



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Vinícius Almeida de Oliveira

Relatório de Estágio  
**ECOMAN - Engenharia de Construção e  
Manutenção LTDA**

Campina Grande, Paraíba

Dezembro de 2018

Vinícius Almeida de Oliveira

**ECOMAN - Engenharia de Construção e Manutenção  
LTDA**

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador: Prof. Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.

Campina Grande, Paraíba

Dezembro de 2018

Vinícius Almeida de Oliveira

## **ECOMAN - Engenharia de Construção e Manutenção LTDA**

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

**Professor Avaliador**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

---

**Prof. Ronimack Trajano de Souza,  
D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

Campina Grande, Paraíba  
Dezembro de 2018

*Dedico este trabalho à minha Família*

# Agradecimentos

A Deus, sobre todas as coisas, pois a Ele tudo devo e por tudo sou eternamente grato.

Aos meus pais, Danilo e Stella, pois lutam diariamente para que tenha um futuro melhor. Por todos os ensinamentos e todo apoio para que sempre seguisse meus sonhos. Não são vocês que devem se orgulhar de mim, mas eu de vocês.

A todos da minha família e amigos, que até aqui me ajudaram com conselhos, paciência e fé na minha capacidade.

Aos professores eu agradeço a orientação e confiança, vocês merecem o maior dos reconhecimentos dentre as profissões, sem vocês não alcançaríamos nossos objetivos.

Ao engenheiro André Rocha, um ser humano que se incomoda em não empregar seus conhecimentos para fazer a diferença no mundo em que vivemos. Agradeço pela confiança depositada frente a realização das minhas atividades. Agradeço também pela paciência e ensinamentos, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao engenheiro Paulo Augusto, jovem e com uma carreira excepcional pela frente, por todo apoio e confiança.

Aos supervisores Josélio Barros, Josivaldo Rodrigues, Augusto Brito e Alexsandro Chagas, excelentes seres humanos, pela disposição em compartilhar seus erros e acertos de forma que eu escolha trilhar o melhor caminho.

Aos meus colegas de trabalho, Marina Barkokébas, Mariah Martins, Samir Farias, Shirley Prímola, Giorgethom Correia, Wellington de Alencar e Leandro Rodrigues, os quais convivi de forma adjacente na busca por soluções de inúmeros problemas, desejo que conquistem seus sonhos.

Aos colaboradores do RH, SESMT, transporte, qualidade, almoxarifado e os colaboradores de campo, os quais executam suas atividades com excelência, por estarem sempre determinados ajudar.

Aos diretores Fabio, Tharciana e Luciana Senna, pela oportunidade de contribuir com a visão, missão e os valores da empresa.

Finalmente, a todos aqueles que com paciência contribuíram para que eu me tornasse um ser humano melhor com esta experiência.

*"Que tamanho tem o universo?  
Tem o tamanho do seu mundo.  
Que tamanho tem o meu mundo?  
Tem o tamanho dos seus sonhos".  
(Augusto Cury)*

# Resumo

Trata-se de um relato de experiência das atividades desenvolvidas por Vinícius Almeida de Oliveira, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, durante o estágio na Ecoman - Engenharia de construção e manutenção LTDA, no período de 20/05/2018 a 20/11/2018. O estágio foi realizado principalmente no Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição e no Departamento de Combate a Perdas, que envolve o Departamento de Serviços Comerciais e o Departamento de Operações, sob supervisão dos engenheiros eletricitas André Luiz Almeida da Rocha e Paulo Augusto Pessoa de Souza. As principais atribuições designadas ao aluno foram a elaboração de relatórios, acompanhamento de indicadores e rotinas administrativas de gestão das equipes de campo.

**Palavras-chave:** Distribuição de Energia, Construção de Linha, Manutenção, ECOMAN.

# Abstract

This is an experience report of activities developed by Vinícius Almeida de Oliveira, graduating in Electrical Engineering at Federal University of Campina Grande, during the internship at Ecoman - Engenharia de Construção e Manutenção LTDA, from 05/20/2018 to 20 / 11/2018. The internship had been conducted primarily in the Department of Construction and Maintenance of Distribution and in the Department of Loss Prevention, which involves the Department of Commercial Services and the Department of Operations under supervision of the engineers André Luiz Almeida da Rocha and Paulo Augusto Pessoa de Souza. The main assignments granted to the student were the preparation of reports, monitoring of indicators and administrative routines for the management of field teams.

**Keywords:** Power Distribution, Line Construction, Maintenance, ECOMAN.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Setores da Ecoman. . . . .	15
Figura 2 – DDS realizado pelo supervisor Josélio na região de Rio Tinto/PB. . . . .	15
Figura 3 – Padrão de rede aberta com estruturas tipo Beco (B). . . . .	18
Figura 4 – Estruturas mais frequentemente utilizadas na rede aberta. . . . .	19
Figura 5 – Padrão de rede <i>space</i> . . . . .	20
Figura 6 – Configurações de rede <i>space</i> . . . . .	20
Figura 7 – Estrutura de transição entre rede aberta e isolada. . . . .	21
Figura 8 – Esquema de conexão de "Rabichos de ligação". . . . .	21
Figura 9 – Corte transversão cabo OPGW 12B1-107. . . . .	22
Figura 10 – Configurações do subsistema de aterramento. . . . .	23
Figura 11 – Medição de resistência de aterramento pelo método da queda de potencial. . . . .	24
Figura 12 – Desligar. Seccionamento (a) Chave tipo faca (b) Chave Fusível. . . . .	26
Figura 13 – Impedir. . . . .	26
Figura 14 – Teste em rede aberta (a) MT (b) BT. . . . .	27
Figura 15 – Aterramento em (a) MT (b) BT. . . . .	28
Figura 16 – (a) Isolação de rede aberta energizada (b) Sinalizar. . . . .	28
Figura 17 – "Carrocinha". . . . .	30
Figura 18 – Reforma de circuito - L7 MGB. . . . .	31
Figura 19 – Circuito de média tensão com cabo cobre nu 6 mm <sup>2</sup> . . . . .	31
Figura 20 – Escavação para montagem de subsistema de aterramento. . . . .	32
Figura 21 – Fixação de cabo de aço cobreado na estrutura tipo C de 69kV. . . . .	33
Figura 22 – Malha de aterramento em anel. . . . .	33
Figura 23 – Conexão dos subsistemas utilizando solda exotérmica. . . . .	34
Figura 24 – Divulgação parcial de produtividade das equipes de Construção. . . . .	35
Figura 25 – Distribuição geográfica de serviços para equipes de corte DESC. . . . .	36
Figura 26 – Distribuição geográfica de serviços para equipes de corte DESC. . . . .	37

# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BT	Baixa Tensão
CA	Cabo Alumínio
CAA	Cabo com Alma de Aço
DCMD	Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição
DDS	Diálogo de Segurança
DECP	Departamento de Combate a Perdas
DEOP	Departamento de Operações
DESC	Departamento de Serviços Comerciais
DMA	Devolução de Materiais
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPE	Ecoman, Prener e Engeselt
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IN	Instrução Normativa
LDAT	Linha de Distribuição de Alta Tensão
LT	Linha de Transmissão
LV	Linha Viva
MT	Média Tensão
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
NI	Neutro Isolado
OPGW	<i>Optical Grounded Wire</i>
RD	Rede de Distribuição

RH	Recursos Humanos
SESMT	Serviço Especializado em Segurança e Medicina do trabalho
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Estrutura do Relatório</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>A EMPRESA</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Execução de projetos de redes de Distribuição</b>	<b>18</b>
3.1.1	Rede primária	18
3.1.2	Rede Secundária	20
<b>3.2</b>	<b>SPDA de linha</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Relatório de cumprimento dos DITAIS</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Acompanhamento de obras</b>	<b>29</b>
4.2.1	Bandolamento de poste	29
4.2.2	Reforma de circuito	30
4.2.3	Construção de SPDA	32
<b>4.3</b>	<b>Apoio à gestão</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>39</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>40</b>

# 1 Introdução

Este relatório tem como objetivo relatar a experiência de Estágio Integrado do estudante Vinícius Almeida de Oliveira, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Ecoman – Engenharia de Construção e Manutenção LTDA, sob supervisão dos Engenheiros André Luiz Almeida da Rocha e Paulo Augusto Pessoa de Souza.

O estágio integrado faz parte da grade curricular e o cumprimento da sua carga horária é requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no domínio da Engenharia Elétrica. Iniciado o referido estágio no dia 20 de maio de 2018 e encerrado no dia 20 de novembro de 2018, totalizando 720 horas, o discente cumpre as exigências da disciplina Estágio Integrado.

O principal objetivo do estágio é proporcionar ao aluno uma experiência profissional, na qual ele possa conhecer e desenvolver atividades associadas a engenharia, consolidando os conhecimentos adquiridos durante o curso. Na Ecoman o objetivo geral é conhecer todos os setores e áreas de atuação, colaborando com novas ideias e melhorias nas atividades. Como atividades específicas do estagiário pode-se elencar os seguintes tópicos:

- Acompanhar as equipes de construção na execução de obras de redes de distribuição (RD) de baixa tensão (BT) e média tensão (MT);
- Acompanhar as equipes de manutenção em atendimentos programados e emergenciais nas RD de BT/MT;
- Acompanhar as atuações das equipes de linha viva (LV);
- Acompanhar as atuações das equipes de poda próximas às RD;
- Acompanhar as equipes de aterramento na linha de transmissão de 69 kV LDAT 02N2 SERTÂNIA/MONTEIRO;
- Elaborar relatório de registro fotográfico com os procedimentos de segurança adotados pelas equipes na execução dos serviços;
- Analisar e elaborar relatórios de produtividade das equipes.

## 1.1 Estrutura do Relatório

Este relatório de estágio apresenta a seguinte estrutura:

No capítulo 1 fez-se uma breve introdução ressaltando os objetivos e importância do estágio na formação profissional, definindo também como serão dispostos os consecutivos capítulos.

O capítulo 2 discorre de um resumo sobre a empresa onde foi realizado o estágio, elucidando sua estrutura e as atividades desenvolvidas.

O capítulo 3 expõe uma fundamentação teórica com os principais assuntos que serviram de base para o desenvolvimento das atividades durante a realização do estágio.

No capítulo 4 são apresentadas as principais atividades desenvolvidas pelo estagiário durante a realização do estágio.

O capítulo 5 é conclusivo e destaca as partes mais importantes deste relatório de estágio.

## 2 A Empresa

A Ecoman engenharia foi fundada em 19 de junho de 2000, iniciando seus serviços na construção e manutenção de linhas de transmissão, como a construção da LT 230 kV BANABUIU/MOSSORÓ na extensão de 169 km, e chegando a trabalhar com níveis de tensão até 500 kV, com a recuperação do trecho danificado da LT 500 kV SOBRAL III/FORTALEZA II, o que incluiu a desmontagem e montagem de estruturas danificadas, instalação dos condutores, para-raios e cabo OPGW (ECOMAN, 2018).

Atualmente a Ecoman participa do consórcio EPE, que é composto pelas empresas Ecoman, Prener e Engeselt, as quais prestam serviços à concessionária Energisa Paraíba, sendo o consórcio responsável pelos seguintes serviços na região leste:

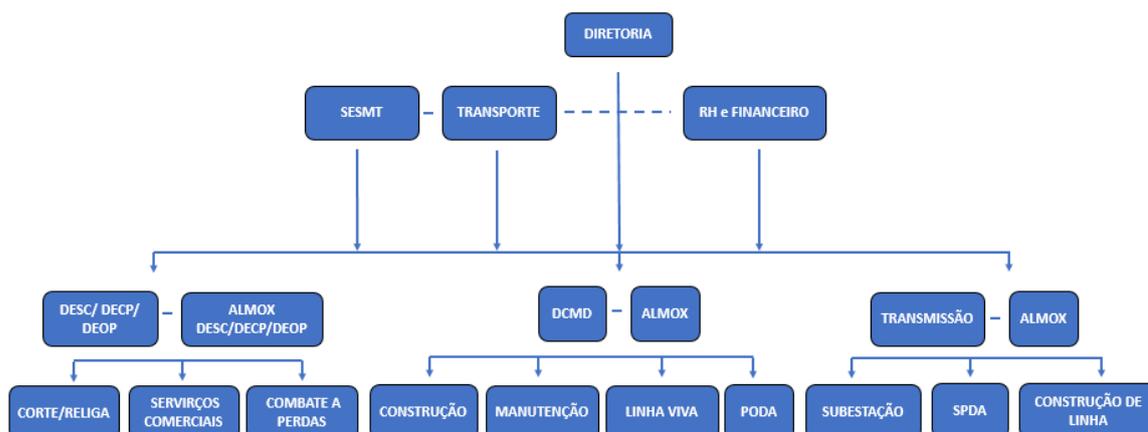
- Construção, manutenção e reforma da RD;
- Serviços com Linha Viva (LV);
- Serviço de podas de árvores que ofereçam risco à RD;
- Limpeza e manutenção de subestação;
- Combate a perdas;
- Construção de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para as Linhas de Distribuição de Alta Tensão (LDAT);
- Construção e manutenção de linhas de transmissão;

A Ecoman administrativamente é dividida em alguns setores, os quais mantêm relacionamento com o contratante, e assim definem as diretrizes para que os colaboradores executem as atividades em campo. A Figura 1 representa um organograma da empresa.

Conforme apresentada no topo do fluxograma da Figura 1, a diretoria, constituída de 3 integrantes, os próprios donos da Ecoman, tomam as mais importantes decisões, as quais delineiam a visão, a missão e os valores da empresa. O setor de Recursos Humanos (RH) responsabiliza-se pela contratação de pessoal, no qual, em conjunto ao financeiro da empresa administram o orçamento disponível e liberam para os demais setores.

O Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) é o setor responsável por garantir que os colaboradores não executem suas atividades sem EPI's e EPC's apropriados e em bons estados. Os técnicos de segurança do SESMT também se preocupam com os procedimentos de segurança antes e durante a

Figura 1 – Setores da Ecoman.



Fonte: O próprio Autor.

execução dos serviços, e caso não empregados corretamente, os colaboradores são advertidos e instruídos por meio de treinamentos e/ou Diálogos de Segurança (DDS). A Figura 2 exibe o DDS realizado pelo supervisor das equipes de manutenção, o qual discute sobre os procedimentos de segurança e de execução das atividades que serão desempenhadas por cada colaborador. O setor de transporte trata da gestão de frotas de veículos da empresa, que envolve caminhões do tipo guindauto, *sky*, *sky-junior*, carretas, caminhonetes e carros.

Figura 2 – DDS realizado pelo supervisor Josélío na região de Rio Tinto/PB.



Fonte: O próprio Autor.

Os demais setores após o SESMT no fluxograma da Figura 1 são aqueles responsáveis por garantir a produtividade das equipes, relacionando-se diretamente com os colaboradores

de campo e com o contratante, chegando assim na atividade fim da empresa. Estes são divididos em três setores, os quais gerenciam suas equipes, todas compostas de eletricitas e auxiliares de eletricitista, mas cada setor com um tipo de serviço específico.

O Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição (DCMD) atua hoje com 11 (onze) equipes de construção, 1 (uma) de linha viva e 7 (sete) equipes de poda, formando 19 (dezenove) equipes ao todo. Em geral, o setor conta com o apoio de 95 colaboradores de campo. As equipes de manutenção e construção são capacitadas para atuar em reformas, manutenções e construção de linhas de distribuição, além da instalação de equipamentos como religadores, chaves e transformadores. As equipes de Poda são equipadas e treinadas para evitar que árvores próximas as redes de distribuição, em média tensão, provoquem o desligamento de alimentadores e conseqüentemente, os clientes da Energisa Paraíba. As equipes de Linha Viva são treinadas para trabalharem com a rede energizada, apoiando as equipes de construção e evitando desligamentos da rede. Vale destacar que as equipes de construção e manutenção da Ecoman são equipes de linha morta, e não são autorizados a trabalhar próximos a média tensão energizada, caso ocorra, a própria equipe solicita apoio da LV.

O setor da Transmissão é parecido com o DCMD. No entanto, os colaboradores são treinados para trabalharem com estruturas e em espaços com a presença de níveis de tensão ainda mais elevados, maiores ou igual a 69 kV. Atualmente, a transmissão é composta por 3 (três) equipes. A equipe de subestação é responsável pela instalação e manutenção de equipamentos como chave faca, religadores, disjuntores, transformadores de potencial e transformadores de correntes em subestações abaixadoras 69kV/13.8kV da Energisa. A equipe de SPDA encarrega-se da construção de sistemas de aterramento em linhas de distribuição de alta tensão construídas antigamente sem a presença do cabo guarda. E por fim, a equipe de construção, a qual se encontra no aguardo de autorizações para construção da linha de transmissão em 138 kV em Mato Grosso, com estruturas autoportantes metálicas e estruturas de concreto, circuito simples e cabo CAA 336,4 MCM, numa extensão de 65 km.

O Departamento de Serviços Comerciais (DESC), Departamento de Combate a Perdas (DECP) e o Departamento de Operações (DEOP) trabalham em conjunto realizando uma série de serviços. Pode-se elencar as seguintes atividades:

- Corte e religa de Unidades Consumidoras (UCs);
- Blindagem de transformadores e circuitos (Medida antifurto);
- Instalação de DLCD (Medida antifurto em medidores);
- Externalização de padrão de medição em UCs;
- Troca, instalação e manutenção de medidores;

- Nova ligação de clientes a rede (Clandestinos).

O DESC/DECP/DEOP contam com o apoio de 33 equipes, cada qual com dois colaboradores. Vale também destacar que essas equipes trabalham apenas em baixa tensão, não atuando em clientes do grupo A, com tensão de fornecimento maior ou igual a 13,8 kV.

A Transmissão e o DCMD manuseiam a mesma estrutura de almoxarifado, e muitas vezes até compartilham materiais para dar continuidade às obras em que estão inseridos. O almoxarifado é uma parte importante da empresa, e a sua organização é essencial. No processo de execução de obras, a contratante da empresa fornece primeiramente todos os materiais. Ao executar e finalizar as obras, os materiais excedentes são devolvidos e a Ecoman é remunerada pelo serviço. Sem a devolução de material a empreiteira não é remunerada. O DESC/DECP/DEOP tem um almoxarifado próprio e separado do DCMD, isto devido à especificidade do serviço executado.

## 3 Fundamentação Teórica

### 3.1 Execução de projetos de redes de Distribuição

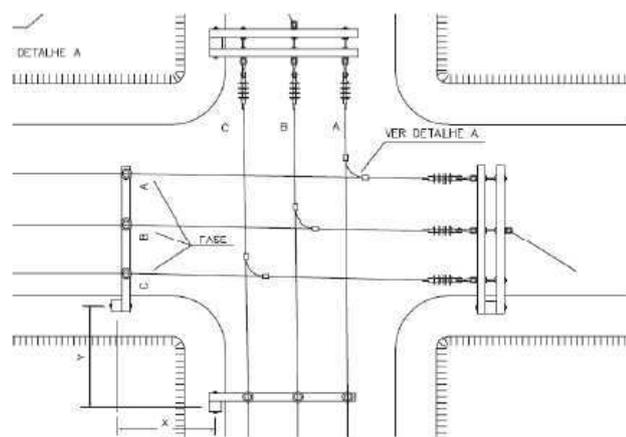
A Ecoman – Engenharia, Construção e Manutenção LTDA, é responsável, na maior parte de seus serviços, pela execução de projetos de redes aéreas de distribuição urbana. Esta sessão explana a Norma Unificada de Distribuição 004 da Energisa (NDU 004), a qual apresenta a padronização para montagem de redes aéreas de distribuição urbana para média tensão e baixa tensão, conhecimento este importante para construção de redes de distribuição (ENERGISA, 2017).

A norma NDU 004 também padroniza a instalação de equipamentos, tais como, transformadores, para-raios de média tensão, chave-fusível, chave-faca unipolar, chaves blindadas, banco de capacitores, e ainda padrões para aterramento, conexões, estaiamento e afastamentos mínimos de partes energizadas.

#### 3.1.1 Rede primária

Os padrões de rede primária, com nível de tensão de 13,8 kV, mais utilizados pela Energisa Paraíba são os dos tipos rede aberta e compacta, também chamado de rede *space*. A Figura 3 retrata a configuração de rede aberta com estruturas do tipo Beco (B).

Figura 3 – Padrão de rede aberta com estruturas tipo Beco (B).

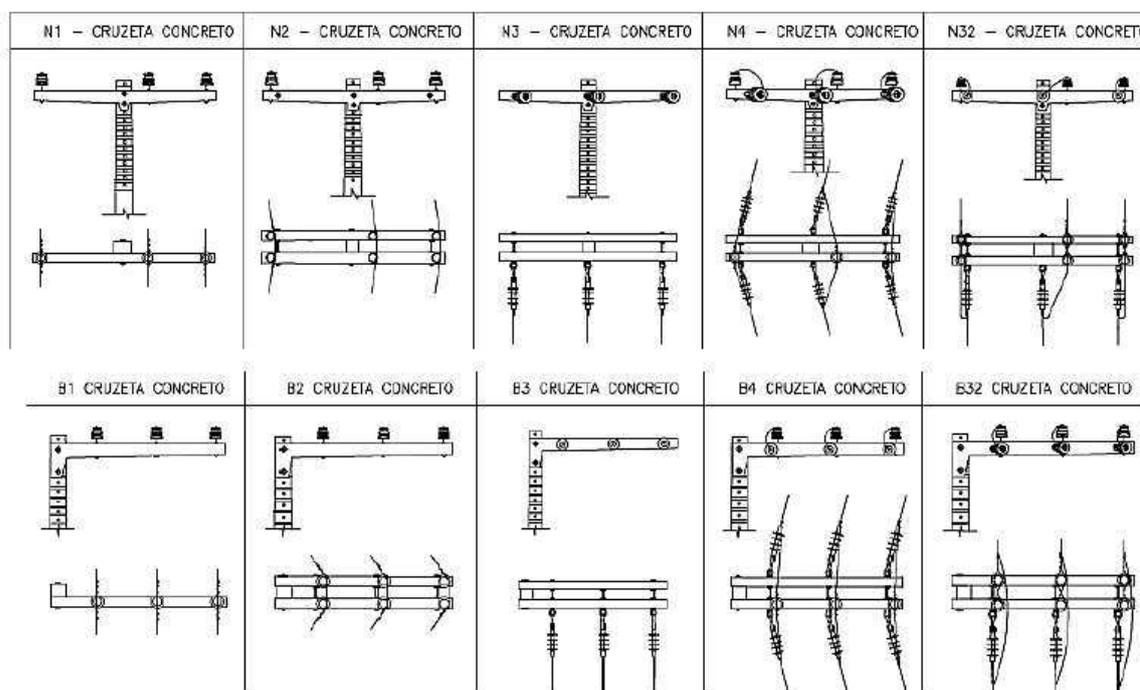


Fonte: (ENERGISA, 2017).

No padrão de rede aberta, apresentada na Figura 3, utiliza-se por norma cabos de alumínio nu sem alma (CA) ou com alma de aço (CAA). São utilizadas mais frequentemente

as estruturas dos tipos Normais (N) e Beco (B), ambas de concreto e relacionadas como, cruzeta tipo T 1900mm e cruzeta tipo beco 1700mm, respectivamente. A Figura 4 demonstra as estruturas de rede aberta mais comumente utilizadas.

Figura 4 – Estruturas mais frequentemente utilizadas na rede aberta.



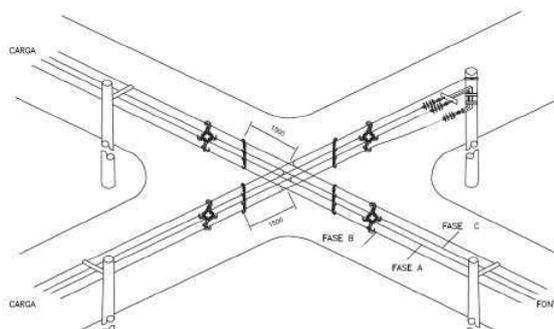
Fonte: (ENERGISA, 2017).

Da Figura 4 pode-se observar os diversos tipos de montagem das cruzetas tipo N e tipo B. O tipo de estrutura empregada é dado em função de fatores como o ângulo de desvio que o cabo faz em relação a orientação da rede ou ancoragem para proporcionar sustentação mecânica aos condutores.

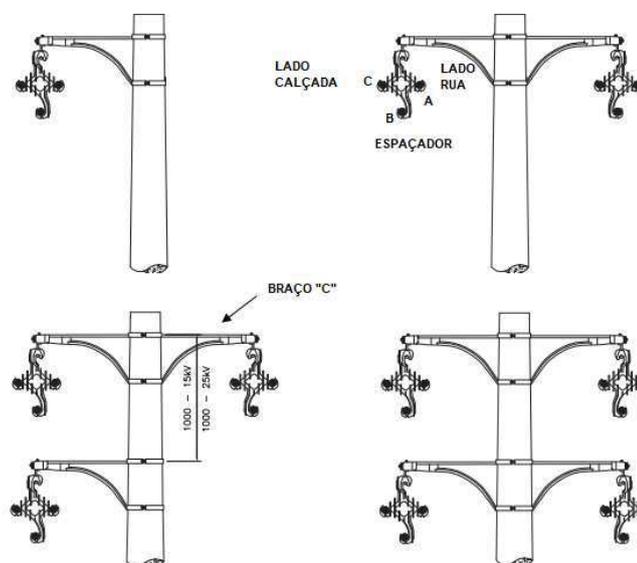
O padrão da rede *space* é apresentada na Figura 5.

A rede *space* apesar de ter um custo mais elevado, evidencia diversas vantagens como economia de espaço, durabilidade e redução de custos com manutenções preventivas e corretivas em relação a rede aberta. A Figura 6 exhibe as configurações padrões para rede compacta.

A rede compacta pode ser construída agrupando até quatro circuitos e utilizando cabos de alumínio protegidos de 50, 120 ou 185 mm<sup>2</sup> sustentados por braços tipo C, conforme Figura 6. O espaçador losangular é uma característica da rede *space* e é responsável tanto por separar os condutores como também por identificar a sequência de fases do sistema, no qual a fase “A” fica localizada para o lado da rua, a fase “C” para o lado da calçada e a fase “B” centralizada (CEEE, 2012).

Figura 5 – Padrão de rede *space*.

Fonte: (ENERGISA, 2017).

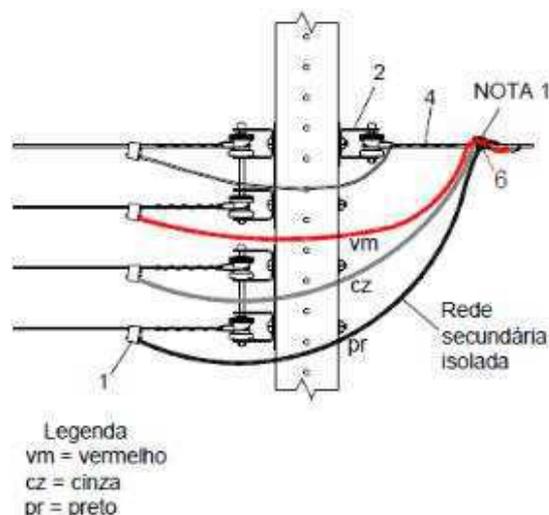
Figura 6 – Configurações de rede *space*.

Fonte: (CEEE, 2012).

### 3.1.2 Rede Secundária

O padrão de rede secundária, com nível de tensão de 380/220 V, utiliza atualmente dois tipos de configurações, em rede aberta e em rede isolada. A rede aberta é mais antiga e está sendo em sua maioria substituída pela rede isolada, pois o cabeamento da rede em cabo multiplex expõe vantagens equivalentes ao da rede primária compacta, como menor poluição visual, durabilidade, economia de espaço e redução de custos com manutenções. Outra vantagem importante é que alguns procedimentos de manutenção podem ser executados com o sistema energizado, devido aos condutores isolados, o Capítulo 4 exemplifica um destes procedimentos. Por outro lado, a capacidade de condução de corrente é reduzida, devido à temperatura dos condutores isolados serem maiores. A Figura 7 mostra o esquema de transição entre os dois padrões de rede secundária.

Figura 7 – Estrutura de transição entre rede aberta e isolada.

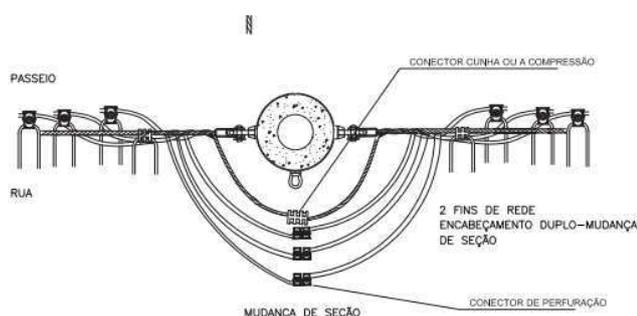


Fonte: (FONSECA, 2015).

Da Figura 7 pode-se perceber a economia de material na rede multiplex com estribos, isoladores e alças pré-formadas. Na rede isolada, são utilizados condutores fase de alumínio isolados em XLPE para tensões 0,6/1kV, e condutor neutro de alumínio nu (ENERGISA, 2017). Também são utilizados os cabos multiplex com neutro isolado (NI).

Outro ponto de destaque das redes secundárias são os “rabichos de ligação”, que são pontos de conexão dos ramais de serviço à rede. A Figura 8 apresenta o esquema de ligação dos rabichos.

Figura 8 – Esquema de conexão de "Rabichos de ligação".



Fonte: (ENERGISA, 2017).

A norma exige a instalação de um rabicho por fase em um lado do poste. Caso haja necessidade, são instalados um rabicho por fase, isto nos dois lados do poste cuja necessidade de conexões seja superior a 4 ramais por fase, conforme Figura 8. Os rabichos são confeccionados por condutores de cabo multiplexado isolado 35mm<sup>2</sup> e as conexões à

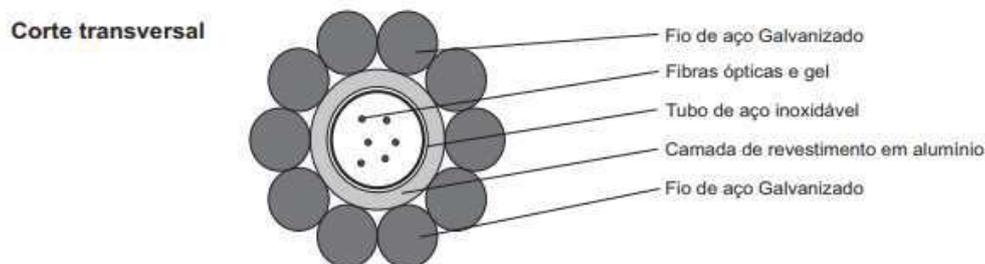
rede são feitas com conectores de perfuração, o que facilita a retirada dos ramais caso haja necessidade de manutenção da rede (ENERGISA, 2017).

## 3.2 SPDA de linha

As linhas de transmissão têm a finalidade de transportar energia elétrica em grandes distâncias com um índice reduzido de perdas. Para mitigar os efeitos produzidos por descargas atmosféricas no sistema elétrico é utilizado a construção de SPDA em linhas de transmissão. O SPDA de linha também desempenha funções como a manutenção dos níveis de tensão estrutura-terra dentro da faixa de segurança.

O SPDA de linha pode ser feito utilizando a própria estrutura do poste como captor, ou ainda podem ser utilizados eletrodos não naturais, evitando descargas atmosféricas diretas a estrutura ou condutores. São amplamente empregados como captadores artificiais os “cabos-guarda”. Ainda com as funções de para-raio, comunicação e telecomando, são utilizados os cabos-guarda do tipo OPGW (Sigla em inglês – Optical Ground Wire), os quais são formados de alumínio com fibra óptica em seu interior. A Figura 9 apresenta detalhes do cabo OPGW 12B1-107 com 48 fibras.

Figura 9 – Corte transversão cabo OPGW 12B1-107.

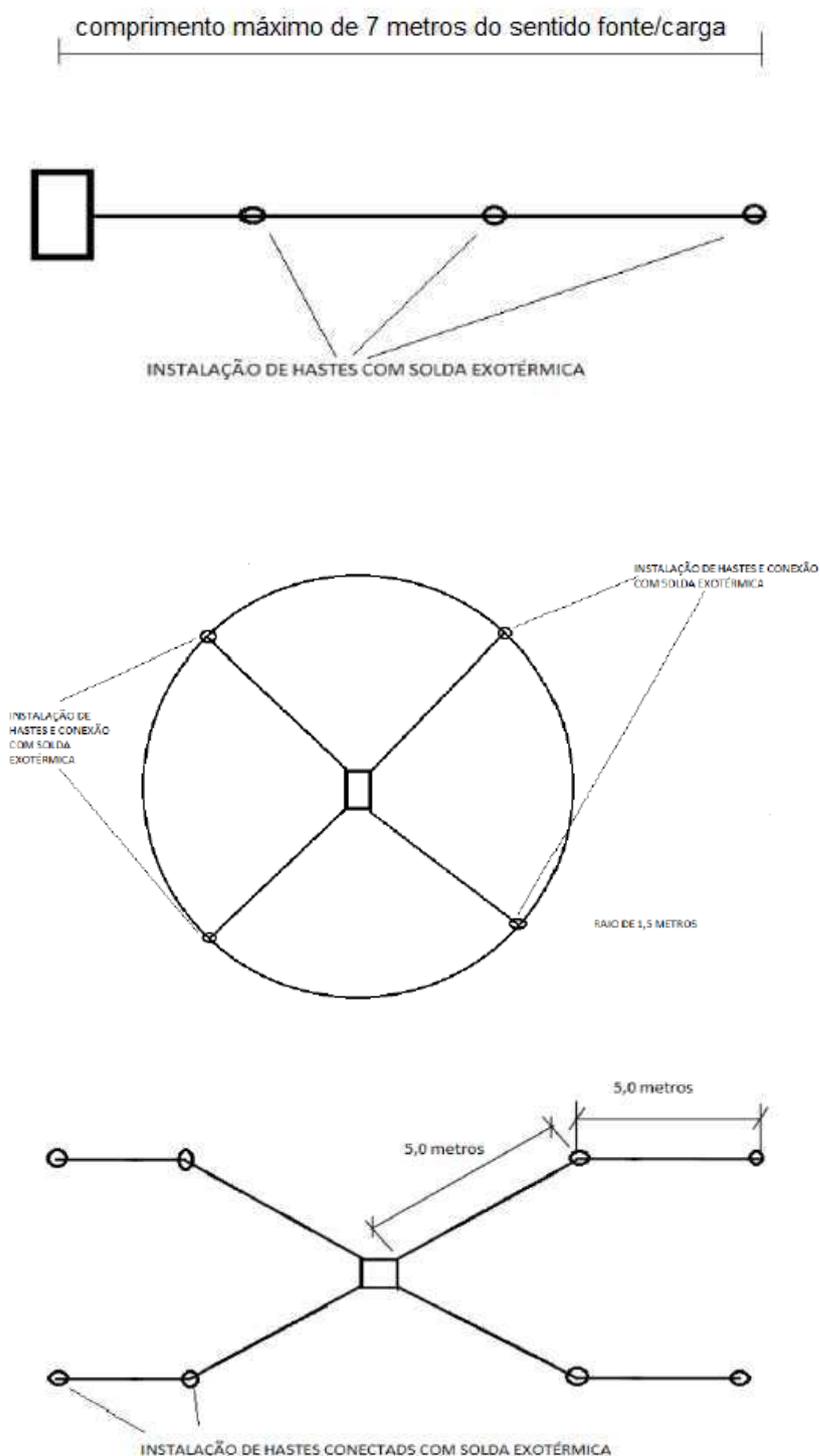


Fonte: (CABLE, 2016).

Os condutores que fazem a função do subsistema de descida do SPDA passam em toda estrutura conectando as ferragens do poste, formando uma superfície equipotencial. Ao chegar no subsistema de aterramento, o qual tem a função de receber as correntes elétricas da descida e dissipá-las no solo, são utilizados frequentemente três configurações de malha. A Figura 10 retrata as configurações mais utilizadas em SPDA de linha.

As configurações de malha de aterramento expressam uma relação direta com custo benefício, ou seja, o valor de medição da resistência de aterramento em função dos custos dos materiais aplicados. Pode-se perceber da Figura 10 que a resistência de aterramento de menor valor será para a malha em formato de “X”. No entanto, esta será a mais custosa. A escolha da malha de aterramento é feita de tal maneira que se adequa a necessidade real de cada caso.

Figura 10 – Configurações do subsistema de aterramento.

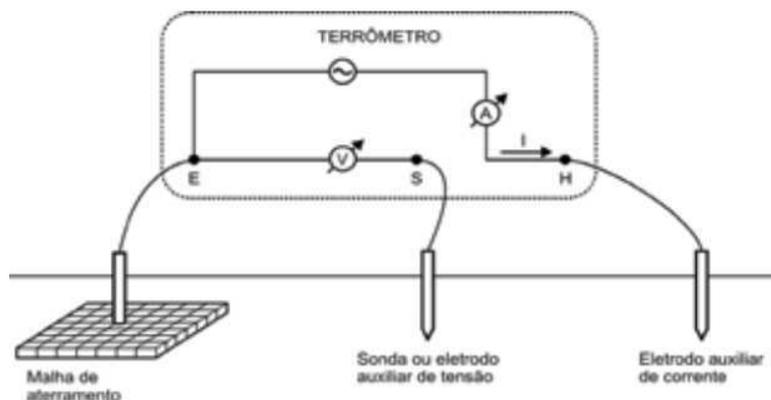


Fonte: (ECOMAN, 2016).

Nos sistemas de aterramento de linha, a resistência de aterramento deve ser não superior a 20 ohms (ABNT, 2015). Para isto, a ABNT NBR 15749 estabelece critérios e recomenda métodos para medição da resistência de malha de aterramento. Dentre os

métodos mais utilizados está a medição de queda de potencial, e é recomendado para medições por meio de equipamentos específicos, por exemplo, o terrômetro (MODENA; SUETA, 2017). A Figura 11 aponta de forma esquemática como é feita esta medição.

Figura 11 – Medição de resistência de aterramento pelo método da queda de potencial.



Legenda:

- I Corrente de ensaio
- S Borne para a sonda ou eletrodo auxiliar de potencial
- H Borne para o eletrodo auxiliar de corrente
- E Borne para a malha de aterramento sob medição

Fonte: (MODENA; SUETA, 2017).

O método apresentado na Figura 11 consiste basicamente em fazer circular uma corrente por meio de um circuito compreendido pela malha de aterramento que se quer saber o valor da resistência ôhmica de aterramento, um trecho da terra e um eletrodo auxiliar de corrente. Simultaneamente deve-se medir a tensão entre a malha e a terra de referência (terra remoto) por meio de uma sonda ou eletrodo auxiliar de potencial (MODENA; SUETA, 2017).

## 4 Atividades desenvolvidas

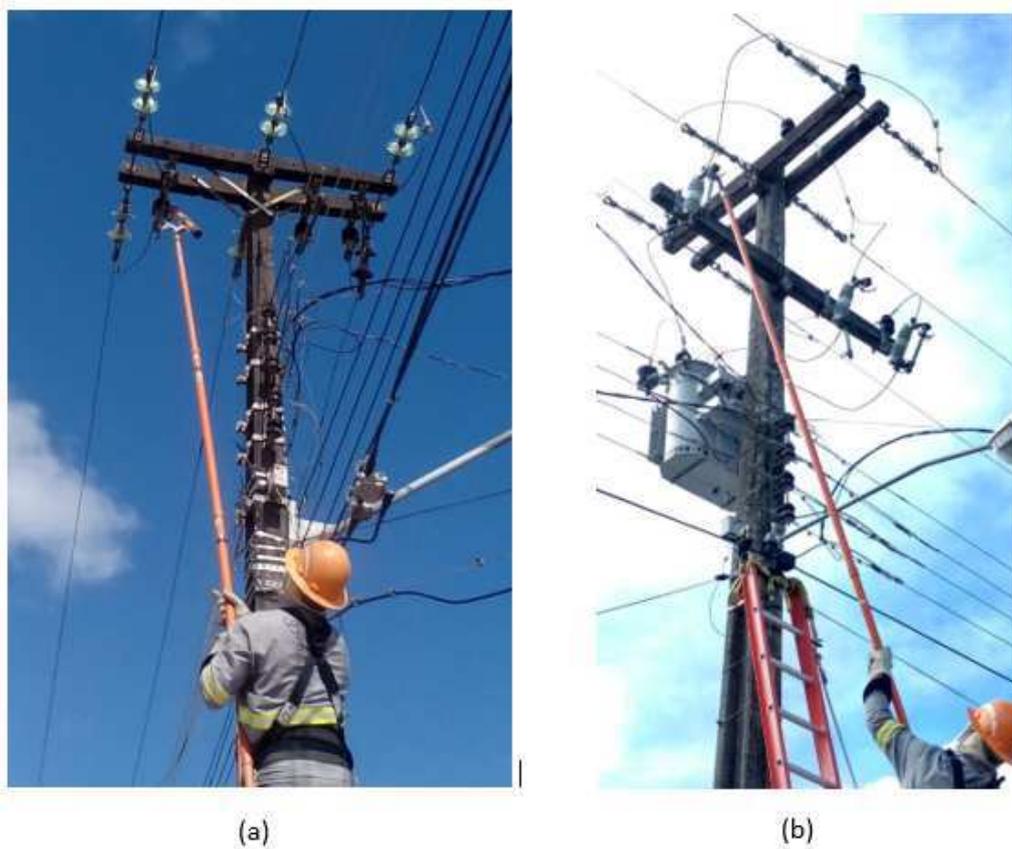
Este capítulo aborda as principais atividades desenvolvidas pelo aluno no período de estágio, as quais envolveram a elaboração de relatórios, acompanhamento de equipes em campo e de indicadores relacionados a produtividade dos departamentos.

### 4.1 Relatório de cumprimento dos DITAIS

Uma atividade importante realizada diariamente pelo DCMD, e responsabilidade do estagiário, é o envio do cumprimento dos DITAIS das obras para Energisa. Os DITAIS é a abreviação para Desligar, Impedir, Testar, Isolar e Sinalizar, os quais resumem uma sequência de procedimentos de segurança que os colaboradores de campo devem adotar para realizar os serviços em redes de distribuição desenergizadas. O documento enviado à Energisa é um registro fotográfico dos encarregados de campo, e demonstra que os colaboradores estão trabalhando em conformidade com os normas exigidas. O relatório completo do DITAIS é apresentado em anexo. A sigla DITAIS pode ser detalhada da seguinte maneira:

- **Desligar:** As equipes de construção e manutenção Ecoman são equipes de linha morta, ou seja, trabalham com redes desenergizadas. Assim, o primeiro passo é seccionar as chaves, fusíveis ou chaves tipo faca, manobrando os alimentadores de média tensão e isolando os trechos da rede que se deseja trabalhar. Para abertura de chaves, os eletricitistas utilizam varas de manobra isoladas para tensões até 15 kV. A Figura 12 apresenta a execução deste procedimento.
- **Impedir:** O segundo passo dos DITAIS exige que os porta fusíveis (fenólites) sejam retirados das 3 fases, impedindo a reenergização acidental do circuito no momento em que as equipes estiverem executando os serviços. A Figura 13 apresenta esta etapa.
- **Testar:** A terceira etapa do cumprimento dos DITAIS é ter certeza de que o circuito está totalmente desenergizado e que não há nenhum gerador ou fonte de geração distribuída alimentando a rede. Um detector de tensão acoplado à vara de manobra emite avisos luminosos e sonoros na presença de campo elétrico, indicando desta maneira se a rede está energizada. A depender do projeto em execução, o teste é feito tanto do lado fonte quanto do lado carga do circuito, na rede de MT e na rede de BT, conforme Figura 14.

Figura 12 – Desligar. Seccionamento (a) Chave tipo faca (b) Chave Fusível.



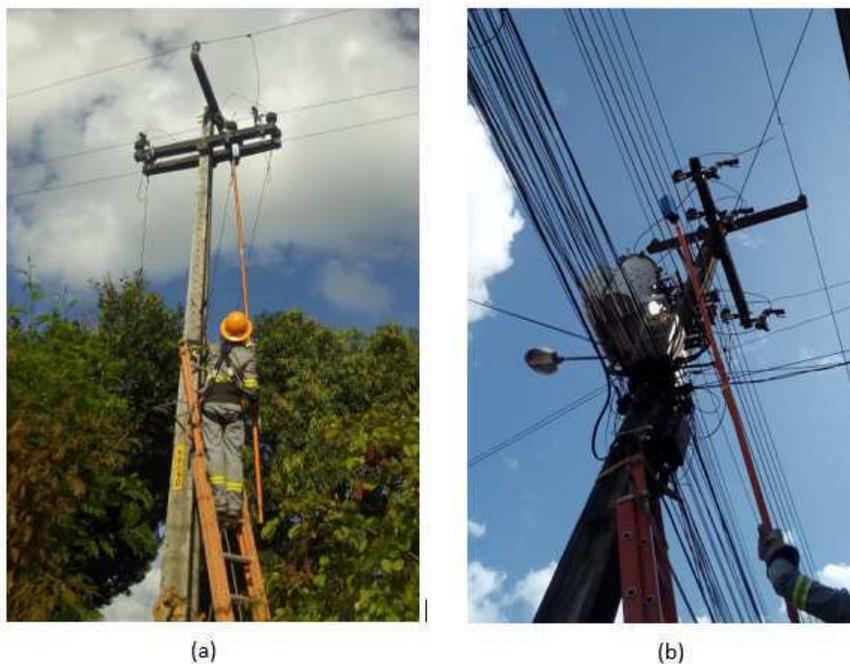
Fonte: O próprio autor.

Figura 13 – Impedir.



Fonte: O próprio autor.

Figura 14 – Teste em rede aberta (a) MT (b) BT.

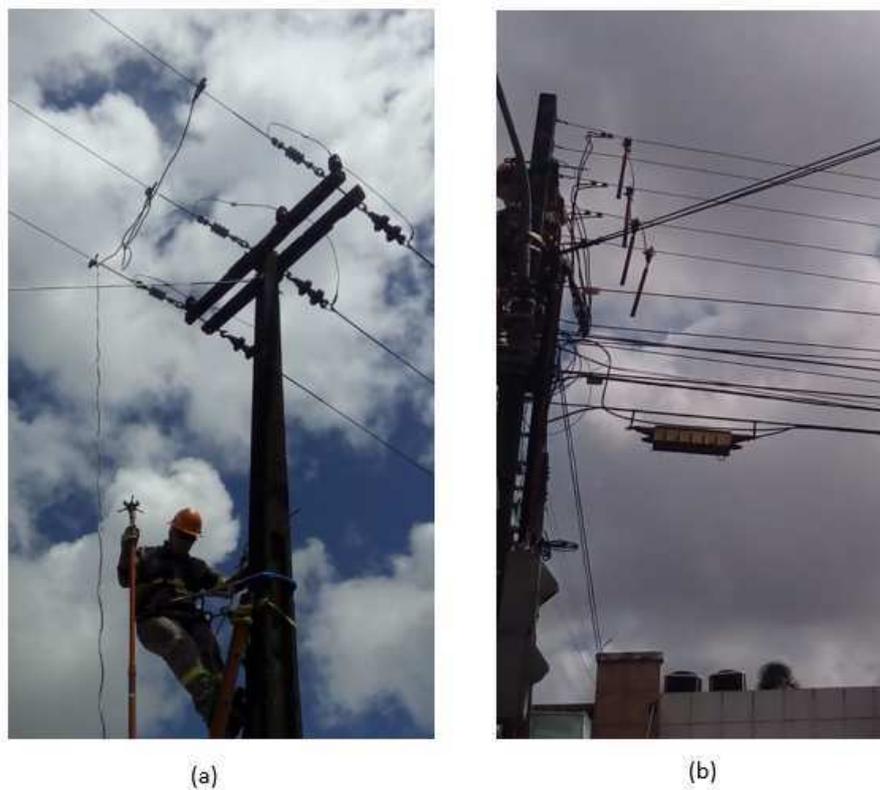


Fonte: O próprio autor.

- **Aterrar:** Como mais uma medida de segurança a se adotar, as fases devem ser aterradas, assim como o neutro (quando existir), em todos os pontos próximos em que os colaboradores estiverem trabalhando. O aterramento é essencial visto o risco de energização acidental, por indução, ou até uma descarga atmosférica. A utilização do *kit* de aterramento temporário é item obrigatório tanto nos pontos de MT como de BT, conforme mostra Figura 15
- **Isolar:** Esta etapa consiste em isolar as partes energizadas da rede aérea de MT e/ou BT localizadas nas zonas próximas ao serviço. As mantas isolantes com níveis de isolamento até 15kV são utilizadas para evitar possíveis acidentes ocasionados por contatos involuntários dos eletricitistas ou dos equipamentos por eles utilizados, conforme Figura 16.
- **Sinalizar:** O procedimento de sinalização consiste apenas de mais um reforço a segurança, utilizando a placa escrita “Não opere este equipamento, homens trabalhando” na estrutura da chave seccionada. Isto evita que o sistema seja reenergizado por outra equipe ou colaborador desavisado. A placa é apresentada na Figura 16.

Esta atividade foi importante para o estagiário pois teve a oportunidade de conhecer os procedimentos de segurança das equipes para prevenção de acidentes. Devido

Figura 15 – Aterramento em (a) MT (b) BT.



Fonte: O próprio autor.

Figura 16 – (a) Isolação de rede aberta energizada (b) Sinalizar.



Fonte: O próprio autor.

a importância dos DITAIS, o estagiário também foi autorizado a cobrar diretamente as imagens dos encarregados de campo, fortalecendo habilidades relacionadas a gestão de pessoas. A empreiteira não é remunerada por determinada obra caso o relatório de cumprimento do DITAIS não sejam enviados.

Outra habilidade importante adquirida com esta atividade foi a de ler projetos de rede de distribuição e saber qual procedimento de construção seria adotado para realizar uma determinada obra. Por exemplo, algumas obras como extensão de rede de BT são com cabos multiplexados, desta maneira, as equipes podem facilmente implantar postes e lançar cabos até o ponto de conexão com a rede energizada. No ponto de conexão, o electricista utiliza a luva de BT isolada para “fechar os *jumpers*”, utilizando conectores, geralmente do tipo perfuração. Neste caso, não há DITAIS pois não houve desligamento da rede energizada e a equipe conseguiu realizar o serviço com segurança.

## 4.2 Acompanhamento de obras

### 4.2.1 Bandolamento de poste

Seguindo instruções normativas (IN) da Energisa em conjunto os procedimentos de segurança da concessionária, o bandolamento de poste é uma prática empregada pelas equipes de construção de linha de distribuição para a implantação de postes em áreas que não é possível a passagem do caminhão guindauto. O transporte e instalação da estrutura é feita manualmente. Exemplo de áreas sem acesso para caminhão são em pequenas comunidades com ruas estreitas, áreas de praia, fazendas e plantações.

Na obra realizada na região de Rio Tinto, na Paraíba, foram disponibilizadas duas equipes, cada qual com 7 colaboradores, para implantação de postes. Devido ao terreno altamente acidentado, foi realizado o bandolamento de postes 9/300 (Poste de 9m com esforço de 300 daN), com um peso aproximado de 750 kg.

Neste procedimento, primeiramente, a equipe realiza a escavação do local em que será implantado o poste, isto seguindo as normas recomendadas para engastamento, com a profundidade da vala obtida pela Equação 4.1 a seguir (FONSECA, 2015).

$$e = (L \times 0,1 + 0,6)[m] \quad (4.1)$$

onde,

e = profundidade do engastamento;

L = comprimento do poste.

A diferença para a vala feita para implantação do poste com e sem apoio do caminhão, é que no bandolamento é feita uma rampa, chamada de garganta, para deslizar

a estrutura e facilitar a sua acomodação. Para realizar o transporte do caminhão até o local de engastamento, é utilizada a chamada “carrocinha”, conforme apresenta a Figura 17.

Figura 17 – "Carrocinha".



Fonte: O próprio autor.

Por fim, o poste é implantado apenas como o apoio de cordas e tão somente o esforço dos colaboradores.

Acompanhando a atividade em discussão, o estagiário teve a oportunidade de perceber o nível de dificuldade e periculosidade de alguns procedimentos ainda adotados no ramo de construção de linhas. Vale destacar que os colaboradores utilizam todos os equipamentos de proteção individuais (EPI's) necessários para realização do serviço. Outro ponto importante, é que a Energisa dispõe de postes de fibra de vidro, os quais são cerca de 6 a 8 vezes mais leves do que os postes de concreto armado, ideais para situações de bandolamento (TECHNOFIX, 2018). No entanto, devido a relações custo-benefício, se torna mais preferível para o contratante o pagamento de mão de obra para implantação de postes de concreto duplo T.

#### 4.2.2 Reforma de circuito

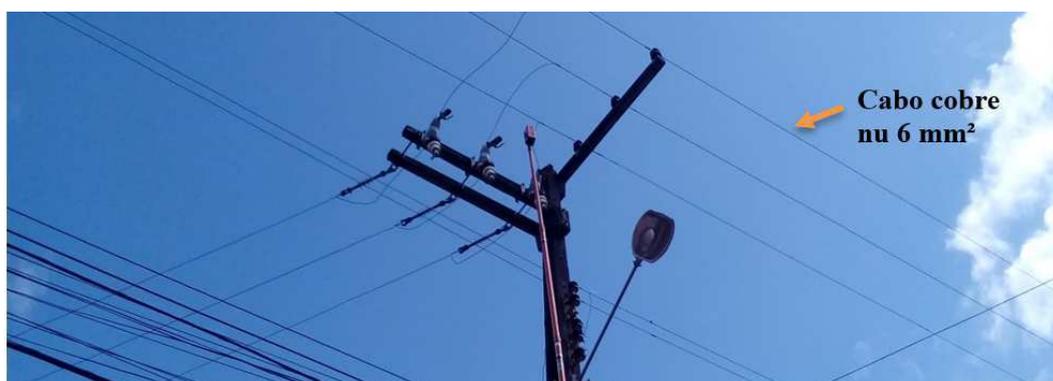
A obra de número 001-18-00358 é uma reforma de circuito, realizada no bairro de Mangabeira em João Pessoa, na Paraíba. Nesta obra, estão sendo reformados tanto os circuitos de média como os de baixa tensão. No circuito de média tensão, alimentador L7 MGB, foi feito o recondutoramento do circuito, substituindo cabos de cobre nu 6 mm<sup>2</sup> por cabos de alumínio protegido 50 mm<sup>2</sup>. Os cabos de cobre nu 6 mm<sup>2</sup> tem uma capacidade de condução de corrente muito inferior aos utilizados atualmente no sistema de distribuição e por isso tornam os sistemas menos flexíveis à realização de manobras, visto que o alimentador nesta configuração pode não suportar a carga de transferência. Além disso, os condutores de alumínio instalados são mais resistentes as intempéries do que os condutores de cobre nu, diminuindo a probabilidade de ocorrência de faltas no sistema. A Figura 18 mostra a reforma de um trecho do circuito em questão.

Figura 18 – Reforma de circuito - L7 MGB.



Fonte: O próprio autor.

No circuito de baixa tensão, na configuração de rede aberta, conforme apresenta Figura 18, os cabos de cobre nu 6 mm<sup>2</sup>, foram substituídos por cabos multiplexados de 35 mm<sup>2</sup>, e alguns trechos de 70 mm<sup>2</sup>, com o neutro nu. Observa-se da Figura 18, que a estrutura também é nova, e substitui o poste indicado na imagem. Vale ressaltar que a utilização de cruzetas do tipo beco vem sendo amplamente empregadas nas áreas urbanas, visando obedecer aos critérios de afastamento mínimo dos condutores das calçadas. Ainda a Figura 19 apresenta uma parte do circuito de média tensão com cabo de cobre nu 6 mm<sup>2</sup>.

Figura 19 – Circuito de média tensão com cabo cobre nu 6 mm<sup>2</sup>.

Fonte: O próprio autor.

Além dos condutores, que é o objetivo principal da reforma, alguns postes e estruturas também foram substituídos por serem muito antigos e estarem deteriorados, e outros devido a própria reestruturação do circuito, para acomodar as estruturas e cabos projetados da melhor maneira. Na reforma de circuito L7 MGB, o estagiário teve a oportunidade de acompanhar de perto o dia-a-dia das equipes de campo, e perceber o esforço de cada colaborador para cumprir os horários de desligamento programado. Com isso, foi possível também observar a melhoria constante da rede para garantir o fornecimento

de energia elétrica ininterrupta aos consumidores, tornando-se viável a transferência de carga entre alimentadores em caso de manutenções ou defeitos na rede de MT.

### 4.2.3 Construção de SPDA

A equipe de SPDA da Ecoman está locada na cidade de Monteiro na Paraíba, trabalhando na linha de transmissão LDAT 02L1 SRT/MNT, que interligam as subestações de Sertânia e Monteiro por uma linha de 69 kV. A equipe está construindo o subsistema de aterramento e de descida para cada uma das 152 estruturas da linha em questão.

O esquema de aterramento em anel foi adotado pela Energisa para construção devido à melhor relação custo benefício dentre as configurações mais utilizadas, conforme Figura 10. O subsistema é feito individualmente em cada uma das estruturas das linhas de transmissão de 69 kV. Esse tipo de aterramento é feito pela Energisa em linhas de construção mais antigas, já que é inviável o lançamento de cabos para-raios na rede energizada. Neste caso, a estrutura e condutores são utilizados como subsistema de captação. A LDAT 02L1 SRT/MNT foi construída na década de 70.

Primeiramente a equipe de SPDA realiza as escavações em torno da estrutura com um raio de 1,5 metro. Para agilizar os serviços a equipe utiliza uma retroescavadeira, no entanto devido a problemas técnicos, muitas estruturas foram feitas manualmente utilizando picaretas, pás e chibancas, conforme a Figura 20.

Figura 20 – Escavação para montagem de subsistema de aterramento.



Fonte: O próprio autor.

Em quanto parte da equipe realiza as escavações, os montadores eletricitas sobem na estrutura para fixar o cabo de aço cobreado cerca de 9 metros no poste, formando o subsistema de descida, para posteriormente a equipe da linha viva conectar às ferragens

da estrutura. O cabo é fixado a estrutura utilizando fitas de aço inox. A Figura 21 exibe o trabalho em altura dos montadores.

Figura 21 – Fixação de cabo de aço cobreado na estrutura tipo C de 69kV.



Fonte: O próprio autor.

Em seguida, a equipe faz a fixação das hastes no solo, conectando-as através de um fio de aço galvanizado e em seguida interligando esta malha ao subsistema de descida. O fio de aço galvanizado é utilizado em função do custo. A Figura 22 apresenta a malha circular em anel.

Figura 22 – Malha de aterramento em anel.



Fonte: O próprio autor.

Para realizar as conexões da malha de forma confiável, é utilizada a solda exotérmica. A solda exotérmica consiste na fusão molecular entre os materiais envolvidos, proporcionando uma conexão resistente aos esforços mecânicos e agentes químicos que normalmente as malhas ficam submetidas no solo. A Figura 23 representa este procedimento.

Figura 23 – Conexão dos subsistemas utilizando solda exotérmica.



Fonte: O próprio autor.

Na Figura 23 observa-se o molde para realizar as conexões entre haste e cabos, no qual a solda exotérmica funde os materiais em elevadas temperaturas. Vale destacar a importância do uso de EPI's dos colaboradores para realizar este procedimento.

Como experiência da atividade, o estagiário passou a compreender o processo de construção de aterramento em linhas de transmissão, além de conhecer os materiais aplicados e ferramentas utilizadas. Ainda como oportunidade, foi possível gerir, com auxílio do supervisor, as equipes de SPDA, sendo responsável pelo controle do material, EPI's, EPC's e também todas as ações para que não houvesse interrupção do processo produtivo da equipe.

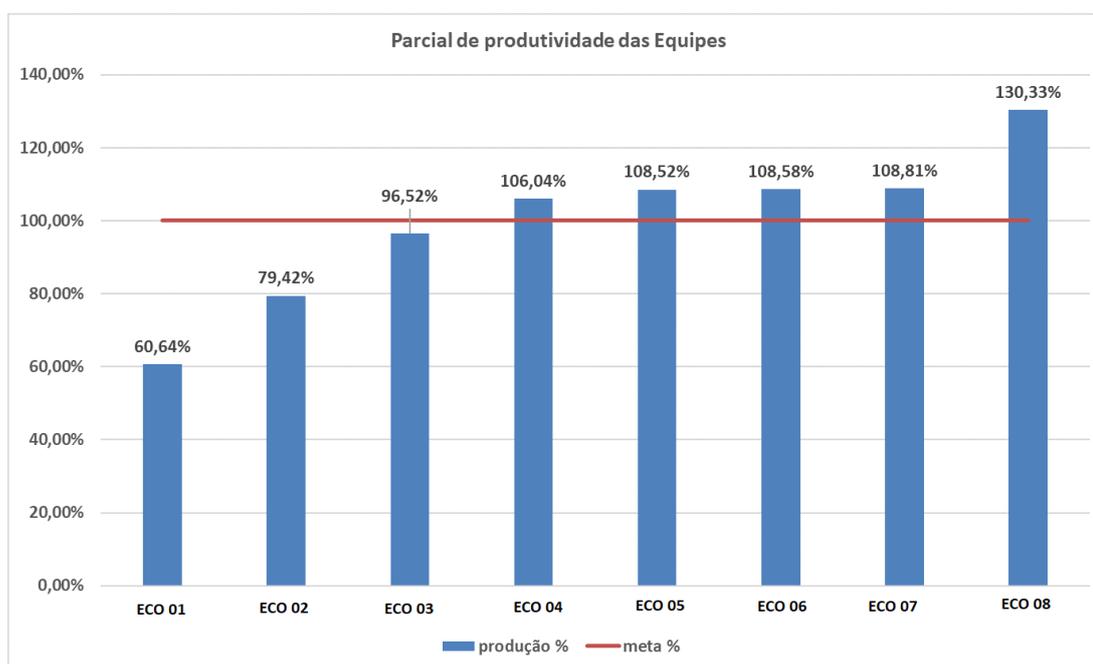
### 4.3 Apoio à gestão

Os gerentes de departamento da Ecoman são responsáveis pela tomada final de decisão, de forma a dar início a planos de ação visando a manutenção ou aumento de produtividade das equipes. Na maioria das vezes, eles se encontram em reuniões com os clientes, ou até a própria diretoria, em busca de soluções dos mais diversos contratemplos relacionado ao setor em que estão à frente. De maneira a facilitar a gestão, o estagiário fica a frente do acompanhamento de produtividade das equipes, utilizando planilhas dinâmicas no *software* computacional *Microsoft Excel*. Números são repassados aos gerentes e supervisores, de modo que possam tomar decisões para que todas as equipes atinjam as metas impostas dentro do ciclo.

Uma medida importante decidida em reunião e adotada no DCMD foi a implementação da divulgação das parciais de produtividade. Após as equipes de campo realizarem uma determinada obra, o encarregado da equipe faz uma medição que consta o que foi

feito. Ao chegar no administrativo, o supervisor valida e libera a medição para dar entrada no sistema, onde é computado o valor a ser pago pela obra realizada e consequente valor em produtividade para equipe. Infelizmente, este processo demanda em média dois dias e promove um atraso em visualizar o quanto foi calculado para o setor. Assim, dada esta dificuldade, se decidiu adotar todas as terças-feiras e sextas-feiras para que os dados estejam os mais atualizados possíveis, e seja divulgada uma parcial de produtividade das equipes. A Figura 24 apresenta uma parcial da produtividade das equipes de construção em um determinado ciclo.

Figura 24 – Divulgação parcial de produtividade das equipes de Construção.

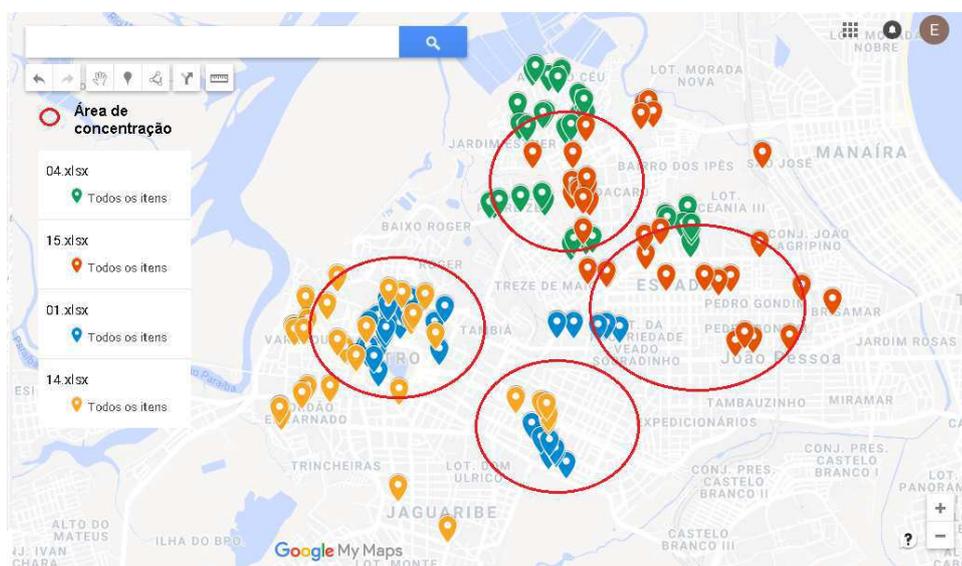


Fonte: O próprio autor.

A partir dos números da Figura 24, parcial divulgada em uma terça ou sexta-feira, o gerente e/ou supervisores podem tomar ações para a mesma semana ou para a semana consecutiva, no qual inserindo a equipe ECO 01, por exemplo, em obras com maior valor agregado, a mesma pode se recuperar em termos de produtividade. Nem sempre é possível realizar uma gestão de obras entre as equipes, por exemplo ECO 01 e ECO 08. Com obras de grande porte, os encarregados, líder das equipes, estudam os projetos e adquirem o conhecimento técnico sobre tudo que será necessário para sua execução. A substituição de equipes implicaria na perda de produtividade para o setor. A produtividade é reflexo dos valores das obras, ou seja, escavações, implantação de postes, lançamento de cabo, instalação de equipamentos, que são revertidos em R\$. Os valores indicados na Figura 24 são proporcionais às quantidades de dias trabalhados e relacionado a meta diária. A meta diária é formulada com base nos custos de manutenção das equipes. Valores em reais (R\$) não foram expostos por se tratarem de informações sigilosas.

Atuando no DESC, o estagiário ficou responsável pela geração de serviço para 16 equipes de corte. Encerrando o mês de outubro abaixo da meta, iniciou-se um estudo para compreender como eram selecionados os serviços de forma a tentar otimizar o processo, pois percebeu-se que uma das causas da baixa produtividade era a quantidade e a distância entre serviços que eram despachados para as equipes. De maneira óbvia, quanto mais próximas as unidades consumidoras (UCs), menos tempo com deslocamento as equipes gastam. A Figura 25 apresenta o mapa com a distribuição de serviços, localização geográfica das UCs, para quatro equipes Ecoman.

Figura 25 – Distribuição geográfica de serviços para equipes de corte DESC.



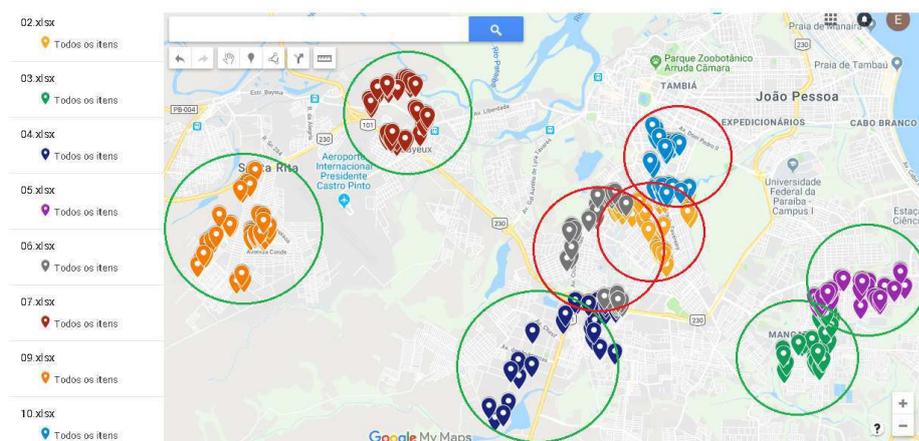
Fonte: O próprio autor.

Aparentemente pode-se perceber que o serviço poderia ser melhor distribuído, evitando que mais de uma equipe se deslocasse pelo mesmo bairro, a exemplo da equipe laranja e azul, conforme a Figura 25. Este padrão foi percebido em outros dias de serviço. Pode-se observar um exemplo de serviços bem distribuídos na Figura 26.

O serviço da Figura 26 está distribuído para oito equipes Ecoman. Após o estudo de rotas e algumas reuniões com o contratante, foi dada a liberdade para Ecoman de escolher as equipes por local de preferência para trabalhar, complementar os serviços até que as equipes saiam com uma média de 40 UCs e ao detectar o cruzamento de equipes poder redistribuir os serviços manualmente da maneira mais eficiente possível. Com isso, e com o apoio diário do gerente e da supervisora do setor, foi possível atingir a meta de todas as 16 equipes de corte no mês de novembro.

A importância do desenvolvimento desta atividade se dá primeiramente pela capacidade de analisar valores e ter a sensibilidade de perceber se algo não está dentro dos resultados esperados. Foi dada a oportunidade do estagiário elaborar e apresentar a reunião mensal de produtividade do setor. Também foi dada autonomia para se relacionar com

Figura 26 – Distribuição geográfica de serviços para equipes de corte DESC.



Fonte: O próprio autor.

os coordenadores e supervisores para que, quando possível, traçar estratégias visando a melhora das equipes. Analisar a produtividade das equipes também melhorou a percepção do estagiário quanto aos tipos de atividades exercidas pela empresa e as suas lucratividades.

## 5 Considerações Finais

No decorrer desta experiência profissional pode-se constatar que o Estágio Integrado se revela como instrumento de suma importância para formação do estudante de engenharia. Tal afirmação é justificada pela oportunidade de usufruir do conhecimento teórico absorvido na graduação para desenvolver com facilidade novas habilidades, forjando autoconfiança para tomada de decisões inerentes à futura profissão.

Durante o período de estágio ficou evidente a prática de disciplinas como Instalações Elétricas, Equipamentos Elétricos, Proteção de Sistemas Elétricos e Materiais Elétricos, para desenvolvimento das atividades técnicas. No que concerne a parte de gestão, verificam-se lacunas curriculares, visto que o relacionamento interpessoal é praticado apenas nas atividades que são desenvolvidas em grupo na universidade. Notou-se também a importância da ferramenta computacional *Microsoft Excel*, indispensável nas atividades desenvolvidas e não abordada como tema durante o período da graduação.

A confiança e autonomia creditada ao estagiário para execução de suas atividades são pontos de destaque neste período de experiência. Com isso, sobreveio o amadurecimento do senso de responsabilidade, visto a relevância da execução de atividades relacionadas diretamente à manutenção do capital da empresa.

Pode-se concluir que o estágio na Ecoman – Engenharia de Construção e Manutenção LTDA foi mais do que satisfatório e imprescindível para uma formação ampla. Vale ressaltar que sem a consistência dos valores da empresa, a experiência não teria sido tão próspera. Um clima distante da competitividade se estabelece no ambiente de trabalho. Os colaboradores trabalham em total sinergia de tal maneira que se percebe o prazer em ajudar e difundir o conhecimento.

Finda-se este ciclo com o sentimento de gratidão pela oportunidade e confiança. De dever cumprido, na convicção de ter bem representado a Universidade Federal de Campina Grande como uma das melhores no Curso de Engenharia Elétrica. De alegria, por ter edificado uma relação de amizade com a empresa e seus colaboradores, dos quais dispõem de notável potencial de crescimento.

## Referências

- ABNT. *NBR 5419-1: Proteção contra descargas atmosféricas (parte 1)*. 2015. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=333548>>. Acesso em: 05.12.2018. Citado na página 23.
- CABLE, Z. *Especificação técnica - Cabo OPGW*. 2016. Disponível em: <[http://www.zttcable.com.br/wp-content/uploads/2016/02/datasheet\\_cabo-OPGW\\_15-48656-\\_13.28mm-12-e-48Fibras-G3A-\\_Portugu%C3%AAs.pdf](http://www.zttcable.com.br/wp-content/uploads/2016/02/datasheet_cabo-OPGW_15-48656-_13.28mm-12-e-48Fibras-G3A-_Portugu%C3%AAs.pdf)>. Acesso em: 16.11.2018. Citado na página 22.
- CEEE. *Estruturas para redes aéreas de distribuição aéreas com cabos cobertos fixados em espaçadores*. 2012. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee>>. Acesso em: 12.11.2018. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- ECOMAN. *Relatório técnico de SPDA*. 2016. Disponível em: <<http://www.ecoman.com.br/>>. Acesso em: 15.11.2018. Citado na página 23.
- ECOMAN. *Projetos - Portfólio/ Serviços*. 2018. Disponível em: <<http://www.ecoman.com.br/#>>. Acesso em: 11.11.2018. Citado na página 14.
- ENERGISA. *Norma de distribuição unificada - NDU 004*. 2017. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/>>. Acesso em: 12.11.2018. Citado 5 vezes nas páginas 18, 19, 20, 21 e 22.
- FONSECA, A. L. A. da. *Projeto de instalações elétricas de redes de distribuição urbanas e rurais*. 20 p. Dissertação (Notas de aula) — Instituto Federal do Mato Grosso, Outubro 2015. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 29.
- MODENA, J.; SUETA, H. *Métodos normalizados para medição de resistência de aterramento*. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/Vinicius%20Almeida/Desktop/UFCG/Relat%C3%B3rio%20de%20Est%C3%A1gio/Ed65\\_fasc\\_aterramentos\\_cap6.pdf](file:///C:/Users/Vinicius%20Almeida/Desktop/UFCG/Relat%C3%B3rio%20de%20Est%C3%A1gio/Ed65_fasc_aterramentos_cap6.pdf)>. Acesso em: 15.11.2018. Citado na página 24.
- TECHNOFIX. *Quadro comparativo de postes*. 2018. Disponível em: <<http://www.technofix.com.br/produtos/comparativo-C27.html>>. Acesso em: 29.11.2018. Citado na página 30.

# Anexos

# Consórcio EPE



## REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CUMPRIMENTO DOS DITAIS NAS OBRAS

EQUIPE: ECO LDCT01    OBRA: 001-18-00265    DATA 09/06/2018



**FOTO 1: Desligar**



**FOTO 2: Impedir**



**FOTO 3: Testar**



**FOTO 4: Aterrizar**



**FOTO 5: Isolar**



**FOTO 6: Sinalizar**

Observações:

Assinatura do Encarregado: \_\_\_\_\_