrontar os empregados consigo mesmos através dos registros visuais citados.

Por meio dessas etapas, os empregados foram acompanhados desde o momento do início do registro do ponto e saída da base para o campo, até momentos após seu retorno a empresa.

Além disso, para obterem-se documentos a respeito de normas e procedimentos internos relacionados às atividades de LV, foram necessárias entrevistas e visitas à base desses empregados e de seu coordenador.

A metodologia incluiu também uma pesquisa bibliográfica acerca do setor elétrico brasileiro, das cruzetas e das estruturas que compõem a distribuição de energia, com objetivo de se formar um banco de dados teórico para fundamentar a análise e a proposição de melhorias dos dados observados.

Prosseguiu-se ao estabelecimento dos diagnósticos e das recomendações, ou seja, proposições de soluções e melhorias, cuja validação pelos empregados foi realizada.

## **5 REFERENCIAL TEÓRICO**

Previamente à descrição da empresa e da população deste estudo, faz-se importante o entendimento do setor elétrico brasileiro e das suas regulações atuais, bem como das nomenclaturas e definições a respeito de suas estruturas físicas. Essas explicações serão necessárias para a compreensão da atuação e da relevância dos procedimentos das equipes de LV.

### **5.1 O setor elétrico brasileiro**

A energia é indispensável para a sobrevivência da espécie humana. Dentre as suas mais diversas formas, a eletricidade se tornou uma das mais versáteis e

convenientes, configurando-se como um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e de muitas regiões (BRASIL, 2002).

No Brasil, a energia elétrica começou a ser utilizada durante o período imperial do século XIX. O setor vivenciou períodos de desenvolvimento que podem ser divididos em cinco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019):

a) Da proclamação da república, em 1889, até o término da década de 1930: a economia nacional caracterizava-se pela produção de produtos primários para a exportação e a principal fonte de energia era o carvão vegetal. Com o advento da indústria cafeeira, a urbanização teve início e a eletricidade foi necessária para a iluminação pública;

b) Do término da década de 1930 até 1945: com o desenvolvimento do processo de industrialização, o Estado brasileiro atuou no sentido de se deter maior controle do setor. Como exemplo, tem-se a promulgação do Código de Águas (BRASIL, 1934), que permitiu o seu comando das concessionárias de energia elétrica;

c) De 1945 até o final da década de 1970: foi nesse momento que diversas empresas estatais foram criadas, entre as quais a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS);

d) De 1980 até metade da década de 1990: historicamente, esse período é conhecido pela crise da dívida externa brasileira, o que resultou na redução dos investimentos no setor elétrico nacional. No entanto, foi em 1984 que entrou em operação a Usina Hidrelétrica de Itaipu;

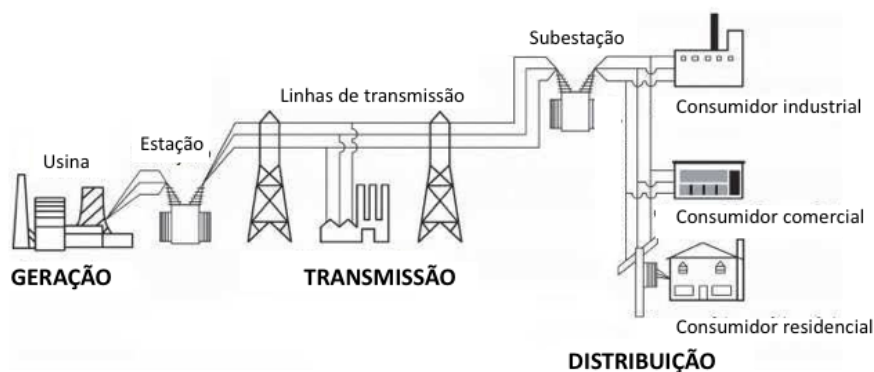
e) De metade da década de 1990 até hoje: caracterizado pelas privatizações de empresas estatais, foi nesse contexto a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Apesar dessas modificações, o novo modelo não conseguiu garantir a oferta de energia e, em 2001, o País vivenciou um importante racionamento de energia elétrica.

Ainda sobre a ANEEL, cabe a esse órgão a regulamentação de políticas e diretrizes do Governo Federal para a utilização e a exploração dos serviços de energia elétrica pelos agentes do setor, pelos consumidores cativos e livres, pelos produtores independentes e pelos autoprodutores, promovendo o uso eficaz e eficiente da energia elétrica e proporcionando condições para a livre competição no mercado (BRASIL, 2017).

## 5.2 A geração, a transmissão e a distribuição de eletricidade

Essencialmente, espera-se que a energia elétrica, por se tratar de um bem essencial, deva ser disponibilizada durante as vinte e quatro horas do dia e durante os sete dias da semana. Para tanto, o setor é composto pela geração, pela transmissão, pela distribuição e pela comercialização de eletricidade, conforme a Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Geração, transmissão e distribuição



Fonte: da autora

### 5.2.1 A geração

A geração é o segmento da indústria de eletricidade responsável por produzir energia elétrica e introduzi-la nos sistemas de transporte até o consumidor. Atualmente, existem diversas usinas geradores no Brasil, sendo que a fonte hidráulica responde por 63% da potência total gerada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019):

### **5.2.2 A transmissão**

A transmissão transporta grandes quantidades de energia provenientes das usinas geradoras. No Brasil, são aproximadamente 145.000 quilômetros de linhas de transmissão que operam tensão elétrica superior a 230.000 Volts (V). (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, 2019).

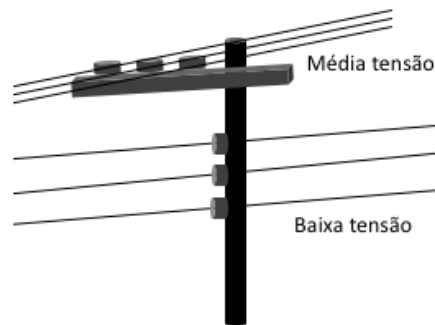
### **5.2.3 A distribuição**

O sistema da distribuição é aquele visível aos consumidores, presente nas cidades ao longo das ruas e avenidas através dos postes de concreto e seus fios condutores.

Possui subestação, presente nos centros urbanos, responsável por rebaixar a tensão do sistema da transmissão para 2.300 e 44.000 V, e possui as redes de distribuição, que podem ser aéreas ou subterrâneas. As primeiras são as mais comumente encontradas e são constituídas por postes de concreto, por fios, por transformadores e por cruzetas. Os fios são de três tipos (Figura 2):

- a) Fios de alta tensão: entre 69.000 e 138.000 V, são também conhecidos como redes de subtransmissão;
- b) Fios de média tensão: entre 2.300 e 44.000 V. São constituídos por três fios condutores aéreos sustentados por uma cruzeta;
- c) Fios de baixa tensão: entre 110 e 440 V. São constituídos por fios condutores nos mesmos postes das redes de média tensão, no entanto, situam-se em nível inferior.

Figura 2 - Média e baixa tensão



Fonte: da autora

É através da estrutura da distribuição que a eletricidade chega até o consumidor final.

### 5.3 Os indicadores da ANEEL

As distribuidoras de energia elétrica são avaliadas pela ANEEL em diversos aspectos, pois, segundo Brasil (1995), as concessões ou permissões dos serviços públicos pressupõem a prestação de um serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários.

Para a supervisão dessa adequação, a ANEEL utiliza indicadores que, no caso da distribuição, estão divididos em (BRASIL, 2016):

- a) Qualidade do atendimento ao consumidor: referem-se ao relacionamento entre a prestadora e seus clientes;
- b) Qualidade do produto: referem-se à tensão da eletricidade fornecida;
- c) Qualidade do serviço: referem-se às aferições das interrupções no fornecimento de energia elétrica. Destacam-se os indicadores de continuidade coletivos (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (UC)) e Frequência de Interrupção por UC), pela importância para o trabalho em questão e para a estratégia de negócio da empresa sob estudo:

I. Duração Equivalente de Interrupção por UC (DEC): representam o tempo em horas em que um conjunto de UCs permaneceu sem fornecimento de energia elétrica em um determinado período;

II. Frequência de Interrupção por UC (FEC): representam a frequência em que um conjunto de UCs permaneceu sem fornecimento de energia elétrica em um determinado período.

O Ministério de Minas e Energia poderá prorrogar as concessões de distribuição de energia elétrica por trinta anos, desde que alguns critérios sejam atendidos (BRASIL, 2015).

Um deles, conforme descrito anteriormente neste trabalho, são os indicadores que avaliam a eficiência da qualidade do serviço prestado ao consumidor, o DEC e o FEC, que avaliam a frequência e a duração média das interrupções do serviço público de distribuição de energia elétrica (BRASIL, 2016).

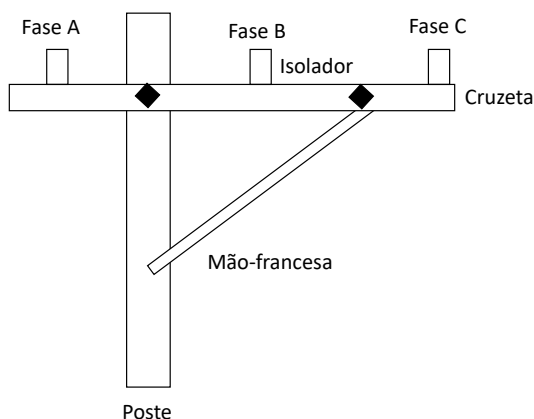
Caso a concessionária descumpra a meta anual desses indicadores por dois anos consecutivos ou ao final de cinco anos contados a partir do ano civil subsequente à data de celebração do contrato ou do termo aditivo, acarretar-se-á a extinção da concessão (BRASIL, 2015).

#### **5.4 As cruzetas**

Os equipamentos utilizados na distribuição de energia elétrica são padronizados desde 1982 pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (SILVA, 2003). Tais normas foram substituídas pela ABNT (2012), que estabelece as estruturas para redes de distribuição aérea e regulamenta as alturas dos postes e a relação de materiais que compõem cada estrutura, dentre outras peculiaridades, tanto em redes rurais quanto urbanas.

As cruzetas são estruturas retilíneas, sem emendas, destinadas a suportar condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica (ABNT, 1984). Elas são sustentadas por um suporte, a mão-francesa, conforme a Figura 3:

Figura 3 - Estruturas básicas do sistema elétrico aéreo da distribuição



Fonte: da autora

#### 5.4.1 Tipos de materiais das cruzetas

##### 5.4.1.1 Madeira

As madeiras de lei foram historicamente utilizadas em redes de distribuição no Brasil e em diversos países da América do Sul, América do Norte, Ásia e Europa. Segundo Brasil (1965), foi proibida a utilização de madeira nativa para a fabricação de postes, que passaram a ser produzidos essencialmente a partir de árvores de eucalipto. Para cruzetas de redes, a legislação ainda permite o uso da madeira de lei e algumas concessionárias ainda adotam essa opção, segundo Santos Filho et al. (2016).

Nos dias de hoje, a madeira ainda é o material mais presente nas cruzetas das redes aéreas de distribuição de energia elétrica no País, o que causa problemas às companhias distribuidoras em razão da sua degradação devido a defeitos e a ataques de fungos e de insetos, a aumento dos custos operacionais para a substituição das peças danificadas e a problemas ambientais, uma vez que a matéria-prima está se tornando escassa e apresenta restrições ambientais (DALFRÉ, 2007).

A necessidade de desenvolvimento de soluções alternativas à utilização de madeira de lei, têm incentivado e fortalecido as pesquisas e experiências com outros materiais, em razão de decisões corporativas que visam otimizar os custos

operacionais, mas também motivados pela crescente conscientização ecológica da sociedade e a atuação de organizações não governamentais (ONGs) e do Ministério Público.

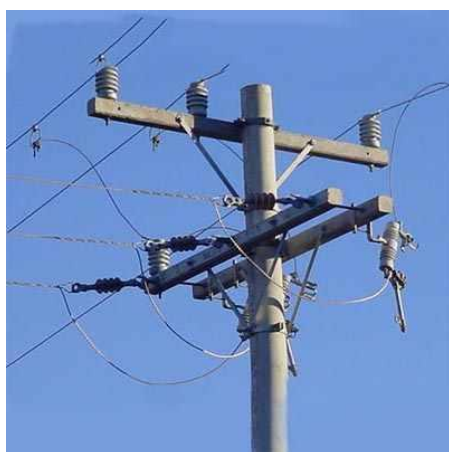
A empresa em estudo, em 2004, ampliou as substituições de cruzetas, utilizando materiais alternativos, como a fibra de vidro, o plástico reciclado, os compostos poliméricos e o eucalipto preservado quimicamente, o que subsidiou a decisão interna de não mais adquirir cruzetas de madeira de lei (SANTOS FILHO et al., 2016).

Por outro lado, a disponibilidade no mercado de cruzetas de madeira limítrofes em relação às exigências normativas, apresentando baixa resistência e durabilidade, com vida útil inferior a cinco anos, associadas às exigências dos órgãos reguladores sobre os desligamentos de energia nas áreas de concessão, necessários para a substituição dessas cruzetas em sua maioria, reforçou a necessidade de obtenção de elementos mais resistentes e duráveis, tais como os polímeros (SILVA, 2003).

Segundo os relatos dos eletricitistas, as cruzetas de madeira são as mais “*pesadas*”, o que condiz com a realidade, pois o seu peso é superior a 20kg, e o das demais, próximo a 10kg.

Segue a imagem de uma cruzeta de madeira (Figura 4):

Figura 4 - Cruzeta de madeira

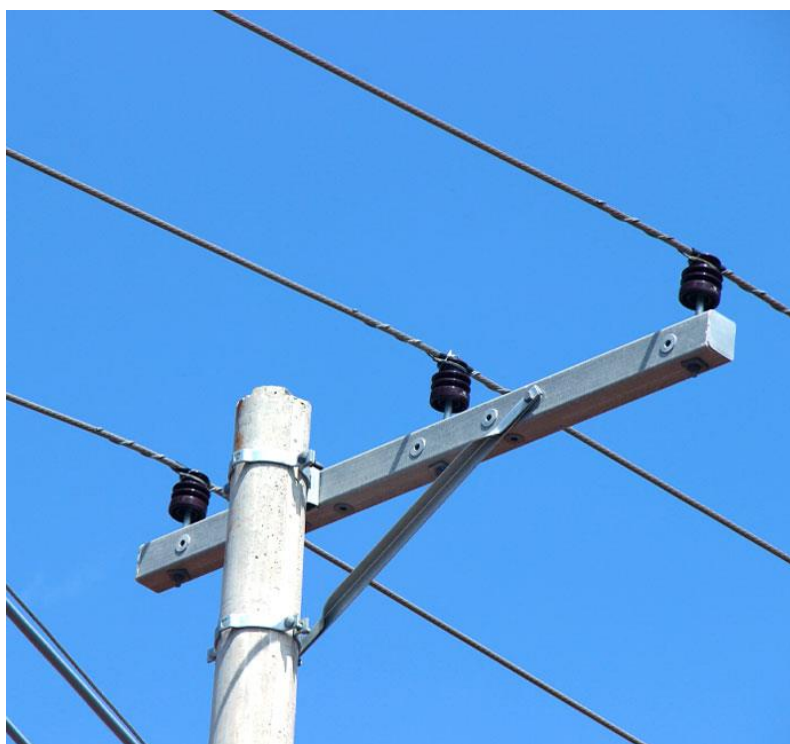


Fonte: da autora

#### 5.4.1.2 Polímeros de fibra de vidro

A fabricação das cruzetas de polímeros com fibra de vidro (Figura 5) mostrou que os custos de produção e instalação com esses materiais, apesar de inicialmente mais altos, eram facilmente deduzidos pela maior durabilidade e resistência a intempéries em relação às cruzetas de madeira, representando uma economia financeira ao longo dos anos. Segundo Silva (2003), ao final de 20 anos, essas cruzetas poliméricas representaram um gasto 25% inferior às de madeira.

Figura 5 - Cruzeta de fibra de vidro



Fonte: da autora

Para os eletricitistas, elas apresentam a vantagem do peso em torno de 10kg, bastante inferior às de madeira, o que facilita o manuseio e a instalação no poste. Outra questão relevante é a furação, que por se tratar de material uniforme, com superfícies regulares, permite maior facilidade de encaixe em sua fixação. Essas características trazem benefícios ergonômicos aos trabalhadores.

*“As cruzetas de fibra de vidro são leves”* (Eletricista de linha desenergizada).

#### **5.4.1.3 Polímeros de fibra de vidro e eucalipto**

A cruzeta composta polimérica foi desenvolvida na busca por eliminar a possibilidade de fendilamentos (formação de fendas) e de prolongar a vida útil da madeira através da associação da fibra de vidro ao eucalipto, permitindo a fabricação de unidades dimensionalmente regulares, de alta resistência, duráveis e com custo competitivo (SANTOS FILHO et al., 2016).

#### **5.4.1.4 Outros materiais**

As cruzetas podem ainda ser metálicas, constituídas por aço carbono, e por concreto armado (DALFRÉ, 2007).

#### **5.4.2 Formatos das cruzetas**

As cruzetas podem ser retangulares, como as de polímero de fibra vidro, as de concreto, as de aço e a maioria das cruzetas de madeira. Podem ter também formato cilíndrico, como as cruzetas roliças e as compostas (ABNT, 2012).

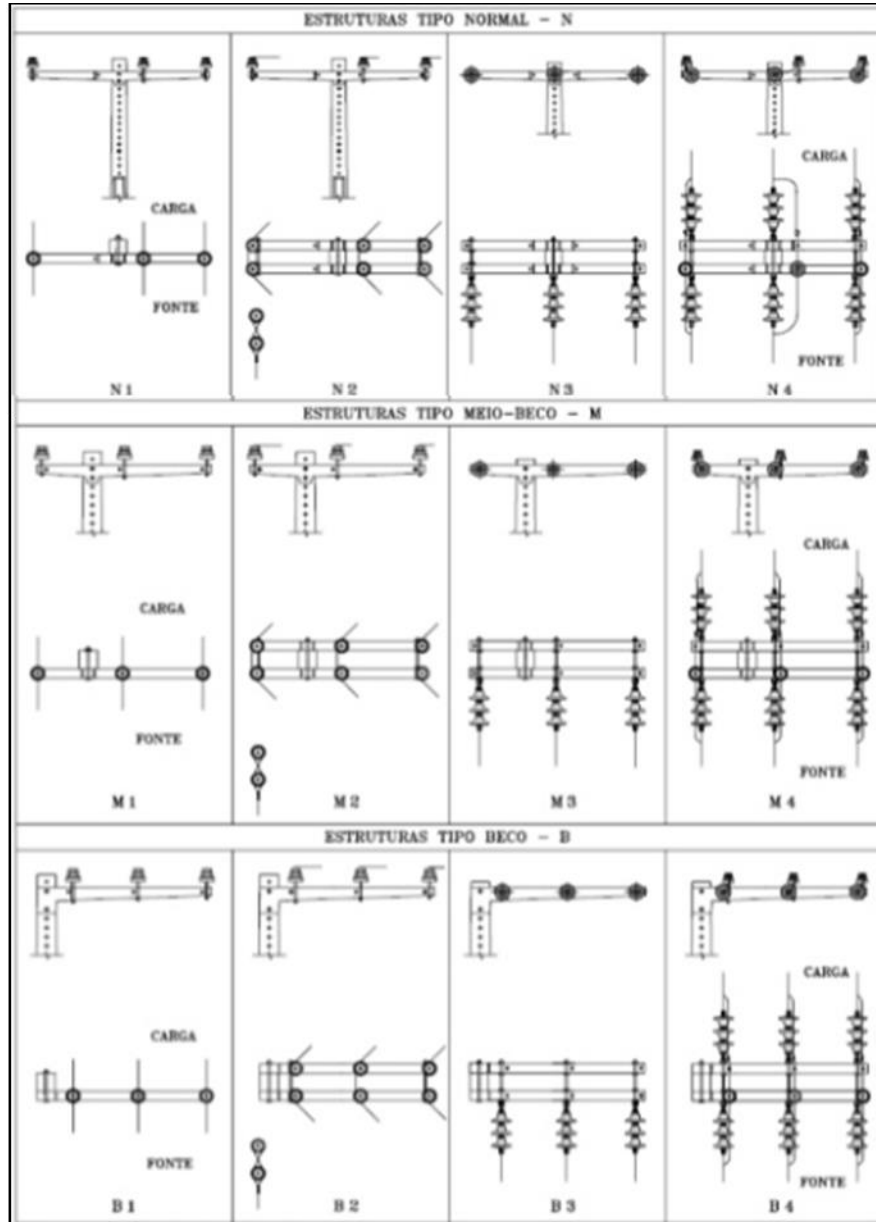
#### **5.4.3 Os tipos de estruturas**

Os tipos de estrutura são definidos pelo posicionamento do poste em relação às cruzetas, representados pelas letras (ABNT, 2012):

- a) Normal (N): o poste encontra-se em posição central à cruzeta;
- b) Beco (B): uma das extremidades da cruzeta encontra-se fixada ao poste, completamente lateralizado;
- c) Meio-beco (M): o poste encontra-se lateralizado em relação à cruzeta, mas não completamente.

Existe definição também relacionada aos pinos de ancoragem, que às letras N, B ou M, acrescentam números (de 1 a 4). As estruturas de número 1 são as mais simples. À medida que se aproxima do 4, tornam-se mais complexas (Figura 5):

Figura 6 - Tipos de estruturas



## 6 DESENVOLVIMENTO

### 6.1 A Empresa

Trata-se de uma das principais concessionárias de energia elétrica do Brasil. Atualmente atua na geração, na transmissão, na distribuição e na comercialização de energia elétrica e possui aproximadamente seis mil empregados

## **6.2 A LV**

O trabalho de manutenção, seja em redes de transmissão ou distribuição, em que a energia elétrica não é interrompida, é chamado de linha viva. Surgiu nos Estados Unidos, no século XX. Devido a rede elétrica permanecer energizada, existe risco de choque elétrico, de queimaduras por arco elétrico, de quedas de alturas superiores a dois metros e, conseqüentemente, de acidentes de trabalho graves e fatais.

Os eletricitas de linha viva da distribuição da empresa constituem um grupo de 156 empregados, que estão distribuídos em 38 cidades do estado de Minas Gerais, em sua totalidade homens, com idade média de 42,74 anos e com tempo de serviço médio de 21,03 anos.

A equipe avaliada exerce suas atividades na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e possui cinco membros, cuja média de idade é de 43,6 anos e de LV, 9,2.

### **6.2.1 A organização do trabalho da LV**

Atualmente, os empregados da LV exercem suas atividades de segunda à sexta-feira, das 8 às 17 horas.

Os eletricitas chegam a sua base de trabalho e vestem seus uniformes antes de registrarem o início da jornada. Após, participam da reunião “Minuto de Segurança” e, ao seu término, os empregados recebem do supervisor a Nota de Serviço (NS) e o endereço de execução do trabalho.

Ao finalizarem esse momento, os eletricitas de LV organizam as ferramentas de trabalho e realizam uma inspeção de itens do caminhão que será utilizado, como, por exemplo, a checagem do nível do óleo. Esse preparo pode ser realizado nos dias anteriores quando a nota de serviço não é emergencial.

Os veículos utilizados pela LV são caminhões próprios dessa equipe. Eles podem conter uma ou duas caçambas onde os eletricitas permanecem durante o trabalho em altura. A decisão pela escolha do tipo e da quantidade desses veículos

baseia-se ou nas informações das notas de serviço recebidas ou aleatoriamente, o que será tratado neste trabalho a diante. Abaixo, as imagens dos caminhões com duas (Figura 6) e uma caçamba (Figura 7):

Figura 7 - Caminhão da LV com duas caçambas



Fonte: da autora

Figura 8 - Caminhão da LV com uma caçamba



Fonte: da autora

Embora essa designação da tarefa a ser cumprida determine uma percepção inicial pelo empregado a partir do que está descrito na nota de serviço e do local onde ela será executada, o que gera uma preparação inicial a partir de sua experiência anterior de realização daquela tarefa, apenas quando os eletricitistas chegam ao local será possível avaliar a viabilidade de trabalho em linha energizada.

Não há “*quantidade mínima de serviço a ser realizado ou cobrança pela supervisão para realizá-lo rapidamente*” (Eletricista de LV). Os empregados, nesse sentido, possuem autonomia na organização da realização da tarefa a respeito do tempo necessário para finalizá-la.

Segundo relato dos eletricitistas de LV, raramente é necessário realizar horas extras. No entanto, durante entrevistas com membros da LV, foi relatado que em função de chuvas que vem ocorrendo durante os dias da semana, o que impossibilita a ação em campo das equipes, muitas atividades estão sendo programadas para os domingos: “*tá tendo muita chuva nessas semanas, então a gente tá tendo que trabalhar no domingo. Eu não acho muito ruim, porque é hora-extra, a gente rende mais já que tem menos movimento na rua, isso sem contar o trânsito que não tem. Pensa: durante a semana a gente sai da base lá pras 9 horas. Tá tudo parado. Domingo não tem disso*”. Outro aspecto informado pelo eletricitista foi os indicadores de qualidade de serviço da ANEEL, DEC e FEC: “*tem umas regiões da RMBH que a gente tá tendo que trabalhar mais por causa do DEC e do FEC, que não estão bons*”.

Em dias chuvosos, as equipes de LV permanecem na base e realizam limpeza de ferramentas, materiais e equipamentos de proteção individual; manutenção e organização dos caminhões; montagem de equipamentos que serão utilizados em campo e apoio às equipes de linha desenergizada.

As férias, segundo o coordenador, são planejadas preferencialmente para os meses sabidamente com pluviosidade elevada.

### **6.2.2 As notas de serviço**

São através das notas de serviços (NS) que são planejadas as atividades da LV. Elas podem ser emergenciais ou programadas.

As emergenciais são aquelas cujo prazo para a execução é imediato (U) por se tratarem de manutenções que necessariamente precisam ser finalizadas o quanto antes, pois existe algum risco eminente de acidentes que poderão comprometer as estruturas do sistema elétrico ou as pessoas.

As programadas, ao contrário, são aquelas cujo prazo para execução é de 30 (tipo A), 60 (tipo B) ou 90 dias (tipo C), a depender da atividade de manutenção e de seus possíveis impactos para o sistema elétrico e para as pessoas.

As NS são geradas a partir das inspeções visuais de linhas e redes aéreas das equipes de eletricitistas das empresas contratadas. Existiam na empresa em estudo equipes próprias de inspeção de redes, no entanto, neste ano de 2019, houveram reorganizações e modificações de seu escopo de trabalho, não contemplando mais essas inspeções.

As equipes de inspeção em campo preenchem um formulário impresso (ANEXO A) manualmente com as informações percebidas visualmente sobre o sistema elétrico. Ao retornarem às suas bases, essas fichas são transcritas em um sistema informatizado (ANEXO B) por outros profissionais dessas empresas contratadas, o que gera a NS da LV.

Não há campos de preenchimento obrigatórios no sistema e não há questionamentos direcionados para situações em campo que podem comprometer a execução da atividade em LV caso o recurso humano e material alocado para tal não seja o adequado.

Algumas informações citadas como importantes para a preparação das equipes de LV foram:

- d) Declive acentuado da via onde se localiza o poste,

e) Estruturas “despadronizadas” (medidas físicas e características de formas das cruzetas, por exemplo, que não são as habitualmente encontradas) e

f) Ângulo “muito forte” na estrutura (ângulo menor que 180 graus entre os fios da média tensão que chegam e que saem da cruzeta).

Caso o eletricitista da inspeção de rede não registre no formulário esses dados, a atividade requisitada na NS poderá, inclusive, não ser executada, comprometendo-se o prazo de sua finalização: *“já aconteceu. A gente chegou lá, o ângulo era muito forte e a cruzeta tava tão podre que não dava para trabalhar porque ela não ia aguentar. Aí a gente foi embora e não fizemos o serviço. Ficou pra linha morta”*.

Segundo um dos empregados da LV, a qualidade das informações inseridas pelas equipes terceirizadas não são suficientes para auxiliarem no planejamento ideal do trabalho: *“tem vez que a gente chega lá e vê que vai ter que elevar a linha com o caminhão, só que a gente não tá com ele. Aí tem ou que voltar pra base para trocar de caminhão ou cancelar o serviço”*; *“a gente não sabe se é por causa da correria do dia-a-dia que eles não colocam essas informações ou se é por que eles não têm o olhar e passa despercebido o que a gente precisa”*.

Em relação a esse “olhar”, foi dito que, com frequência, ao chegarem ao local designado na NS, é necessário realizar outras atividades paralelas para se conseguir executar a atividade oficial.

Essas atividades paralelas, como por exemplo, trocas de cruzetas de estruturas adjacentes (substituições necessárias para que a atividade da nota seja feita com segurança), são percebidas somente por aqueles que detém o conhecimento da técnica da LV.

Caso essas percepções fossem inseridas nas NS, os recursos humanos e materiais alocados seriam mais próximos da necessidade real.

### **6.2.3 Observação da atividade de troca de cruzeta entre os eletricitistas de LV**

#### **6.2.3.2 Antes de chegarem ao local da troca de cruzeta**

O acompanhamento da equipe de LV iniciou-se na base da empresa na RMBH. A localização dessa base é estratégica, pois possui acesso às principais avenidas de BH e às cidades da RMBH.

Os eletricitistas, após vestirem seus uniformes e registrarem o início da jornada de trabalho por volta das 8h da manhã, participaram do “Minuto de Segurança”.

A NS gerada era do tipo emergencial. A partir da inspeção de redes por equipe própria foi constatado risco ao sistema elétrico, pois havia um “*by-pass*” ou curto-circuito nas chaves fusíveis repetidoras, o que comprometeria a sua função.

As chaves fusíveis repetidoras constituem um mecanismo de proteção, pois na ocorrência de um curto-circuito, ela operaria e “*estouraria*”, segundo um eletricitista de LV, o que seccionaria o sistema à jusante. Em caso de não operação, outro mecanismo à montante interromperia a passagem de eletricidade. Isso determinaria uma maior quantidade de clientes sem energia elétrica.



Na NS, constava apenas como serviço a trocas dessas chaves. No entanto, a equipe já sabia que seria necessário substituir a cruzeta, pois tratava-se do tipo roliça, estrutura “*despadronizada*”, pois previamente avaliou-se o local. Um dos eletricitistas disse: “*vocês vão acompanhar uma atividade mais complexa porque vamos trocar três chaves-fusível*”.

As informações faltantes na Nota que, segundo um membro da equipe, poderiam auxiliar na preparação adequada e dispensar o deslocamento prévio ao local, seriam: a necessidade de substituir a cruzeta e a descrição do estado de conservação das chaves.

Outro dado que foi indicado na NS foi a necessidade de equipe de “LV pesada”. De acordo com a explicação do supervisor, LV pesada refere-se a equipe com no mínimo quatro membros e a necessidade de utilização de caminhão com

duas caçambas. Existe também a “LV leve”, cuja composição é de três eletricitas e o caminhão uma caçamba. Abaixo, a imagem da nota do serviço (Figura 8):

Figura 8 - NS emergencial da LV

Nota de Serviço de Manutenção Preventiva										
Número da Nota: 56517626		Situação: FINALIZADA		Equipamento: 13526						
Tipo Disp: 04 - CHAVE FUSIVEL REPETIDORA MT			Sub/Alim: BHAT015		Elo Fusível:					
Rua/Av.: RUA OSWALDO DE SOUZA			Número: 421		Bairro:					
Referência:			Compl.:		DDD/Tel:					
Região: AR		Local: 8021 - BELO HORIZONTE-SAO VICEN								
Coord: -19.917193		-44.004977		Folha:		Carga: kVA				
Solicitante: C051971		PAULO ROBERTO MARQUES								
Empreiteira cadastro:		Origem: MANUTENÇÃO		Coord Real: -19.917193 -44.004977						
Motivo/Causa: 6 - CURTO-CIRCUITO		Área: URBANA		Chave Fonte: 212599 28 8021 169733 kWh						
Tipo de Poste: CC 11M 300DAN		Nº do Poste:		Chave Deslocada: NÃO		Fácil Acesso: SIM				
Tipo Inspeção: RÁPIDA		Terminal BT tipo barra:		Trafo Interligado: NÃO						
Estrutura BT: S1		Bitola BT: 2 CA		BT tipo: CONVENCIONAL						
Estrutura MT: B2		Bitola MT: 2 CA		MT tipo: CONVENCIONAL						
Inspetor: C051971		PAULO ROBERTO MARQUES								
Outras Informações:		SUBSTITUIR 3 CH FS 100A 10KA NA FASE DO MEIO ,REPETIDORA 13526-ENTRE CH FCS 212599-RELIG 220081								
Anexo:  POSTE_004.pdf		Encabeçamento Uso Mútuo		Tangente Uso Mútuo						
		<input type="checkbox"/> Dados <input type="checkbox"/> TV <input type="checkbox"/> Telefone		<input type="checkbox"/> Dados <input type="checkbox"/> TV <input type="checkbox"/> Telefone						
Serviços										
Id	Situação	Tipo Serviço		Componente	Pontos	US	Qtd.	Prioridade	Equipe	Ações
1796515	FINALIZADO	93 - CH FUSIVEL - SUBSTITUIR - PC		CH FUS 15KV	36		3	U	LV PESADA	

Fonte: dados da pesquisa

Aproximadamente às 9 horas a equipe saiu em direção ao endereço da atividade. O tráfego de veículos durante esse deslocamento não foi intenso e não atrasou a chegada pois o local encontrava-se nas adjacências da base.

No entanto, o que acontece com mais frequência é o endereço localizar-se longe, o que demandaria tempo de deslocamento suficiente para retardar o início dos trabalhos. Um dos eletricitas disse que “às vezes, a gente gasta mais tempo no trânsito do que no lugar”. Essa é uma situação que pode provocar exposição dos empregados aos períodos mais quentes do dia durante o serviço em campo em função do retardo do início, o que corrobora para a queixa de “calor”: “lá em cima, quando tá quente, é o que mais atrapalha”; “a gente desce com a camisa do uniforme encharcada, tem que torcer depois e dependurar no caminhão pra ela secar”.

Os eletricitas da equipe acompanhada serão designados por números, de acordo com o tempo de experiência em LV, conforme a Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Informações sobre tempo de serviço, de LV e idade da equipe

<b>Eletricista (E)</b>	<b>Tempo de serviço</b>	<b>Tempo de LV</b>	<b>Idade</b>
E1	28 anos (a)	7 a	46 a
E2	12 a	10 a	46 a
E3	5 a	3 a	29 a
E4	29 a	22 a	47 a
E5	32 a	4 a	50 a
<b>Média</b>	<b>21,2 a</b>	<b>9,2 a</b>	<b>43,6 a</b>

### **6.2.3.3 No local da troca de cruzeta**

Ao chegarem ao endereço do local de execução da atividade prescrita na ordem de serviço, E1 relatou que “*ninguém aqui fez essa troca antes*”.

Inicialmente, através de inspeção visual, dois dos eletricitas realizaram a avaliação sistemática dos cabos e fios da rede aérea, da disposição dos cabos de telefonia e televisão, da presença de abelhas e outros animais no poste e das árvores e de seus galhos, deslocando-se a pé na via pública.

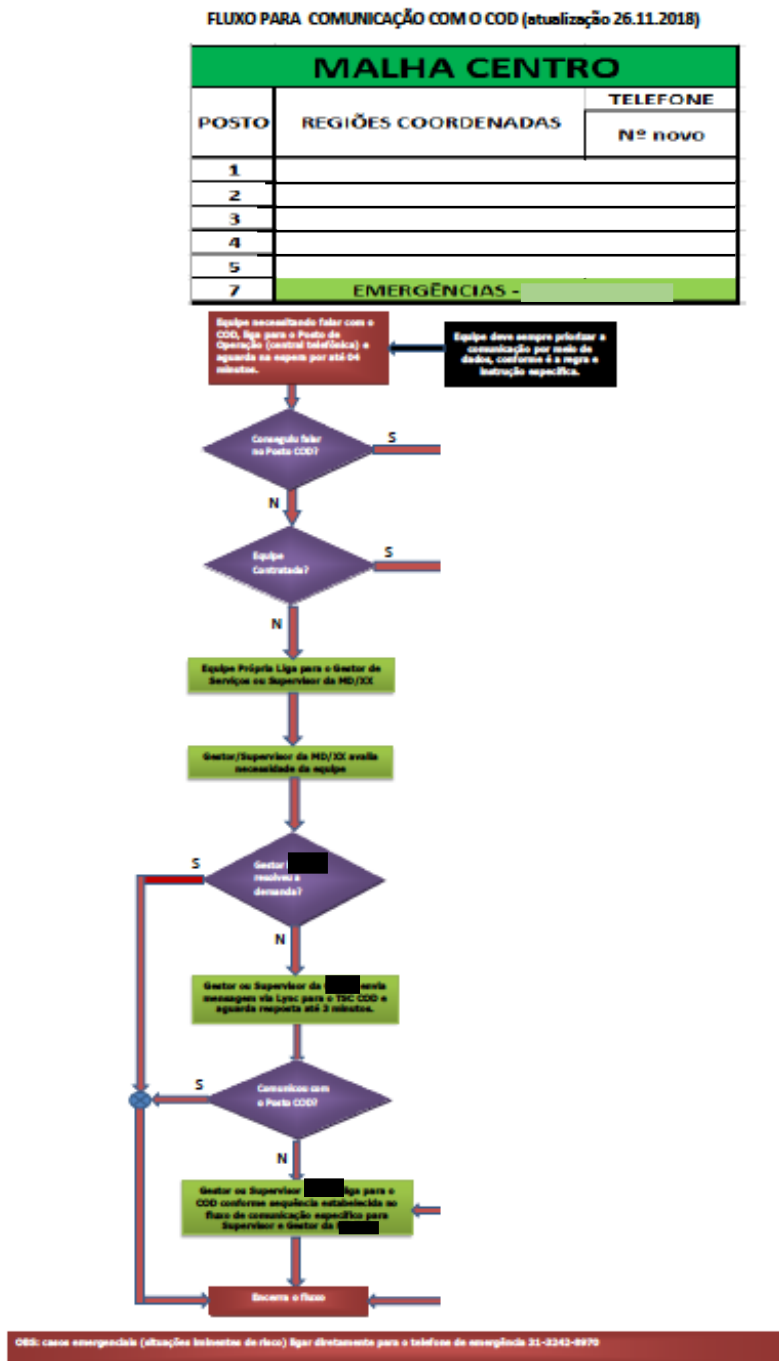
No local, a equipe percebeu que seria necessário instalar fios espaçadores nos da média tensão adjacentes à estrutura que atuariam. Essa atividade também não havia sido incluída na NS.

Concomitantemente, os outros membros da equipe realizaram a sinalização e o bloqueio da via através de cones e faixas, e um dos eletricitas iniciou a tentativa de contato via celular com o Centro de Operação da Distribuição (COD), solicitando a liberação para execução do serviço. Esse centro controla de maneira remota toda a área da distribuição da empresa.

Segundo esse eletricitista, esse contato pode demorar mais de uma hora, o que atrasa ainda mais o início da atividade.

Atualmente, existe um fluxograma com passos a serem seguidos pelas equipes de LV para o contato com o COD (Figura 9). Nesse fluxograma, constam os números de telefone dos postos de atendimento (em número de cinco), que contém um despachante cada um:

Figura 9 - Fluxograma de comunicação entre a LV e o COD



Fonte: dados da pesquisa

Inicialmente, tenta-se um primeiro contato via telefone móvel e aguardam-se quatro minutos. Em caso de não atendimento, o membro da equipe de LV deve telefonar para o coordenador na base. Este, por sua vez, realiza contato com algum

posto do centro, também devendo aguardar quatro minutos. Existe a possibilidade neste momento de a tentativa ser feita pelo sistema de mensagens instantâneas da empresa (*Lync*) via computador. Se não ocorrer o atendimento, o coordenador deverá telefonar para o supervisor dos despachantes do COD.

Algumas considerações:

a) O contato das equipes em campo com o COD ocorre através do despachante, que é responsável por uma área territorial e atende a chamados de diversas equipes, inclusive a LV terceirizada;

b) Os eletricitas em campo em geral não seguem o fluxograma, segundo o coordenador na base, pois eles “*preferem esperar mais ou menos uns 20 a 30 minutos, quando o COD geralmente atende*”. Isso porque existe uma secretária eletrônica que estabelece uma fila de ligações que aguardam por atendimento. Quando o eletricitista encerra a chamada, ele sai da fila, e o coordenador na base, ao seguir o fluxograma, entraria novamente para essa fila que o eletricitista de campo acabou de deixar no último lugar.

c) A tentativa de contato pelo coordenador na base através do *Lync* é “*pulada*”, segundo o próprio coordenador, porque:

i. Ele em geral não sabe quem são os despachantes escalados. Portanto, não se sabe a quem recorrer;

ii. A região de atuação da equipe analisada não é controlada diariamente pelo mesmo despachante;

iii. Quando o despachante inicia o seu período de almoço, outro assume a o seu posto. O nome desse outro controlador não é informado ao coordenador na base.

A demora do contato com o COD pode atrasar ainda mais o início da atividade da LV em campo. Em caso de dias mais quentes, o calor pode ser agravado porque o trabalho iniciará em momento mais quente do dia.

A importância do COD se faz devido ao bloqueio do Religador Automático (RA), o que impedirá que a corrente elétrica seja retomada caso ocorra um curto

circuito. Ou seja, a rede elétrica se desligará evitando o agravamento de possível dano, no caso de um acidente, por exemplo.

Após o aval do COD, o que demorou aproximadamente 25 minutos, a equipe executou uma análise preliminar dos possíveis riscos reconhecidos naquela atividade, com proposição de medidas de controle através de uma Análise Preliminar de Riscos (APR) específica da LV.

Posteriormente, foi feito um planejamento da execução do trabalho, contemplando os passos a serem seguidos. É um momento em que todos os eletricitistas contribuem com sua experiência pessoal.

Nesse momento, os eletricitistas que realizarão as atividades em altura e os eletricitistas que permanecerão em solo, incluindo o encarregado pela atividade, foram definidos entre os próprios membros da equipe.

Segundo informado pelos empregados, existe um revezamento interno. Na situação em questão, E2 optou por subir porque *“eu fico muito embaixo. Aí quando dá, eu prefiro subir para fugir da rotina e não perder a prática”*.

E5 relatou que no dia anterior permaneceu em solo: *“eu vou subir porque ele subiu ontem, para revezar”*, referindo-se a outro eletricitista da equipe.

Quando a atividade do dia anterior é realizada em horário mais quente, também é realizado um rodízio entre os empregados. Ou seja, quem subiu exposto a calor, subirá no dia posterior no horário mais ameno de temperatura.

Outro fator considerado para esse revezamento é o tempo de experiência em LV: um eletricitista mais experiente sempre é alocado com outro, menos experiente. Nessa situação, E2 possui 10 anos de serviço em LV, enquanto E5, 4 anos.

A atividade foi dividida em duas etapas: inicialmente seriam instalados os espaçadores e, posteriormente, a troca das chaves fusível repetidoras e das cruzetas.

**a. Primeira etapa: instalação dos espaçadores**

E2 e E5 separaram os materiais a serem usados, as mantas isolantes e um espaçador.

**i. A disposição dos caminhões: a escolha do lugar**

Os caminhões foram dispostos na rua inicialmente afastados do poste que continha a cruzeta a ser substituída. E2 permaneceu em um lado dessa via que continha mais obstáculos para a manobra do cesto aéreo bem como para os movimentos do corpo, pois nesse lado haviam mais galhos de árvore e de fios de telefonia e televisão. Além disso, esse era o lado de acesso às chaves fusível repetidoras e o seu caminhão possuía apenas uma caçamba.

Figura 10 - Disposição dos caminhões na via pública



Fonte: dados da pesquisa

E5, ao contrário, permaneceu no lado com menos obstáculos e em caminhão com duas caçambas. Esse caminhão é mais robusto, possui mais equipamentos, sendo utilizado quando também quando é necessária a elevação das linhas aéreas para a troca de cruzeta. Segundo o coordenador, a escolha por esses caminhões decorreu de uma necessidade de mais manobras por E2 e apenas uma caçamba auxiliaria.

## ii. Instalação dos fios espaçadores

Os eletricitistas realizaram a instalação dos espaçadores concomitantemente nos dois lados da via. Foi acompanhada a atividade de E2, que entrou no cesto aéreo e o manobrou em direção aos fios de média tensão, dispondo-se de frente a eles. Na sequência, foram colocadas as coberturas isolantes nos fios mais próximos ao seu corpo e depois, o cesto aéreo foi direcionado para o lado oposto a esses fios, deslocando-se sob eles.

Figura 11 – Espaçador nos fios da média tensão



Fonte: dados da pesquisa

Foi instalado o espaçador através do acesso a esses cabos pelos membros superiores do eletricitista, que depois deslocou-se novamente para o lado inicial da atividade, onde removeu as coberturas isolantes, manobrou o cesto aéreo em direção ao caminhão e finalizou essa primeira etapa.

### b. Segunda etapa

Os caminhões foram aproximados do poste cuja cruzeta seria substituída. Nesse momento, E2 e E5 organizaram o material a ser utilizado sobre uma manta de plástico colocada em cima do chão da via. Os materiais utilizados foram as

coberturas isolantes, os pregadores para as coberturas, os by-pass, o bastão para instalação dos by-pass, o material para amarração dos fios de telefonia e televisão, as chaves repetidoras, as cruzetas, os parafusos, a parafusadeira e o bastão de sustentação temporária das cruzetas.

#### i. O planejamento inicial e a execução da atividade

A equipe reunida próxima ao poste discutiu os passos a serem executados. Todos os membros opinaram. Inicialmente, a proposta para E2 seguir foi: amarrar os fios de telefonia e televisão para facilitar as manobras do cesto aéreo; colocar as coberturas isolantes nos fios da baixa e média tensão; inserir os by-pass em cada fio da média tensão (em número de três); abrir as chaves-fusível repetidoras e prosseguir às suas subseqüentes remoções; inserir o bastão de sustentação das cruzetas; colocar as cruzetas de fibra de vidro; remover as cruzetas roliças; remover os by-pass; remover as coberturas isolantes.

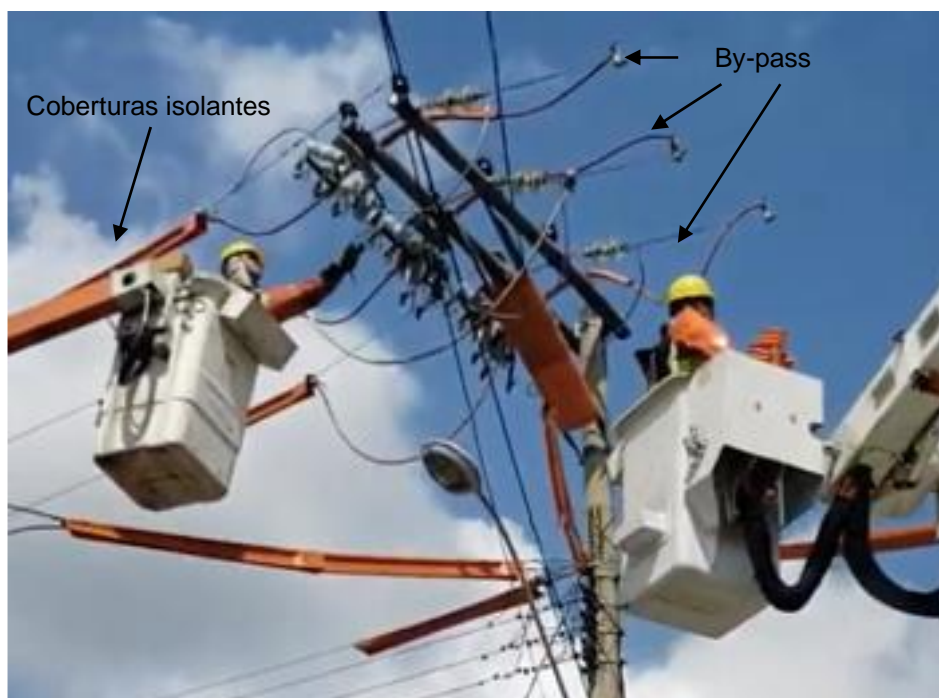
Figura 12 - Preparação do material e estrutura com cruzeta roliça



Fonte: dados da pesquisa

Durante o acompanhamento, foi necessário para E2 manobrar o cesto aéreo até o eletricitista auxiliar (E3, que permaneceu no solo) para obter o bastão de inserção do by-pass e os três by-pass e para obtenção de mais coberturas isolantes (Figura 13):

Figura 13 - By-pass e coberturas isolantes



Fonte: dados da pesquisa

No momento da abertura da primeira chave repetidora, o supervisor ao solo disse ao eletricitista experiente para abri-la com “atenção”. Após a abertura, ocorreu a formação de um curto circuito e arco elétrico.

Todos os membros da equipe conversaram imediatamente entre si, perguntando a E2 se ele “tem condições de continuar as atividades”, que respondeu que sim (“foi um susto”) e que estava sentindo-se bem e em condições de prosseguir. Não houve lesão.

Nesse momento, o supervisor e toda a equipe decidiram incluir isolamento na mão-francesa e realizaram um replanejamento dos passos seguintes.

A mão-francesa é uma estrutura que suporta as cruzetas. Segundo E1, as chaves fusíveis repetidoras giraram nas cruzetas roliças (que eram cilíndricas) em direção ao solo e aproximaram-se da mão-francesa. Isso, no momento da abertura da chave, determinou o contato entre essas estruturas e, conseqüentemente, o curto-circuito.

Inicialmente, a cobertura da mão francesa com a manta isolante não havia sido incluída no procedimento discutido pela equipe. No entanto, após, optaram-se por incluí-la.

Após a decisão conjunta de todos os eletricitistas de prosseguirem à execução da atividade, E2 realizou a colocação das coberturas isolantes na mão-francesa e removeu as três chaves repetidoras, que foram colocadas dentro do cesto aéreo e entregues a E3.

O bastão de sustentação temporário das cruzetas a serem instaladas foi fixado no poste. Posteriormente, as cruzetas de fibra de vidro foram fixadas abaixo das roliças.

No entanto, nesse momento, as condições climáticas deterioraram-se, pois iniciou ameaça de chuva. O supervisor inicialmente decidiu continuar a atividade, no entanto, com a eminência de início de chuva, a atividade foi suspensa. Nesse momento, as mãos-francesas já haviam sido reinstaladas e os eletricitistas iniciaram a remoção das coberturas isolantes (Figura 14):

Figura 14 - Condições climáticas e cruzetas roliças e de fibra de vidro concomitantes na mesma estrutura



Fonte: dados da pesquisa

As cruzetas roliças não foram retiradas, mas mantidas no local juntamente com as de fibra de vidro para posterior remoção.

#### **6.2.3.4 Entrevistas após a atividade**

Foram realizadas entrevistas com a equipe de LV com o objetivo de melhor entender algumas situações encontradas durante o acompanhamento do trabalho de troca de cruzeta.

Os empregados foram perguntados sobre o motivo que consideraram aquela atividade como “complexa”. Um deles referiu que “a cruzeta roliça não é certinha, tem partes maiores, menores e diâmetro irregular. As outras de fibra de vidro são

*homogêneas, retinhas. Isso dá condição melhor de trabalhar porque o suporte em L que fica lá pra instalar a chave não gira e nem torce”.*

A equipe conceituou como atividade “*mais complicada*” porque “*naquela situação, o mais difícil na verdade eram as chaves repetidoras, que eram três chaves por fase ali*”.

Segundo o coordenador, “*esta questão de complexidade é gradual. A gente pega estruturas mais simples, como uma cruzeta só, sem nada nela, só os isoladores e os cabos passando, isso é um nível de complexidade simples. À medida que a estrutura vai ficando mais cheia de equipamentos, ela vai ficando mais complexa, porque são mais atividades que a turma tem que pensar no momento de fazer uma intervenção, de como que vai implementar, de como que vai isolar. Complexidade mesmo envolve isso*”.

Outro eletricista explicou que “*no caso dessa estrutura lá, ela (a complexidade) aumentava um pouco por causa de uma deficiência do equipamento mesmo, ou do material, no caso da cruzeta roliça. Ela, além das irregularidades, não é uniforme. A gente sempre trabalha com a cruzeta retinha, tudo encaixando bonitinho. A roliça aumenta a complexidade em função disso. Com o tempo que ela está instalada na rede, ela tem um comportamento diferente: umas torcem, umas trincam. Aquele equipamento que estava lá, no caso da chave repetidora, a própria fixação dela fica comprometida porque pelo fato dela ser circular, o suporte que coloca pra fixar a chave nela não tem a firmeza de uma estrutura quadrada. Isso aumenta mais a complexidade*”.

Os eletricistas da equipe relataram que as cruzetas roliças vêm sendo substituídas pelas de fibra de vidro em função dessas características relatadas, que tornam a estrutura “*despadronizada*”. Disseram também que não há diferença na técnica desempenhada para executar a troca da cruzeta roliça em relação às demais cruzetas em si, mas o que se modifica são as etapas adicionais que estão relacionadas as características específicas de cada estrutura.

Durante a avaliação da atividade, a equipe relatou que era “*a primeira vez que fariam aquela atividade*”. Durante a entrevista, percebeu-se, na verdade, que aquela

foi a primeira vez de troca de cruzeta roliça com a equipe composta por E1, E2, E3, E4 e E5, mas não que nunca haviam executado essa substituição. Referiram que *“a gente está mesclando o pessoal mais treinado, que tem mais experiência, com o pessoal menos experiente para eles aprenderem”*.

A respeito do curto-circuito durante a abertura da chave fusível repetidora, o supervisor relatou que a distância entre a chave e a mão-francesa estava em concordância com as distâncias de segurança. Dessa maneira, optou-se inicialmente por não a isolá-la com as coberturas.

A equipe referiu que em todas as situações que são percebidas deficiências nos materiais e nas ferramentas, tal como o ocorrido, um alerta é direcionado para todos os eletricitistas da empresa, o que foi realizado.

A respeito da NS cujo serviço indicado foi o de troca de chaves fusível repetidoras, o coordenador disse *“que a nota não tava boa, mesmo sendo a inspeção por equipe nossa. Faltaram informações: que a cruzeta deveria ser trocada e que era roliça, e o estado das chaves. A gente sabia que tinha que trocar cruzeta porque foi lá antes. Se essa informação tivesse lá, talvez a gente nem precisaria ter ido antes”*.

#### **6.2.3.5 As variabilidades**

Foi possível perceber através das avaliações em campo e das entrevistas com os empregados da LV que existem variabilidades na atividade de troca de cruzeta que determinarão mais ou menos etapas a serem executadas, o que determinará uma maior ou menor complexidade.

Essas variáveis podem ser parcialmente antecipáveis e não antecipáveis pela inspeção de redes. Um dos eletricitistas relatou que, embora uma nota de serviço indique uma troca de cruzeta por ela estar *“podre”*, somente no local, *“batendo nela, será possível identificar se ela se encontra oca”*, o que modificaria a execução da atividade.

Essa seria uma variável parcialmente antecipável pois, embora seja passível de ser descrita na NS como “*cruzeta aparentemente podre*”, a percussão e o som gerado somente podem ser avaliados em campo.

Mesmo a descrição de fatores que podem ser parcialmente antecipáveis na NS, as condições físicas das estruturas podem ser modificadas de um dia para o outro, pois a queda de um galho sobre um fio condutor pode ocorrer após a inspeção das equipes contratadas e registros nas notas, por exemplo.

Já uma variável não antecipável seria as condições climáticas, que podem deteriorar durante o trabalho.

Segundo (CASTRO, 2016) no sistema elétrico existem as seguintes variabilidades:

a) Estruturas das redes elétricas:

i. Redes elétricas: podem ser convencionais (“nuas”) ou protegidas. As primeiras, permitem a melhor visualização de piques nos cabos, as últimas, no entanto, não permitem, pois são cobertas por material cujo objetivo é preservá-las das intempéries ambientais;

ii. Qualidade do material utilizado: muitas estruturas sofreram intervenções de equipes de empresas contratadas, cuja qualidade dos materiais utilizados é inferior. Dessa maneira, as equipes de LV precisam avaliar essa variável no momento em que executam seu trabalho;

iii. Cruzetas: existe variabilidade do material e da forma das cruzetas instaladas nas áreas de atuação da LV, pois elas podem ser de madeira, de eucalipto e de fibra de vidro; podem ser cilíndricas (roliças) ou com arestas;

iv. Níveis da média tensão: podem existir variações de até quatro níveis de média tensão;

v. Estado de conservação de estruturas próximas: é frequente a realização de serviços adicionais solicitados ou não na ordem de serviço, pois ao chegarem ao local da atividade pode ser necessário, tanto pela segurança da

execução da tarefa demandada quanto pela existência de risco a terceiros, a manutenção de outras cruzetas por exemplo;

vi. Postes: existem postes com variação de altura (10 a 17 metros), de material (madeira ou concreto), de aspecto físico (cilíndricos ou com arestas) e de angulação em relação ao solo.

b) Ambiente:

i. Temperatura local: a temperatura elevada torna tarefas leves em pesadas, segundo a percepção dos eletricitistas, o que causa fadiga física e cognitiva;

ii. Relevo: em relevos acentuados, as coberturas isolantes podem deslizar com mais facilidade. Além disso, a posição do poste em um vale favorece que as estruturas adjacentes subam, o que reduz carga física durante a elevação dessas estruturas pelos eletricitistas; ao contrário, caso o poste esteja localizado em altura acima das estruturas adjacentes, o esforço físico será maior.

iii. Trânsito do local da atividade: quando o trabalho a ser executado ocorre em via pública com grande fluxo de veículos, há uma demanda acentuada de atenção pelos empregados, pois pode-se ocorrer obstrução do fluxo tanto desses veículos quanto dos pedestres, além de sua segurança estar mais ou menos vulnerável;

iv. Urbanização: casas construídas próximas a postes e utilização de cercas elétricas foram citadas como dificultadores para a movimentação dos eletricitistas nos cestos aéreos.

c) Humanas:

i. Idade: com o envelhecimento, os eletricitistas ampliam o conhecimento e a experiência pessoal em relação ao trabalho, no entanto, ocorre também redução de sua capacidade física.

ii. O corpo biopsicossocial: o nível de atenção e de memória exigido no momento da execução influencia a velocidade de tomada de decisão.

iii. Equipe: as singularidades individuais interferem na execução do trabalho pela equipe.

Outras variabilidades identificadas neste trabalho com consequências ao trabalho da LV foram:

- a) Tráfego de veículos no deslocamento das equipes até o local designado para executarem a atividade,
- b) Informações da NS e
- c) O contato entre o a LV e o COD.

Embora a própria NS seja uma variável em função da quantidade e qualidade das informações registradas, ela é também uma ferramenta de antecipação de algumas situações encontradas em campo. Pode, portanto, auxiliar os eletricitistas de LV a alocarem o melhor recurso humano e material para atuação em determinada atividade e em determinado local.

## **7 RESULTADOS**

### **7.1 Diagnósticos**

Existem variações que determinam que a atividade de troca de cruzeta seja mais ou menos complexa. A partir das avaliações em campo e das entrevistas realizadas com os empregados, percebeu-se que:

- a) O resultado da avaliação das inspeções de redes aéreas realizadas pelas equipes contratadas pode não gerar informações suficientes para o trabalho da LV;
- b) A alocação do recurso material e humano para as atividades indicadas na NS pode não ser a adequada ou mesmo inviabilizar o trabalho;
- c) O tempo necessário para deslocamento até o local descrito na NS pode atrasar o início do serviço em função do horário de saída da base (aproximadamente 9 horas da manhã) coincidir com trânsito intenso;
- d) O serviço indicado na NS pode demandar mais tempo que o planejado em função das variabilidades encontradas em campo e não indicadas no formulário;
- e) O procedimento interno de comunicação entre a LV e o COD não é utilizado na prática e pode atrasar o início das atividades em campo;

f) O resultado dos atrasos para o início da atividade quando somados, podem aumentar a exposição dos empregados a períodos mais quentes do dia durante a execução de seu trabalho.

## **7.2 Recomendações**

As recomendações serão descritas de acordo com os diagnósticos previamente apresentados:

### **7.2.1 Inspeção de redes pelas equipes contratadas:**

Conforme relatado pelo coordenador, as informações geradas pela inspeção de redes das equipes contratadas para a LV podem ser deficientes em função de tempo escasso em campo para o preenchimento do formulário manual ou em função de seu conhecimento específico de LV insatisfatório, não possuindo, dessa maneira, o “*olhar*” da rede energizada.

Para avaliação da primeira possibilidade, seria necessária a AET. Para a segunda, poder-se-ia realizar treinamento ministrado por eletricista de LV da empresa sob estudo a esses empregados contratados, com a indicação dos aspectos em campo a serem observados e registrados nos formulários.

Outra recomendação seria a disponibilização para essas equipes de inspeção de algum dispositivo eletrônico móvel de preenchimento das informações que geram a NS. Isso eliminaria a necessidade de transcrição dos dados manuais ao sistema, o que também poderia ser uma causa do comprometimento dos dados das NS.

Esses dispositivos poderiam ser *tablets* ou celulares, que inclusive poderiam possuir o recurso de gerar fotografias das estruturas e de anexá-las ao formulário a ser preenchido.

A respeito do formulário propriamente dito, sugere-se que o mesmo seja reformulado pelas equipes de LV da empresa. Com isso, perguntas direcionadas a elementos críticos para a linha energizada (relevo em aclave ou declive e estrutura em ângulo “forte”, por exemplo) poderiam ser incluídos, assim como os campos para preenchimento pelo eletricista da contratado em sua base serem obrigatórios.

### **7.2.2 Definição do recurso humano e material da LV**

As consequências da NS insatisfatória são a definição de recurso humano e material da LV incompatível com a situação em campo, demanda de tempo maior que o planejado em função do reconhecimento pela equipe de outros serviços não indicados na nota e não realização da atividade.

Embora existam variabilidades em campo não passíveis de antecipação nas NS, percebeu-se neste estudo que existem situações que, quando nelas descritas, podem ajudar os eletricitistas a alocarem o melhor recurso para determinada execução de atividade.

Dessa maneira, além das recomendações referentes às NS descritas no item anterior, aqui existe a possibilidade de as equipes de LV rotineiramente deslocarem-se previamente ao local da atividade programada para definir, sob o “*olhar*” da linha desenergizada, o melhor recurso a ser preparado.

### **7.2.3 Horário de saída da base para o campo**

Houve queixa dos eletricitistas relacionada ao trânsito intenso a que se submetem frequentemente durante o deslocamento da base para o campo. Além da interferência dessa variável sobre o momento em que os serviços iniciarão, pois pode atrasá-los, sabidamente, as condições de engarrafamentos, comuns nas grandes cidades, pode desencadear reações de estresse, embora essa consequência não tenha sido relatada pela equipe.

Esse retardo no início das atividades em campo pode acarretar uma maior exposição da equipe aos momentos mais quentes do dia. Dessa maneira, a antecipação do início da jornada de trabalho das equipes de LV seria uma estratégia para que esses indivíduos não se submetessem a congestionamentos no trânsito e iniciassem suas atividades em campo em períodos mais amenos do dia.

### **7.2.4 A comunicação entre as equipes e o COD**

Conforme descrito anteriormente neste trabalho, é necessário que o COD realize o bloqueio do RA para a atividade em LV. Isso ocorre sob a demanda das

equipes em campo e existe um procedimento interno a ser seguido. No entanto, percebeu-se que o mesmo não é cumprido.

O atendimento da LV não ocorre em quatro minutos e os empregados optam por aguardar tempo superior a esse para não encerrarem a chamada e saírem da fila de ligações criada eletronicamente. Isso porque, caso sigam os passos do fluxograma de comunicação, a próxima etapa seria contatar o coordenador da base para que ele também telefone para algum despachante, ou seja, ele entraria na fila de chamadas que a equipe em campo acabou de sair.

Dessa maneira, a fim de se propor uma recomendação adequada, faz-se indispensável a realização da AET dos despachantes do COD.

Encontrar-se-ia, portanto, um caminho mais próximo da realidade de trabalho tanto desses empregados quanto das equipes da LV.

Poderia, de imediato, a cada início de turno dos despachantes do COD, gerar-se a informação dos nomes dos operadores que se encontram nos postos de atendimento, as áreas geográficas de suas responsabilidades, os seus horários de almoço e os nomes dos operadores que assumirão os postos dos colegas em refeição e disponibilizá-la ao coordenador da LV. Assim, ele saberia a quem recorrer e poderia fazer uso do sistema interno de mensagens instantâneas (*Lync*).

Esse retardo do atendimento da LV é mais um fator para o atraso do início das suas atividades em campo. Somado a outros descritos, o começo dos serviços pode ocorrer próximo a momentos do dia cuja temperatura ambiente encontra-se mais elevada, o que determina a percepção de calor dos eletricitistas.

#### **7.2.5 O calor**

A sensação de calor por parte da equipe de LV foi referida como um fator dificultador da execução das atividades. Nos itens anteriores, foram descritas recomendações a respeito de situações da organização do trabalho dos empregados que favorecem uma exposição a momentos mais quentes do dia para trabalhar. No entanto, faz-se importante realizar recomendações específicas sobre essa variável

que tem potencial de desencadear alterações fisiológicas, cuja manifestação pode ser desde câimbras e espasmos a síncope (perda de consciência) (MENDES, 2013).

Os EPIs utilizados pelos eletricitistas de LV impedem que o suor gerado nos membros superiores não evapore, mecanismo conhecido como evaporação (MENDES, 2013). Outros mecanismos de trocas térmicas entre o indivíduo e o ambiente que são comprometidos são a condução (troca de calor entre a pele e o ar adjacente) e a convecção (a troca de calor entre a pele e o ar adjacente cria um deslocamento desse fluido conhecido como corrente convectiva) (MENDES, 2013).

O revezamento entre períodos do dia de execução do trabalho já é feito entre os membros da LV. Dessa forma, segundo Mendes (2013), outras recomendações seriam:

- a) Hidratação com água durante o dia de 250mL a cada 15 a 20 minutos e
- b) Sempre que possível, permanecer em locais sombreados.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho da LV possui importância estratégica, pois, quando realizado, não compromete os indicadores DEC e FEC. No entanto, por atuarem em linha energizada da média tensão, existem riscos de acidentes cujas consequências podem ser, inclusive, óbito.

Dessa maneira, a AET mostra-se como método indispensável para que sejam recomendadas melhorias com objetivo de se transformar o trabalho, adaptando-o às características e limites do ser humano (ABRAHÃO et al., 2009).

Através dela, foi possível realizar diagnósticos de situações da prática da LV, cujas recomendações podem favorecer a execução de suas atividades de maneira mais confortável.

Adequar o trabalho ao indivíduo é garantir o conforto, a segurança e a eficácia das ferramentas, das máquinas e dos dispositivos utilizados, considerando as condições e as características pessoais daqueles que estão diretamente envolvidos, ou seja, os trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Júlia et al. **Introdução à ergonomia**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **A indústria de energia elétrica. Módulo I**. 2019. Disponível em: <<https://www.abradee.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15688: **Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8458: **Cruzetas de madeira redes de distribuição de energia elétrica - Especificação**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1984.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Qualidade do Produto**. 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/qualidade-do-produto>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Regulação do Setor Elétrico**. 2017. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/regulacao-do-setor-eletrico>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASIL. ANEEL. (Org.). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2002. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2019.

BRASIL. Decreto nº 8.461, de 02 de julho de 2015. Brasília, 02 jul. 2015. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8461.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8461.htm)>. Acesso em: 21 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Rio de Janeiro.

BRASIL. Lei nº 4797, de 20 de outubro de 1965. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/1950-1969/L4797.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1950-1969/L4797.htm)>. Acesso em: 16 dez. 2019.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Brasília.

CASTRO, Marcelle La Guardia Lara de. **Quando as luzes não se apagam... a gestão coletiva dos riscos na manutenção em rede energizada**. 2016. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

DALFRÉ, Gláucia Maria. **Cruzetas de polímeros reciclados: caracterização dos materiais, análise numérica e ensaios de modelos reduzidos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, [S. I.], 2007.

GUÉRIN, F. et. al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher; Fundação Vanzolini, 2001.

MENDES, René. **Patologia do Trabalho**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2013.

SANTOS FILHO, N. et al. **Cruzetas Compostas Poliméricas com Vigas de Eucalipto Preservado**. XXII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica - SENDI, ano 2016, p. 1-12, 2016. XXII SENDI 2016, Curitiba - PR.

SILVA, J. F. R. **Cruzetas para redes de distribuição de energia elétrica à base de polipropileno**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, [S. I.], 2003. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-26052017-104725/publico/Dissert\\_Silva\\_JoseFR\\_cor.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-26052017-104725/publico/Dissert_Silva_JoseFR_cor.pdf). Acesso em: 24 nov. 2019.

SILVA, J. F. R. **Cruzetas para redes de distribuição de energia elétrica à base de polipropileno**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, [S. I.], 2003. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-26052017-104725/publico/Dissert\\_Silva\\_JoseFR\\_cor.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-26052017-104725/publico/Dissert_Silva_JoseFR_cor.pdf). Acesso em: 24 nov. 2019.

## ANEXOS

ANEXO A – FORMULÁRIO DE PREENCHIMENTO MANUAL PELAS EQUIPES DE  
INSPEÇÃO DE REDES DAS EMPRESAS CONTRATADAS

Nota de Serviço de Manutenção Preventiva					
<b>Pesquisa</b>					
P. de Instalação:		Eqpto:		Transformador:	
<b>Dados da Inspeção</b>					
Tipo Disp:			Alim:		
Rua/Av.:		Número:		Bairro:	
Referência:			Compl.:		
Região:		Local:		Trafo:	
Qtde Poste:			Coord Real:		
Área:		Chave Fonte:		Tipo de Poste:	
Nº do Poste:		Chave Deslocada:	Fácil Acesso:	Tipo Inspeção:	
Terminal BT tipo barra:		Trafo Interligado:			
Estrutura BT:		Bitola BT:		BT tipo:	
Estrutura MT:		Bitola MT:		MT tipo:	
Para-raios MT:		Estrutura	Carçaça	Para-raios BT:	
				Sim Não	
Outras Informações					

## ANEXO A

Encabeçamento Uso Mútuo  
 Dados  TV  Telefone

Tangente Uso Mútuo  
 Dados  TV  Telefone

