



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

Jorge Luiz Batista Leal

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

Campina Grande, Paraíba

Julho de 2019

Jorge Luiz Batista Leal

ECOMAN - Engenharia, Construção e Manutenção LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação do Curso 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. Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Campina Grande, Paraíba

Julho de 2019

Jorge Luiz Batista Leal

ECOMAN - Engenharia, Construção e Manutenção LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação do Curso 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 ____ / ____ / ____

Leocarlos Bezerra da Silva Lima
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2019

Dedico este trabalho a minha noiva e minha família, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu sucesso

Agradecimentos

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

Aos meus pais, João de Brito e Lenilda Batista, que não mediram esforços para me proporcionar uma educação de qualidade e me guiar nos caminhos do Senhor.

A todos da minha família que sempre estiveram presentes nas minhas lutas e conquistas, em especial meu irmão Josias Abraão e minha irmã Josislayne Kelly, a eles minha gratidão.

A minha noiva e eterna parceira Erika Delmiro, por ter me consolado nos momentos de tristeza, sempre me apoiando e motivando a não desistir, a ela agradeço os momentos leves e felizes que tornaram essa jornada menos árdua.

A Luzenira Batista, Jedaias Pereira, Lucas Emanuel e Eliete Samara, por acreditar no meu potencial e se dispor a conseguir uma oportunidade de estágio, na qual fui muito feliz e realizado.

Aos meus amigos da feira central de Campina Grande, que acreditaram no meu potencial e acompanharam todos os momentos da graduação, em especial meu grande amigo Delanio que me acolheu no momento de necessidade.

Aos meus amigos de graduação, Raphael Santana, Matheus Braga, Mylena Karla, Joyce Morais, Leonardo Magno, Arthur Felipe, Júlio César, Thiago Henriques, Leonardo Pereira, Anderson Wendel, Samuel Barros, Ariôsto Júnior e Vítor Ramos. Sem vocês não teria conseguido, muito obrigado por todos os momentos compartilhados.

As família que me acolheram em diversos momentos à qual necessitei, em especial Brunno Bergkamp, Gilvan Sales, Marilene Pereira, Bráulio Pereira, Ana Virgínia, Ariôsto Sales, Ariôsto Júnior, Virgiane Melo e Mário Neto.

Ao diretor Fábio Senna pela oportunidade de contribuir para o crescimento da empresa. Ao engenheiro eletricitista Paulo Augusto, grande amigo e parceiro de trabalho que me ajudou durante o período de estágio. Aos amigo da Ecoman, Darwin Sales, Wellington Chaves, Aleksandro Chagas, Jéssica Rangel, Augusto Vieira, Leandro Rodrigues e André Rocha.

*O orgulho do homem o humilha, mas o de espírito humilde obtém honra.
(Provérbios 29:23)*

Resumo

No presente relatório são descritas as atividades realizadas pelo estagiário Jorge Luiz Batista Leal, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, durante o estágio na Ecoman - Engenharia, Construção e Manutenção LTDA no período de 04 de janeiro de 2019 a 04 de julho de 2019. As atividades foram desenvolvidas no Departamento de Medição e Combate a Perdas (DMCP) e no setor da transmissão, sob supervisão dos engenheiros eletricitas André Luiz da Rocha e Paulo Augusto Pessoa de Souza. As principais atribuições designadas ao aluno foram auditorias de serviços, elaboração de apresentações de produtividade, controle de produção diária por meio do *software Microsoft Excel*, gestão de equipes, inspeções de campo e auxílio na construção de linha de transmissão.

Palavras-chave: Ecoman. Transmissão de energia elétrica. Combate a perdas de energia elétrica.

Abstract

On this report, the activities performed by the intern Jorge Luiz Batista Leal, undergraduate in electrical engineering by the Federal University of Campina Grande, are described, during the internship on Ecoman - Engenharia, Construção e Manutenção LTDA in the period from January 4, 2019 until July 4, 2019. The activities were developed in the Measurement and Losses Combat Department (DMCP) and in the transmission sector, under the supervision of the electrical engineers André Luiz da Rocha and Paulo Augusto Pessoa de Souza. The main attributions designated to the student were service audits, elaboration of productivity presentations, daily production control through the Microsoft Excel software, team management, field inspections and transmission line construction assist.

Keywords: Ecoman. Transmission of electricity. Combat electric power losses .

Lista de ilustrações

Figura 1 – Divisão regional da energisa no estado da Paraíba	14
Figura 2 – DDS realizados com as equipes do setor de perdas	15
Figura 3 – Setores Ecoman	16
Figura 4 – Estrutura do DMCP	16
Figura 5 – Caixa padrão na rede (a) Padrão antigo (b) Padrão novo	18
Figura 6 – Clientes clandestinos padronizados	19
Figura 7 – (a) DLCB metálico, obsoleto (b) DLCB plástico, padrão atual	20
Figura 8 – Blindagem de trafo realizada na cidade de Caldas Brandão PB	21
Figura 9 – Blindagem de circuito realizada na cidade de João Pessoa PB	21
Figura 10 – Suspensão de fornecimento cliente grupo "A"	23
Figura 11 – (a) Corte no poste (b) Corte no medidor	23
Figura 12 – SE Gravatá em pleno funcionamento	24
Figura 13 – Traçado LDAT 138 kV AGUA BOA-CANARANA CII	25
Figura 14 – Equipe Ecoman realizando serviços na LDAT 138 kV Várzea Grande- Poconé	26
Figura 15 – Equipe DCMD Ecoman realizando a troca da cruzeta do poste	28
Figura 16 – Transformador de distribuição, terminais primários e secundários	28
Figura 17 – Local de instalação da murfla na blindagem de trafo	29
Figura 18 – Blindagem de transformador sendo executada	30
Figura 19 – Sequência correta para abertura de chave fusível	31
Figura 20 – (a) Corte sendo executado (b) Corte executado	32
Figura 21 – Condutor utilizado na obra	33
Figura 22 – Isolação da área para realização de parte da obra	33
Figura 23 – Troca de cruzeta, isoladores tipo pino e lançamento de condutores na MT	34
Figura 24 – (a) Caixa blindada violada pelo cliente (b) Cliente auto religado	35
Figura 25 – Cliente flagrado executando uma religação	36
Figura 26 – Integração ministrada pela primeira vez aos novos colaboradores	37
Figura 27 – Novo <i>template</i> de apresentação da Ecoman	38
Figura 28 – Escavação de estrutura tipo suspensão	40
Figura 29 – Estrutura tipo ancoragem sendo concretada	41
Figura 30 – Estrutura tipo suspensão recebendo concreto usinado	41
Figura 31 – Estrutura tipo suspensão sendo içada	42
Figura 32 – Equipe fixando estrutura à base	42
Figura 33 – Inspeção sendo realizada com a equipe de montagem	43
Figura 34 – Avanço físico da obra	43

Lista de tabelas

Tabela 1 – Quantidade de inspeções realizadas por departamento	27
Tabela 2 – Descrição das visitas improdutivas DESC em abril de 2019	31
Tabela 3 – Características da LDAT	39

Lista de abreviaturas e siglas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	Baixa Tensão
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CP REDE	Caixa Padrão na Rede
CS	Circuito Simples
DCMD	Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição
DDS	Diálogo Diário de Segurança
DECP	Departamento de Combate a Perdas
DEOP	Departamento de Operações
DESC	Departamento de Serviços Comerciais
DLCB	Dispositivo de Lacre de Compartimento de Borne
DMCP	Departamento de Medição e Combate a Perdas
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPE	ECOMAN/ENGESELT/PRENER
EPI	Equipamento de Proteção Individual
LD	Linha de Distribuição
LDAT	Linha de Distribuição de Alta Tensão
LT	Linha de Transmissão
MT	Média Tensão
NR	Norma Regulamentadora
OPGW	<i>OPTical Ground Wire</i>

OS	Ordem de Serviço
PB	Paraíba
RD	Rede de Distribuição
RDO	Relatório Diário de Obra
RH	Recursos Humanos
SE	Subestação
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
Trafo	Transformador
TST	Técnico de Segurança no Trabalho
UC	Unidade Consumidora

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Organização do Texto	13
2	A EMPRESA	14
2.1	Atividades Executadas pelo DMCP	16
2.1.1	Departamento de Combate a Perdas - DECP	17
2.1.2	Departamento de Serviços Comerciais e Departamento de Operações - DESC e DEOP	22
2.2	Atividades Executadas pelo Setor de Transmissão	24
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
3.1	Inspeções de Campo	27
3.1.1	Blindagem de Transformador	27
3.1.2	Apoio às Equipes nos Cortes de Clientes Grupo A	30
3.1.3	Reforma de Circuito de Distribuição	32
3.2	Auditoria de Serviços Executados	34
3.3	Apoio à Gestão DECP/DESC/DEOP	36
3.4	Acompanhamento da LDAT 138 kV AGUA BOA-CANARANA CII	38
4	CONCLUSÃO	44
	Referências	45

1 Introdução

Este relatório tem como objetivo relatar a experiência de Estágio Integrado do estudante Jorge Luiz Batista Leal, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Ecoman – Engenharia, 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 carga horária mínima de seiscentos e sessenta horas (660) horas é requisito para obtenção do grau de bacharel em engenharia elétrica. Iniciado o referido estágio no dia 04 de janeiro de 2019 e encerrado no dia 04 de julho de 2019, totalizando setecentos e oitenta (780) horas, o discente cumpre as exigências da disciplina Estágio Integrado.

O estágio integrado é uma oportunidade do aluno aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em engenharia e entender como funciona o mercado de trabalho para um profissional da área. Com o referido estágio foi possível adquirir experiências e habilidades que serão aplicadas ao longo da carreira profissional.

Durante o estágio na empresa Ecoman o estagiário tem a oportunidade de conhecer vários setores da empresa, as experiências aqui descritas foram adquiridas por meio do trabalho no Departamento de Medição e Combate a Perdas (DMCP) e no Setor da Transmissão, onde foram executadas diversas atividades que contribuíram para formação moral e profissional do aluno.

1.1 Organização do Texto

Este trabalho encontra-se dividido em 4 capítulos. O primeiro Capítulo é introdutório. Nele são apresentados os objetivos almejados e a estruturação do trabalho.

O Capítulo 2 mostra a divisão setorial da empresa e explica as atividades desenvolvidas pelos setores que o estagiário trabalhou.

No Capítulo 3 são apresentadas algumas das atividades mais importantes desenvolvidas pelo estagiário. O Capítulo 4 é conclusivo, explanando os objetivos alcançados com o trabalho.

2 A Empresa

A Ecoman engenharia foi fundada em 19 de junho de 2000, iniciando seus serviços com construções e manutenções 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, 2018b).

Atualmente a Ecoman participa do consórcio EPE, onde Ecoman, Prener e Engeselt se unem para prestar Serviços a Energisa PB. O consórcio atua na regional Leste, que pode ser visualizada na Figura 1. Essa regional apresenta a maior densidade populacional do estado, sendo a menor região em dimensão, mas onde se concentra a maior quantidade de serviços.

Figura 1 – Divisão regional da energisa no estado da Paraíba



Fonte: (Pinto et al., 2012)

No ano de 2018 a Ecoman foi destaque na segunda edição do Prêmio Parceiro Energisa, que tem como objetivo fomentar a melhoria contínua da gestão e serviços prestados pelos fornecedores da concessionária. A empresa foi vencedora nas categorias Parceiro estratégico Energisa (serviços de distribuição), qualidade de gestão e selo Energisa qualidade da gestão (ECOMAN, 2018a).

A gestão da Ecoman sempre busca alinhar produção e segurança, pois o maior bem da empresa são seus funcionários. O lema adotado é "Segurança, dever de todos, responsabilidade de cada um". Existe na empresa o Serviço Especializado em Engenharia

de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), setor criado com o intuito de orientar os colaboradores e fiscalizar serviços executados e equipamentos utilizados.

O Diálogo Diário de Segurança (DDS) é uma ferramenta utilizada para prevenir acidentes. No DDS são tratados assuntos sobre execução de serviços em campo, boa conduta na realização da atividade, entre outros. Na Figura 2 é possível observar um DDS. Sempre é preciso inovar os temas do DDS, para assim conseguir conscientizar o colaborador da importância de seguir as normas de segurança.

Figura 2 – DDS realizados com as equipes do setor de perdas

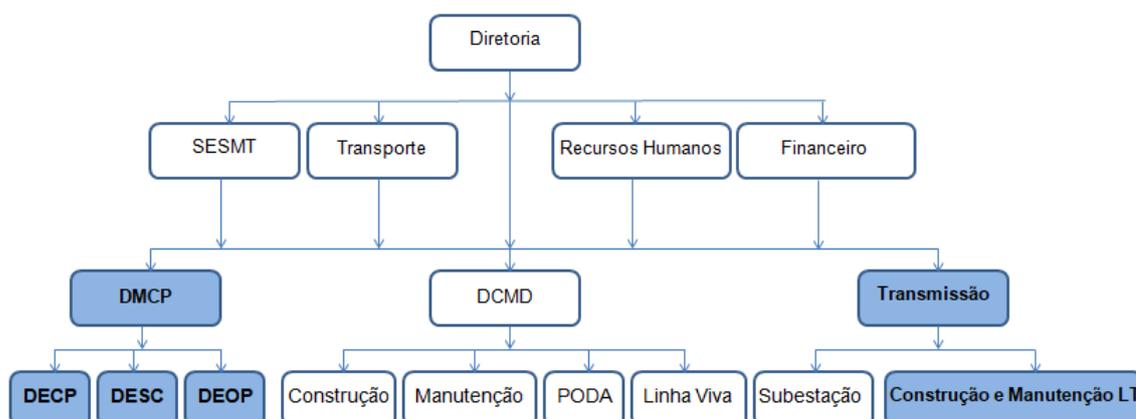


Fonte: O próprio autor

Para coordenar os serviços a Ecoman divide-se em setores. Cada um assume competências para garantir receita à empresa. Na Figura 3 pode-se observar um organograma da empresa, onde são mostrados todos os setores e hierarquia.

O setor de transporte, SESMT, RH e financeiro dão suporte a todos os setores da empresa, garantindo insumos e serviços para que os demais venham a produzir receita. Os setores de produção são o Departamento de Medição e Combate a Perdas (DMCP), Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição (DCMD) e o setor de transmissão. Esses coordenam os colaboradores de campo, programando, fiscalizando e acompanhando todas as atividades realizadas pelas equipes.

Figura 3 – Setores Ecoman



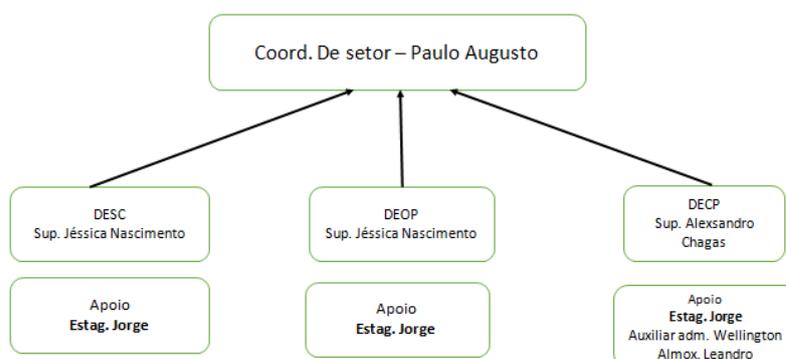
Fonte: O próprio autor

Nas próximas seções serão explicados os serviços executados pelos setores que o estagiário teve oportunidade de participar. Segundo o plano de estágio desenvolvido, o estagiário deve trabalhar em todos os setores da empresa, para que venha a conhecer todo o processo. Devido alguns imprevistos o estagiário só trabalhou em dois setores (destacados na Figura 3), o DMCP e o setor da transmissão.

2.1 Atividades Executadas pelo DMCP

O DMCP é um dos setores da Ecoman que presta serviços apenas ao consórcio EPE, o DMCP pode ser subdividido em três departamentos, o Departamento de Serviços Comerciais (DESC), Departamento de Operações (DEOP) e o Departamento de Combate a Perdas (DECP). Na Figura 4 pode-se observar como o setor é estruturado e a posição assumida pelo estagiário.

Figura 4 – Estrutura do DMCP



Fonte: O próprio autor

Na Figura 4 observa-se que existe um único coordenador para os três departamentos, porém existem supervisores para auxiliar a gestão das equipes. O estagiário trabalhava para os três departamentos, fazendo atividades que serão descritas no Capítulo 3. Nas subseções abaixo serão explicadas as atividades desenvolvidas por cada departamento.

2.1.1 Departamento de Combate a Perdas - DECP

Para entender quais atividades são desempenhadas pelo DECP precisa-se definir o que são e quais os tipos de perdas existentes. De acordo com ANEEL (2019) as perdas referem-se à energia elétrica gerada que passa pelas linhas de transmissão (Rede Básica) e Redes da Distribuição (RD), mas que não chega a ser comercializada, seja por motivos técnicos ou comerciais.

- Perdas Técnicas: Quando existe transformação e/ou transporte de energia, as perdas técnicas são inevitáveis, pois essas estão relacionadas à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (efeito joule), perdas nos núcleos dos transformadores e perdas dielétricas;
- Perdas Comerciais: Energia gerada e distribuída que por algum motivo não foi faturada pela distribuidora. Esse tipo de perda é proveniente de furto, desvio de energia, erro de medição e de faturamento.

O DECP tem como função combater as perdas comerciais, seja proveniente de erros de equipamentos ou fraudes cometidas pelos clientes. A maioria das medidas realizadas pelo DECP são preventivas, ou seja, atitudes são tomadas para evitar que o cliente fraude energia.

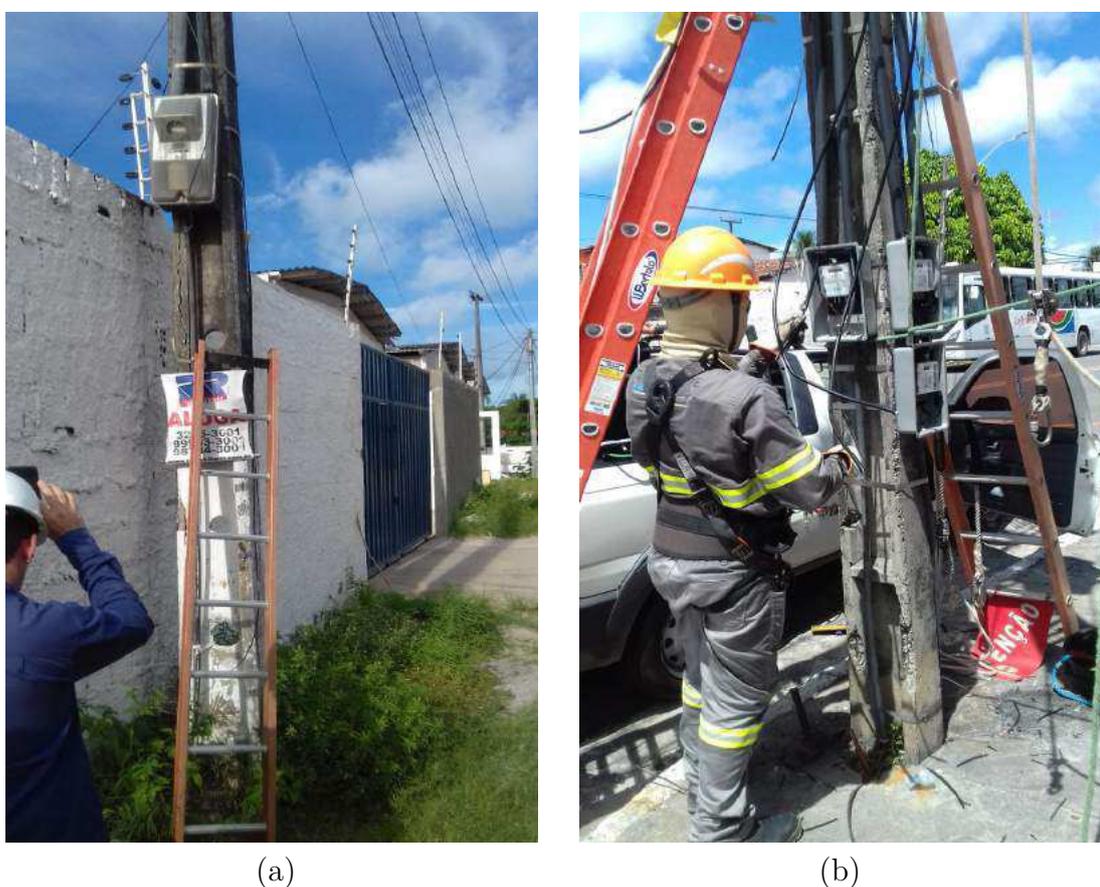
Atualmente o DECP dispõe de 11 equipes, cada uma formada por 2 eletricitas. As equipes realizam serviços na Baixa e Média Tensão (BT e MT) das RD's, sendo as intervenções na MT apenas em casos específicos. O DECP executa 8 medidas de combate e prevenção de perdas, cada uma delas tem aplicações e finalidades diferentes. Abaixo são mostradas as medidas executadas pelo DECP.

- Substituição e adequação da medição;
- Regularização de ligações clandestinas;
- Externalização monofásica;
- Externalização trifásica;
- Irrigante;
- Blindagem de circuito;

- Blindagem de Transformador;
- Dispositivo de Lacre de Compartimento de Borne (DLCB).

Em um mês a medida substituição e adequação da medição é executada em aproximadamente 900 Unidades Consumidoras (UC's). Nessa medida são substituídos medidores eletromecânicos ou digitais que apresentem defeitos ou estejam carbonizados. Outro importante serviço é a regularização de Caixa Padrão na Rede (CP REDE) que são UC's que têm medidor acoplado ao poste da distribuidora. Como a maioria desses padrões são antigos (Figura 5a), se houver defeitos as equipes do DECP substituem esse padrão por outro novo e mais resistente (Figura 5b).

Figura 5 – Caixa padrão na rede (a) Padrão antigo (b) Padrão novo



Fonte: O próprio autor

A medida irrigante é similar à substituição e adequação da medição. A única diferença é que os medidores de clientes rurais (irrigantes) têm tarifas diferenciadas de acordo com as horas do dia. As externalizações monofásicas e trifásicas acontecem quando o cliente tem o medidor dentro da residência (medição interna). Isso impossibilita a leitura do medidor fazendo com que o cliente seja faturado pela média do consumo. Após 3 meses

de faturamento pela média o cliente é faturado pelo consumo mínimo, gerando perda administrativa para a distribuidora. Quando essa situação acontece as equipes do DECP externalizam o medidor para possibilitar leitura.

A medida clandestino tem como objetivo regularizar e padronizar as ligações irregulares. Clandestinos são clientes que se conectam à rede sem permissão prévia da distribuidora. Como a energia consumida não está conectada a medição gera perdas comerciais. A Figura 6 mostra um cliente clandestino regularizado.

Figura 6 – Clientes clandestinos padronizados

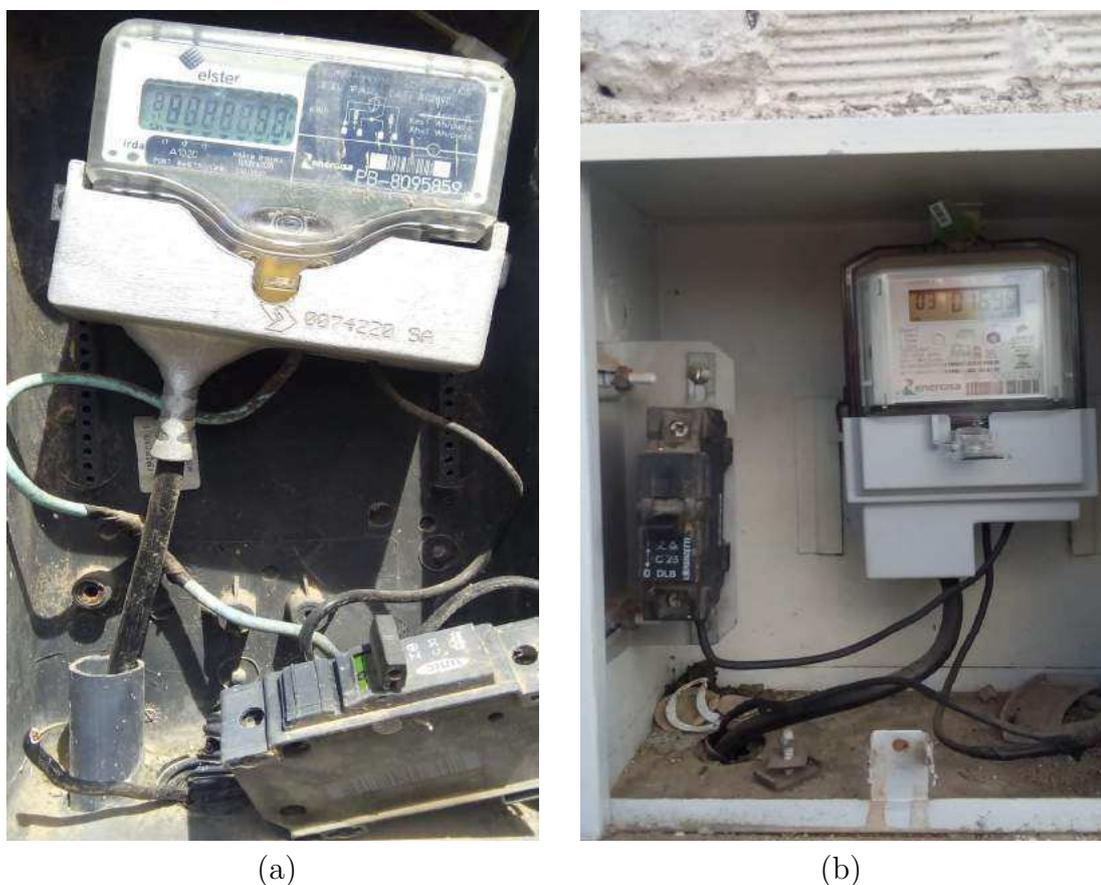


Fonte: O próprio autor

A melhor forma de prevenir perdas comerciais é não deixar que o cliente tenha acesso a energia não medida. Para isso existem as medidas de DLCB, Blindagem de circuito e trafo. O DLCB (pode ser visto na Figura 7) é uma peça plástica ou metálica fixada nos bornes do medidor, evita acesso aos terminais e previne ligações irregulares (conhecidas popularmente como gatos). Os cabos instalados são concêntricos (fase e neutro no mesmo

condutor), dificultando ainda mais o acesso à energia não medida.

Figura 7 – (a) DLCB metálico, obsoleto (b) DLCB plástico, padrão atual



Fonte: O próprio autor

A blindagem de trafo é uma medida de prevenção. A distribuidora solicita às equipes do DECP que seja blindada todas as partes energizadas que estejam antes da medição, ou seja, deve-se blindar o secundário do trafo, a descida dos condutores até a chegada ao medidor (para melhor entendimento a Figura 8 mostra a situação descrita). A Energisa PB prioriza blindar transformadores em áreas rurais ou clientes urbanos que apresentem históricos de furto de energia.

A blindagem de circuito é extremamente eficaz se aplicada em conjunto com o DLCB. A blindagem é realizada na BT da RD (a configuração da BT deve ser com cabo multiplex) que é envolta com uma manta isolante, evitando que clientes venham a ligar um ramal do poste até sua residência. Essa medida em conjunto com DLCB tem objetivo de evitar que o cliente furete energia em qualquer ponto entre a BT e a medição.

Depois de blindado o circuito, apenas um caminhão com escada central consegue conectar um novo ramal de serviço. Pode-se observar na Figura 9 uma blindagem realizada

na cidade de João Pessoa.

Figura 8 – Blindagem de trafo realizada na cidade de Caldas Brandão PB



Fonte: O próprio autor

Figura 9 – Blindagem de circuito realizada na cidade de João Pessoa PB



Fonte: O próprio autor

2.1.2 Departamento de Serviços Comerciais e Departamento de Operações - DESC e DEOP

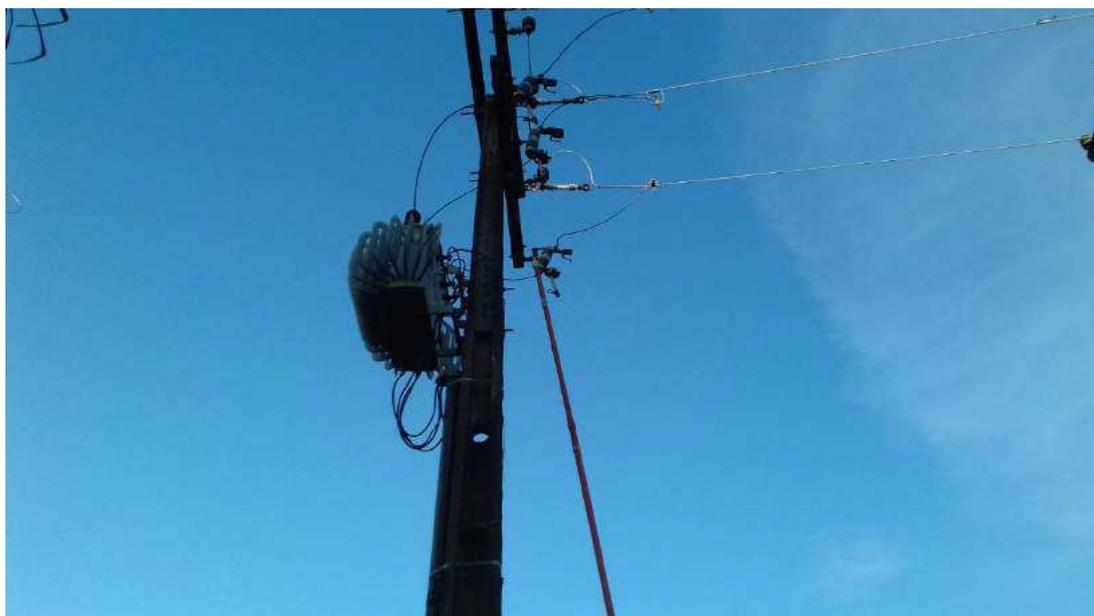
Os dois departamentos trabalham em conjunto, pois o serviço executado pelo DESC gera demanda para o DEOP. Fica a cargo do DESC realizar a suspensão do fornecimento de energia de clientes inadimplentes, sejam eles atendidos na MT (cliente Grupo A) ou na BT (cliente Grupo B).

O DESC trabalha com 16 equipes de 2 colaboradores, presta serviços apenas ao consórcio EPE e realiza em média 8725 cortes de energia por mês. Todos os colaboradores são eletricitas com cursos de NR-10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade) e NR-35 (Trabalho em altura). Existem cinco modalidades de cortes que são executados pelas equipes DESC.

- Corte no poste: É a prioridade do setor, visto que esse tipo de corte dificulta a auto religação. Para execução do serviço basta identificar o ramal do cliente e seccionar a fase, suspendendo assim o fornecimento de energia. Para realizar essa atividade o colaborador deve ter curso de NR-35 válido;
- Corte no medidor: Realizado sempre que não é possível o corte no poste, como por exemplo, em quadro coletivo, ramal agrupado, rede blindada, subterrânea ou poste oferecendo risco;
- Corte no disjuntor: Realizado caso não seja possível cortar no poste ou medidor. Um corte não deve ser realizado no medidor caso o mesmo tenha DLCB, pois o dispositivo não permite acesso aos bornes;
- Corte severo: Caso o cliente tenha o fornecimento de energia suspenso e realizar auto religação, as equipes DESC tem autonomia para retirar o medidor e o ramal da UC;
- Corte Grupo "A": Clientes atendidos na MT tem transformador para atender única e exclusivamente sua demanda. Para a equipe realizar esse corte é necessário uma vara de manobra (equipamento utilizado para seccionar chave fusível). Essa situação é mostrada na Figura 10.

O DEOP possui 5 equipes de 2 colaboradores, tem como função realizar a ligação dos clientes "cortados". O prazo máximo para religação é de 24 horas após o pagamento das faturas. As equipes do DEOP estão preparadas para realizar a religação de qualquer cliente, independente de qual modalidade de corte tenha sido executada pelas equipes DESC. Por mês são executados em média 2300 religações.

Figura 10 – Suspensão de fornecimento cliente grupo "A"



Fonte: O próprio autor

Figura 11 – (a) Corte no poste (b) Corte no medidor



(a)



(b)

Fonte: O próprio autor

Na Figura 11a pode-se observar um corte realizado no poste, na Figura 11b e o corte foi executado no medidor. Nos dois casos é seccionado apenas a fase, no caso do medidor é seccionada a fase da carga, permanecendo o medidor ainda energizado.

2.2 Atividades Executadas pelo Setor de Transmissão

O setor de transmissão é dividido em dois departamentos e presta serviços a diversos clientes em todo Brasil. O primeiro departamento é responsável pela construção e manutenção de subestação (SE), realizando serviços como instalação e manutenção de equipamentos como chave faca, religadores, disjuntores, transformadores de potencial (TP) e transformadores de correntes (TC). A maioria dos serviços executados são em SE de distribuição da Energisa PB com nível de tensão 69/13,8 kV.

Um serviço de destaque e excelência executado por esse departamento foi a reconstrução total da SE Gravatá em apenas uma semana, essa SE pertence à Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e fica localizada na cidade de Queimadas. A SE é responsável por alimentar as máquinas que bombeiam água para a cidade de Campina Grande. No dia 15 de março de 2019 ocorreu um incêndio na SE, ocasionando a avaria de praticamente toda unidade. A Ecoman disponibilizou todos os profissionais do Departamento de Subestação para realizar a reconstrução. Na Figura 12 é possível observar a SE em funcionamento.

Figura 12 – SE Gravatá em pleno funcionamento

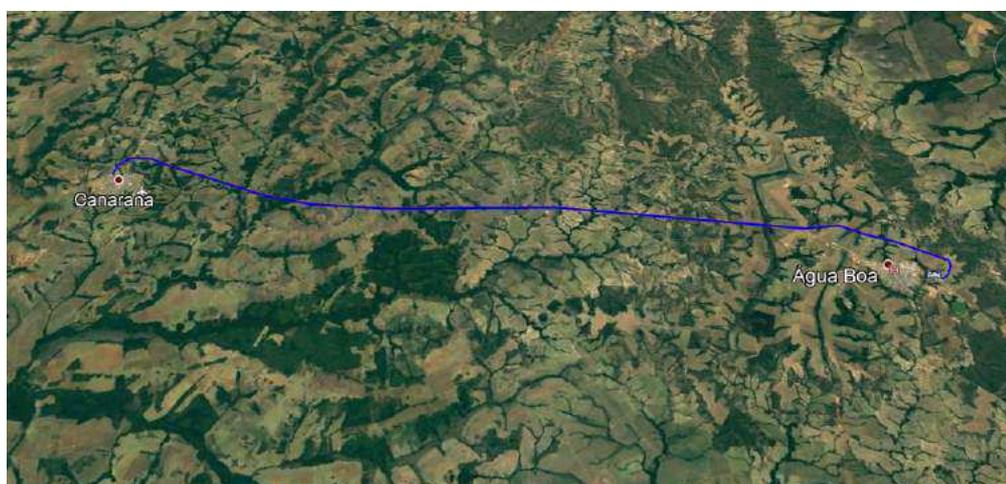


Fonte: O próprio autor

O segundo departamento do setor de transmissão é responsável pela construção e manutenção de Linha de Transmissão (LT) e Linha de Distribuição de Alta Tensão (LDTA). Presta serviço em todo o território nacional construindo linhas em diversos níveis de tensão.

Atualmente todos os membros desse departamento estão alocados na cidade de Canarana, construindo uma LDTA que interliga as cidades de Canarana e Água Boa, ambas localizadas no estado do Mato Grosso (o traçado da linha pode ser observado na Figura 13). A linha tem extensão de 64,9 km, o trecho contém 209 estruturas, sendo 29 postes de concreto e 180 estruturas metálicas. O empreendimento é denominado LDAT 138 kV AGUA BOA-CANARANA CII.

Figura 13 – Traçado LDAT 138 kV AGUA BOA-CANARANA CII



Fonte: O próprio autor

O Departamento de Construção e Manutenção da Transmissão já executou diversas obras, tendo como principais clientes a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), Energisa PB e Energisa Mato Grosso. Algumas obras realizadas estão listadas abaixo.

- Remanejamento da LT 230 kV Camaçari/ Pituagu – SE (Cliente: CHESF);
- Construção de 14 km da LT 230 kV Sobral II/ Sobral III – CE, circuito duplo em estruturas autoportantes. (Cliente: CHESF);
- Remanejamento de 5 LTs 230 kV da SE Recife II. (Cliente: CHESF);
- Recuperação do trecho danificado da LT 500 kV Sobral III/ Fortaleza I. (Cliente: CHESF);
- Construção de 32 km da LT 230 kV Fortaleza II/ Pici – CE, com circuito duplo em estruturas metálicas e de concreto. (Cliente: CHESF);

- Montagem eletromecânica de 169 km da LT 230 kV Banabuiú/ Mossoró – RN. (Cliente: CHESF);
- Instalação 32 km de cabos para-raios tipo OPGW na LT 230 kV Recife II/ Mirueira – PE. (Cliente: CHESF);
- Reforma da LT 230 kV Bom Nome/ Milagres com lançamentos de 85 km de cabo para-raio e instalação do sistema de aterramento. (Cliente: CHESF);
- Reforma com tratamento anticorrosivo na LTs Angelin/ Recife II. (Cliente: CHESF);
- Construção da LDAT 69 kV Cruz do Peixe/Bessa em circuito duplo, padrão urbano com 17 km. (Cliente: Energisa PB);
- Construção da LDAT 69 kV Pilões/Bananeiras/Dona Inês, com 35 km. (Cliente: Energisa PB);
- Reforma na LDAT 138 kV Várzea Grande/Poconé. (Cliente: Energisa Mato Grosso).
A Figura 14 apresenta parte da obra sendo executada.

Figura 14 – Equipe Ecoman realizando serviços na LDAT 138 kV Várzea Grande-Poconé



Fonte: (ECOMAN, 2019)

3 Atividades Desenvolvidas

Este capítulo aborda as principais atividades desenvolvidas pelo aluno no período de estágio, as quais envolveram inspeções de campo, auditorias de serviços executados, apoio à gestão e acompanhamento da obra LDAT 138 kV Água Boa-Canarana CII.

3.1 Inspeções de Campo

O objetivo de uma inspeção de campo é verificar se os colaboradores estão realizando os serviços da maneira correta, seguindo procedimentos de segurança e as normas internas da empresa. Durante o período de estágio o aluno realizou 44 inspeções de campo em 10 cidades diferentes. Essas foram fundamentais para entender o serviço de distribuição e combate a perdas. A Tabela 1 detalha as inspeções de campo realizadas, dividindo-as por departamento.

Tabela 1 – Quantidade de inspeções realizadas por departamento

Departamentos	Qtd de Inspeções
DECP	19
DESC	19
DEOP	3
DCMD	3
Total	44

O próprio autor

A seguir são detalhadas 3 situações onde foram realizadas inspeções de campo nas equipes DECP, DESC e DCMD.

3.1.1 Blindagem de Transformador

No dia 15 de fevereiro de 2019 na cidade do Conde-PB estava programada uma blindagem de trafo, serviço de difícil execução realizado por apenas uma equipe do DECP. Foi de grande importância para o aluno acompanhar o trabalho da equipe, pois foi possível identificar as dificuldades do serviço em campo. Ao longo da inspeção o estagiário também identificou a necessidade de adquirir algumas ferramentas para facilitar o trabalho da equipe. Na oportunidade fui acompanhado do coordenador de setor e do supervisor do DECP. Esses responderam todas as dúvidas do estagiário, tornando a inspeção mais produtiva.

Antes da equipe realizar a blindagem do trafo, foi solicitado que uma equipe do DCMD fosse ao local trocar a cruzeta do poste e montar uma malha de aterramento. Para o aterramento foram utilizadas três hastes ligadas em paralelo e posicionadas em linha. Esse serviço pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Equipe DCMD Ecoman realizando a troca da cruzeta do poste



Fonte: O próprio autor

A primeira parte da medida é blindar o secundário do trafo, no transformador de distribuição mostrado na Figura 16 esses terminais são identificados como "X0", "X1", "X2" e "X3".

Figura 16 – Transformador de distribuição, terminais primários e secundários



Fonte: O próprio autor

Para blindar o secundário do transformador utilizou uma murfla. Essa foi acoplada à tampa do trafo. Depois de colocada é extremamente difícil violar essa murfla, dificultando assim que clientes mal intencionados tenham acesso ao secundário do trafo para furtar energia. Na Figura 17 podemos ver onde a murfla deve ser instalada, cabe ao eletricitista que realiza a atividade adaptá-la para os diversos tipos de transformador. Na parte inferior da murfla o eletricitista deve furar para conectar o eletroduto de aço galvanizado. Esse serve de descida para os condutores até a medição.

Figura 17 – Local de instalação da murfla na blindagem de trafo

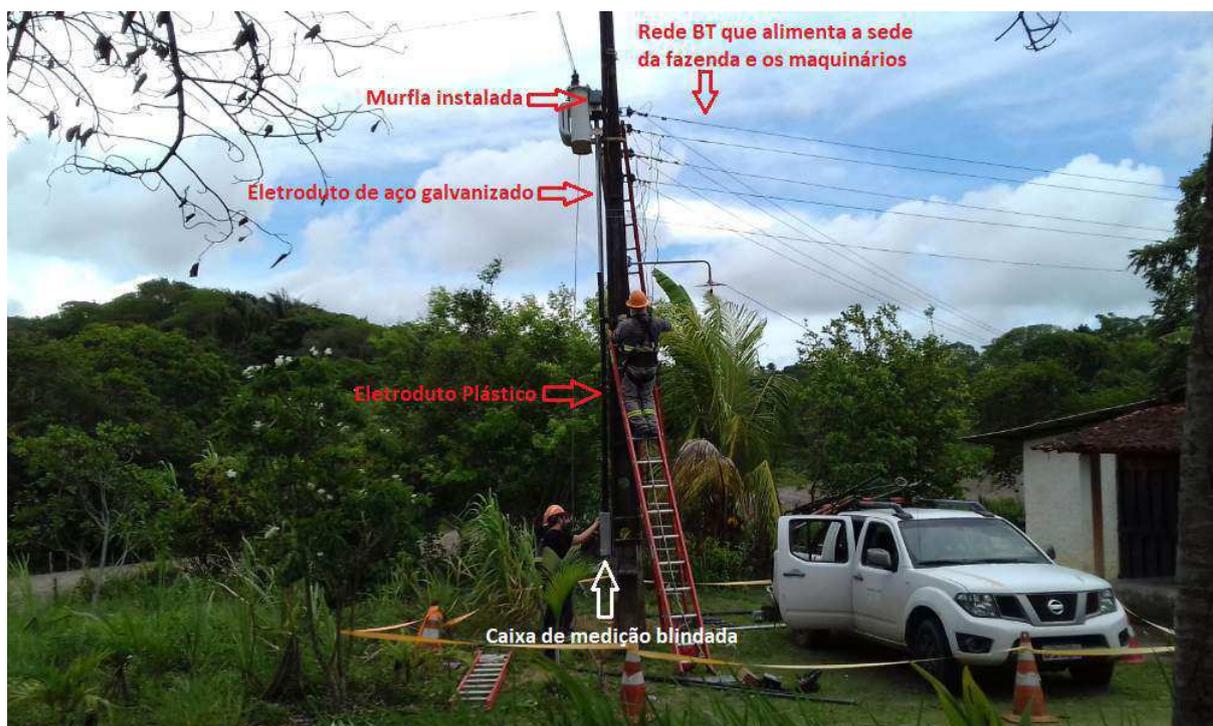


Fonte: O próprio autor

O eletroduto de aço galvanizado está entre a murfla e a caixa de medição (condutores com energia ainda não medida), um outro eletroduto plástico é instalado da caixa de medição até a BT (condutores com energia medida). Esse transformador alimenta apenas uma UC. Por isso a rede BT criada já apresenta energia medida.

Na Figura 18 podemos perceber o eletroduto de aço já instalado na murfla e fixo ao poste e a equipe fixando o eletroduto plástico. Após o serviço finalizado os condutores de saída do medidor passam pelo eletroduto plástico e se conectam a rede BT.

Figura 18 – Blindagem de transformador sendo executada



Fonte: O próprio autor

3.1.2 Apoio às Equipes nos Cortes de Clientes Grupo A

Clientes do grupo A são atendidos na média tensão. Nesse tipo de corte a chave fusível deve ser aberta para suspender o fornecimento de energia. Como as equipes do DESC não tem disponível vara de manobra na viatura, ficou a cargo do estagiário levar sempre que um corte desse tipo fosse solicitado pela Energisa-PB. Junto com a vara de manobra foi levada uma luva de isolamento para média tensão. A função do estagiário nesse tipo de serviço era abordar o cliente e depois orientar a equipe sobre a forma correta de execução do corte.

Após a equipe se alocar no local de execução do corte (feito no *smartphone* disponibilizado pela Energisa) uma Ordem de Serviço (OS) foi aberta. Após isso a equipe tem 5 minutos para finaliza-la, seja executando o corte ou impedindo o serviço. As equipes Ecoman tem o direito de impedir qualquer serviço, desde que apresente argumentos para tal. A Tabela 2 mostra a quantidade de visitas improdutivas referentes a abril de 2019.

Um ponto de aprendizado com essa atividade foi aprender qual sequência correta para abertura das chaves fusíveis, a correta abertura evita o aparecimento de arco elétrico. Ao acompanhar os cortes Grupo "A" sempre orientava os eletricitistas para executar o serviço da forma correta. Para execução desse tipo de corte sempre que possível retira-se a carga (desligando o disjuntor geral). Essa medida é de extrema importância, pois as chaves são

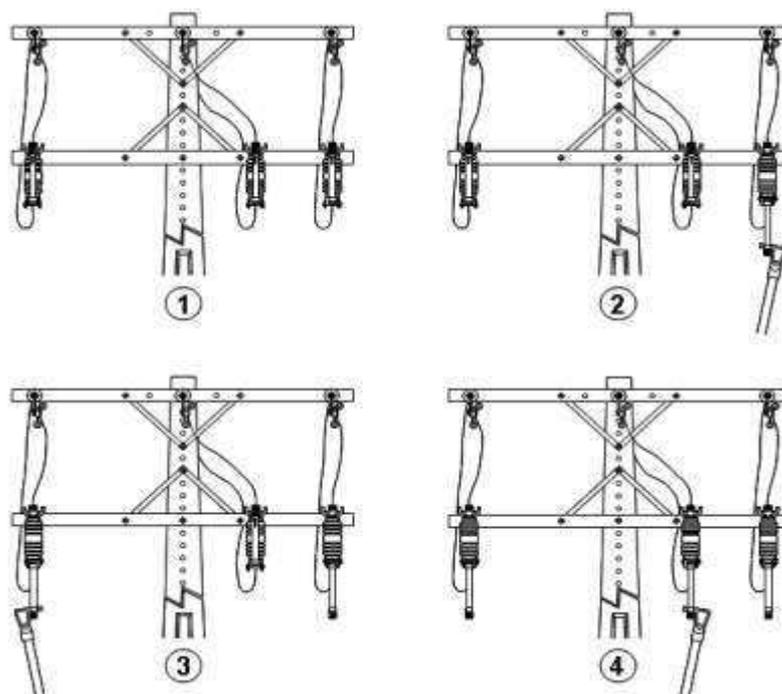
abertas sem carga no trafo, reduzindo ainda mais o risco de arco elétrico.

Tabela 2 – Descrição das visitas improdutivas DESC em abril de 2019

Motivo do Impedimento	Quantidade
Cliente não autorizou	236
Contas pagas	225
Sem acesso a medição	176
Não localizado	115
Oferecendo risco	51
Área de risco - Comunidades	31
UC Desligada	28
Sem medidor no local	6
Telemetria	2
Total Geral	870

O próprio autor

Figura 19 – Sequência correta para abertura de chave fusível



Fonte: (COPEL, 2017)

Estando as três chaves fechadas, deve-se abrir primeiro a mais próxima do meio, abrir a mais afastada da do meio e por último a do meio (COPEL, 2017). O procedimento descrito é apresentado na Figura 19. Essa sequência pode ser alterada dadas condições como vento lateral, uma ou mais fases já estejam abertas e se a distância entre as chaves forem iguais. Na Figura 20 pode-se observar 2 cortes executados.

Figura 20 – (a) Corte sendo executado (b) Corte executado



Fonte: O próprio autor

3.1.3 Reforma de Circuito de Distribuição

Acompanhado dos Técnicos de Segurança no Trabalho (TST) da Ecoman o estagiário teve a oportunidade de acompanhar uma obra do Departamento de Construção e Manutenção da Distribuição (DCMD). Esta estava sendo executada na cidade de João Pessoa, no bairro Ernani Sátiro. Ao acompanhar a execução por diversas vezes os colaboradores e encarregados foram questionados a fim de entender o serviço que estava sendo realizado e os procedimentos adotados pelas equipes para realizar a obra.

A obra executada consistia na substituição dos condutores da rede primária (13,8 kV), substituição de algumas cruzetas que estavam danificadas e de isoladores tipo pino (Figuras 22 e 23). Ao questionar o encarregado sobre os procedimentos adotados, o mesmo me repassou que antes da realização da obra foram abertos todos os elos fusíveis dos transformadores, assim isolando o trecho no qual os colaboradores estavam trabalhando. Após a conclusão da obra, o trecho seria energizado sem carga. Posteriormente os elos fusíveis seriam fechados, fazendo assim com que os transformadores voltassem a alimentar a carga.

Para mensurar a quantidade de corrente que passava naquele alimentador, procurei identificar o condutor que estava sendo utilizado, por meio dele é possível identificar a máxima quantidade de condução de corrente. O condutor utilizado na obra (Figura 21) era de alumínio nu com alma de aço ACSR (CAA) SPARROW 1C x 2 AWG. Pesquisando o catálogo do fabricante, pode-se identificar que o condutor tem seção transversal de aproximadamente 33 mm^2 e tem como capacidade de condução de corrente 175 A.

Figura 21 – Condutor utilizado na obra



Fonte: O próprio autor

Figura 22 – Isolação da área para realização de parte da obra



Fonte: O próprio autor

Ao final da inspeção elogiei os colaboradores pelo excelente trabalho realizado, pois nota-se o cuidado deles com os procedimentos de segurança e também o uso constante do Equipamento de Proteção Individual (EPI). Mesmo o alimentador desenergizado e aterrado, os colaboradores sempre utilizavam os equipamentos de segurança. A informação do condutor utilizado na obra foi de grande valia, pois na graduação muitas vezes não se tem noção da ordem das grandezas dos assuntos estudados. Por muitas vezes estudamos alimentadores de distribuição, fazemos cálculos de quedas de tensão e perdas, mas usamos valores fictícios.

Figura 23 – Troca de cruzeta, isoladores tipo pino e lançamento de condutores na MT



Fonte: O próprio autor

3.2 Auditoria de Serviços Executados

Um das atividades dadas ao estagiário no período em que estava no DMCP era auditar de serviços do DESC. Uma auditoria tem como objetivo averiguar se uma atividade ou serviço foi executado de acordo com o planejado. As auditorias são necessárias para verificar se as equipes estão executando todos os cortes que indicam no sistema.

As auditorias devem ser feitas o mais próximo possível do serviço executado. Como já dito nesse trabalho, se o cliente tiver suspenso o fornecimento de energia e efetuar o pagamento das faturas em atraso, a Energisa tem um prazo máximo de 24 horas para religar essa UC. Então as auditorias devem ser feitas no mesmo dia que os cortes foram executados, pra não correr risco da UC já ter o fornecimento restabelecido.

Em uma das auditorias realizadas os cortes haviam sido executados na manhã

do dia 17 de abril, a auditoria foi feita por volta das 16 horas do mesmo dia e diversas residências já se encontravam auto religadas. Situação observada na Figura 24.

Figura 24 – (a) Caixa blindada violada pelo cliente (b) Cliente auto religado



Fonte: O próprio autor

Caso os colaboradores tenham indicado no sistema Energisa corte em uma UC e ao realizar a auditoria o cliente está ligado, devem-se verificar alguns fatores.

- Se alguma equipe já foi a UC realizar religação;
- Se o cliente tem histórico de auto religação;
- No caso de corte no medidor/disjuntor observar se o cobre da conexão está novo ou oxidado. Caso o corte tenha sido feito pela equipe DESC o cliente teve de desencapar o condutor para se auto religar, logo o cobre da conexão estará novo;
- No caso de corte no poste verificar visualmente a conexão do ramal na rede, pra encontrar evidências de auto religação ou serviço não executado.

Em uma UC auditorada o cliente foi flagrado fazendo auto religação. Esse procedimento se caracteriza como furto de energia, uma vez que o cliente está desligado no

sistema e ligado fisicamente. Na Figura 25 é possível observar o risco que o cliente está correndo ao fazer a religação por conta própria.

Figura 25 – Cliente flagrado executando uma religação



Fonte: O próprio autor

3.3 Apoio à Gestão DECP/DESC/DEOP

O DMCP sempre contrata novos colaboradores. O estagiário e o coordenador julgaram necessária a realização de uma integração com os recém contratados. Na oportunidade eles conhecem a estrutura interna do departamento e as atividades que vão desempenhar.

O objetivo principal da integração é orientar os colaboradores a não cometer erros na execução das suas atividades, pois na apresentação foram expostos os principais erros cometidos pelas equipes e os colaboradores foram orientados a não cometer essas falhas. Muitos desses erros são constantes entre as equipes e foi necessária essa troca de informações para os novos colaboradores não aprenderem os procedimentos errados com os mais experientes.

Figura 26 – Integração ministrada pela primeira vez aos novos colaboradores



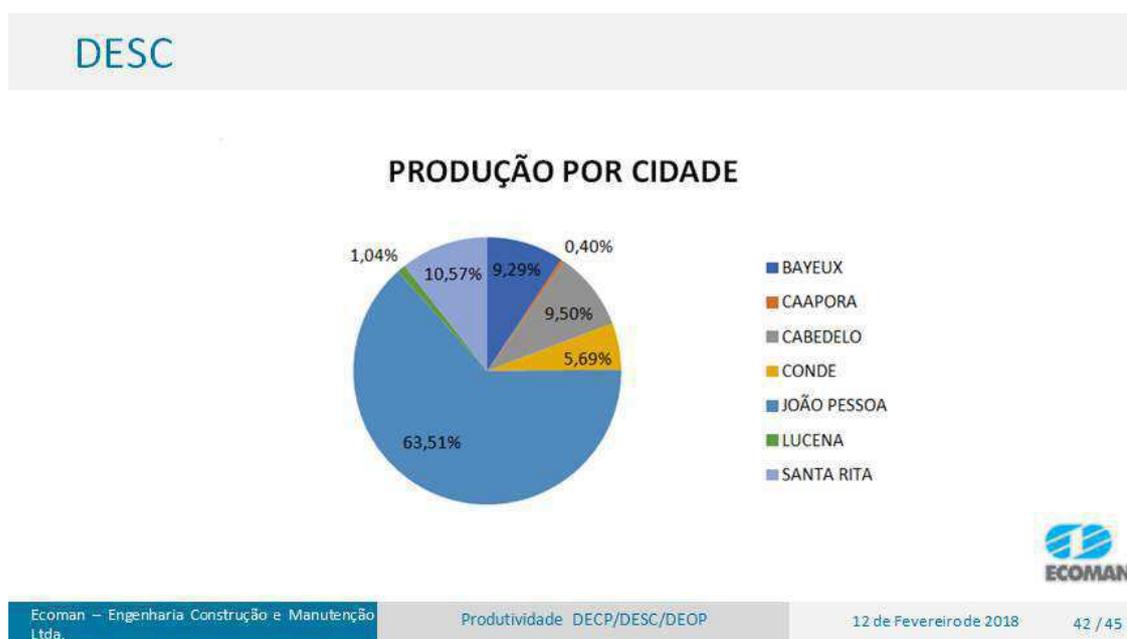
Fonte: O próprio autor

A Figura 26 mostra a parte final da integração que contou com a presença do TST reforçando a importância de seguir corretamente os procedimentos. O TST também orientou os novos colaboradores a fazer a inspeção diária do EPI e EPC, pois os mesmos devem estar sempre em perfeitas condições.

Outra atividade de apoio à gestão e responsabilidade do estagiário era o controle diário dos serviços executados. Essa atividade é de extrema importância para o setor, pois possibilita verificar diariamente os valores produzidos e as equipes de destaque.

Todo mês era solicitado ao estagiário elaborar a apresentação de produtividade do setor. A primeira apresentação elaborada foi referente a janeiro de 2019, onde o antigo *template* da Ecoman foi modificado por um que disponibiliza mais informações para quem está acompanhando a apresentação. O novo *template* é mostrado na Figura 27.

Para a apresentação foram criados novos indicadores para facilitar o entendimento de alguns dados e por meio desses buscar soluções para maximizar a produção das equipes e minimizar os custos da Ecoman. Um dos indicadores novos na apresentação foi produção por cidade, que indica o quanto em média a equipe se desloca da base até o local da realização do serviço.

Figura 27 – Novo *template* de apresentação da Ecoman

Fonte: O próprio autor

Para todas as atividades de apoio à gestão foram utilizados programas do Pacote *Office*. Esses são de extrema importância para o mercado de trabalho, pois são amplamente usados para gerir, controlar e apresentar dados.

3.4 Acompanhamento da LDAT 138 kV AGUA BOA-CANARANA CII

A Linha de Distribuição de Alta Tensão (LDAT) 138 kV ÁGUA BOA - CANARANA CII, tem como ponto de saída de corrente a SE Água Boa no município de Água Boa - Mato Grosso, e percorrerá uma extensão de 64,90 km em áreas rurais e urbanas com circuito simples (CS), até chegar na SE Canarana, no município de Canarana - Mato Grosso.

A LDAT será construída utilizando estruturas metálicas e de concreto para operação em 138 kV e circuito simples com disposição triangular (rural) e vertical (urbana). A Tabela 3 apresenta as características construtivas da obra.

Para entender melhor as atividades descritas são necessários alguns conceitos sobre as estruturas descritas na Tabela 3. A estrutura de suspensão é projetada para suportar o peso da cadeia de isoladores, dos cabos e das suas ferragens, esse tipo de estrutura é mais leve e geralmente utilizada quando o trecho não apresenta ângulo ou mudança de sentido.

As estruturas de ancoragem suportam mais esforços que as de suspensão, são empregadas nas estruturas terminais da linha e em locais de ângulo e mudança de sentido.

Tabela 3 – Características da LDAT

Tensão Nominal:	138 kV	
Frequência:	60 Hz	
Nº de Circuitos Trifásicos:	1	
Cabo Condutor:	CAA 336,4 MCM – LINNET	
Cabo Para-raios:	5/16”	
Isoladores - Ancoragem	Tipo	Cadeias
	Polimérico 120kN	1 Isolador Polimérico
Isoladores - Suspensão	Tipo	Cadeias
	Polimérico 120kN	1 Isolador Polimérico
Estruturas	Metálica (RURAL)	Tipo
	MKSS2	SUSPENSÃO
	MKSS3	SUSPENSÃO
	MKSA1	ANCORAGEM
	MKST1	ANCORAGEM/TERMINAL
	MKSZ1	ANCORAGEM/TERMINAL
	Concreto (URBANO)	Tipo
	ASCSU	ANCORAGEM
	TSCU	ANCORAGEM
	SSCBU	SUSPENSÃO

Fonte: O próprio autor

Durante a obra o estagiário tem por obrigação elaborar Relatório Diário de Obra (RDO), acompanhar execução de serviços, planejar/programar atividades e gerenciar equipes. Com o desenvolvimento dessas atividades é possível executar a obra com excelência e nos prazos estabelecidos.

O RDO é um documento elaborado pelo estagiário e que deve ser enviado diariamente para o coordenador da obra (funcionário da Energisa Mato Grosso). Nesse documento são descritas as atividades realizadas, as condições climáticas, horário de trabalho, pontos que prejudicaram execução dos serviços e registros fotográficos do empreendimento.

Durante o expediente de trabalho o estagiário tem total liberdade para acompanhar/fiscalizar qualquer frente de serviço. Atualmente a obra conta com 60 funcionários e 6 frentes de serviços que são detalhadas abaixo.

- Escavação: O empreendimento dispõe de 2 equipes de escavação, essas tem 4 colaboradores cada e utilizam retroescavadeiras para perfurar a base da torre. Nessa obra o projeto prevê escavações de 5 e 6 metros de profundidade;
- Montagem: Essa frente de serviço é responsável pela montagem, revisão e içamento das estruturas metálicas. As estruturas são montadas e revisadas no solo, só após

essas etapas as torres são içadas. Para realizar essa atividade são necessários 10 colaboradores;

- **Locação:** Uma das etapas mais importantes da obra é locação das estruturas, pois o alinhamento projetado deve ser cumprido. Para realizar essa atividade é necessária presença de um topógrafo e 6 ajudantes, que locam a base da estrutura, medem o tamanho do vão e garantem o alinhamento das estruturas;
- **SPDA:** Equipe de 5 colaboradores que fica responsável pela instalação do aterramento das estruturas (cabo contra-peso) e compactação do solo escavado;
- **Concreto:** Essa equipe instala a base da estrutura (Stub) e maneja o concreto usinado que é despejado na fundação, essa frente de serviço conta com 5 colaboradores;
- **Ferragens:** Responsável pelo corte, dobra e armação das ferragens que compõem a fundação. Também fica a cargo dessa frente de serviço distribuição dessas ferragens em campo. Essa equipe é composta por 8 colaboradores.

Figura 28 – Escavação de estrutura tipo suspensão



Fonte: O próprio autor

As equipes de escavações conseguem produzir em média 4 cavas por dia, pois muitas vezes o solo contém pedras ou água, o que atrapalha a produtividade. Estruturas metálicas de suspensão (MKSS0, MKSS1 e MKSS2) necessitam de apenas uma fundação, as estruturas metálicas de ancoragem necessitam 4 cavas. Na Figura 28 é exposto como é feita a escavação de uma estrutura tipo suspensão.

A equipe de locação também realiza escavação, nivelamento e concretagem de estruturas tipo ancoragem. Esse tipo de estrutura tem 4 bases e necessita auxílio do topógrafo para que a base fique correta, ou seja, as distâncias entre os pés da base deve ter exatamente igual. Na Figura 29 pode-se observar uma estrutura de ancoragem sendo concretada.

Figura 29 – Estrutura tipo ancoragem sendo concretada



Fonte: O próprio autor

Figura 30 – Estrutura tipo suspensão recebendo concreto usinado



Fonte: O próprio autor

A Figura 30 apresenta a última etapa da fundação. Finalizada a concretagem espera-se 7 dias para "cura" do concreto e após isso a base está pronta para receber a torre metálica.

Figura 31 – Estrutura tipo suspensão sendo içada



Fonte: O próprio autor

Figura 32 – Equipe fixando estrutura à base



Fonte: O próprio autor

As Figuras 31 e 32 demonstram como é realizado o içamento de uma estrutura tipo suspensão. No dia 06 de junho de 2019 o estagiário acompanhou o içamento de quatro estruturas e percebeu que o processo é extremamente rápido. A equipe gasta em média 20 minutos para realizar todo o processo.

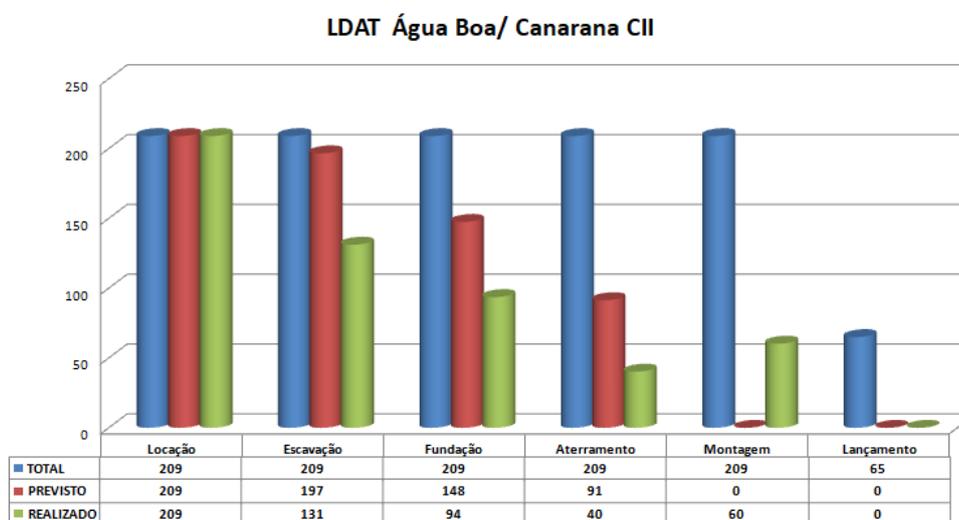
Figura 33 – Inspeção sendo realizada com a equipe de montagem



Fonte: O próprio autor

O prazo de entrega da obra é dezembro de 2019, o gráfico da Figura 34 mostra o panorama das frentes de serviços até o dia 04 de julho (data de encerramento do estágio).

Figura 34 – Avanço físico da obra



Fonte: O próprio autor

4 Conclusão

Ao finalizar o estágio na Ecoman - Engenharia, Construção e Manutenção LTDA foi possível perceber que o estágio integrado é uma ferramenta de grande importância para a formação profissional do estudante de engenharia elétrica. Uma vez que possibilita aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos na graduação.

Durante o período de estágio ficou evidente a importância de disciplinas como Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos, Técnicas de Alta Tensão, Proteção de Sistemas Elétricos e Materiais Elétricos. Com o auxílio da teoria estudada nessas disciplinas foi possível entender e realizar as atividades solicitadas pelos superiores.

Foi possível verificar uma defasagem da grade curricular frente o mercado de trabalho. Apesar de estudar uma gama enorme de assuntos, muitos temas relevantes são deixados de lado. Como exemplo, gestão de pessoas, ferramentas computacionais como *Microsoft Excel* e noções de segurança no trabalho.

Pode-se concluir que o estágio integrado oferece ao aluno a oportunidade de adentrar no mercado de trabalho e com isso assumir responsabilidades, desenvolver postura de liderança e visão crítica. Qualidades essas que serão imprescindíveis no exercício da profissão de engenheiro eletricitista.

Referências

- ANEEL (2019). Perdas de energia. http://www.aneel.gov.br/metodologia-distribuicao/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/perdas/654800. Acesso em 19 Jun. 2019. Citado na página 17.
- COPEL (2017). Manual de instrucoes tecnicas. <https://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/E460D6BFD62C6F46032577D5004B5F4D/>. Acesso em 21 Jun. 2019. Citado na página 31.
- ECOMAN (2018a). A excelencia sempre sera reconhecida. <http://ecoman.com.br/site/>. Acesso em 20 Jun. 2019. Citado na página 14.
- ECOMAN (2018b). Quem somos. <http://ecoman.com.br/site/empresa/>. Acesso em 30 Mai. 2019. Citado na página 14.
- ECOMAN (2019). Nossos trabalhos. <http://ecoman.com.br/site/nossos-trabalhos/>. Acesso em 20 Jun. 2019. Citado na página 26.
- Pinto, L., Gerente, M. d. T., and Energisa, P. (2012). Mudança de estratégia em manutenção de subestações: Polivalência de equipes. Citado na página 14.