



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

JOÃO VICTOR DA SILVA SOBRAL FURTADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande
2019

JOÃO VICTOR DA SILVA SOBRAL FURTADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

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

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Francisco das Chagas Fernandes Guerra

Campina Grande

2019

JOÃO VICTOR DA SILVA SOBRAL FURTADO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

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

Aprovado em: ___/___/___

Luis Reyes Rosale Montero

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Francisco das Chagas Fernandes Guerra

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que se faz presente em minha vida e que pôde me propiciar tudo o que alcancei.

Agradeço a Empresa FAAB Engenharia por ter me dado a oportunidade de estagiar na empresa.

Agradeço aos meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram e se esforçaram para que eu alcançasse meus objetivos.

Agradeço aos meus amigos, por sempre estarem juntos comigo estudando e com todas as descontrações necessárias para suportar todas as tensões de provas e trabalhos acadêmicos.

Agradeço a todos os meus professores da UFCG que me passaram todo o conhecimento necessário para estar hoje concluindo um curso com o qual me identifiquei.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram seja dentro da vida acadêmica ou pessoal.

RESUMO

O presente relatório visa descrever as atividades realizadas por João Victor da Silva Sobral Furtado durante o estágio na empresa FAAB Engenharia, bem como apresentar uma visão geral das obras as quais o estágio foi mobilizado. O estágio foi realizado no período entre 19 de agosto e 11 de Dezembro de 2019, e compreendeu o acompanhamento da construção da LDAT 138kV Palmas I/ Palmas IV e a ampliação do bay de 138kV da SE Palmas I, ambos os empreendimentos localizados na cidade de Palmas no estado do Tocantins, tendo como cliente o grupo Energisa. As atividades foram acompanhadas pelo engenheiro eletricista Bruno Patrício da Silva Porto, das quais foi possível vivenciar as atividades de construção de linha de transmissão desde a locação, escavação até lançamento de cabos, supervisão dos colaboradores em campo, elaboração de lista de materiais, contato com fornecedores, participação em reuniões com o cliente, terraplanagem do setor de ampliação da SE, fundações, construção de casa de comando, construção de canaleta, levantamento topográfico/conferência de perfil, aberturas de acessos, desmatamento/limpeza de faixa, construção de ferragens de base para estrutura, concretagem das estruturas e demais atividades que serão relatadas nesse relatório.

Palavras-chave: Subestação, Linha de Transmissão, Bay.

RESUMO

This report describes the activities performed by Joao Victor da Silva Sobral Furtado during the internship at FAAB ENGENHARIA, as well presents an overview about the work in which the internship was mobilized. The internship took place between August 19th and December 11th and included the monitoring of the construction of the LDAT 138kV Palmas I/ Palmas IV and the 138kV bay expansion of substation Palmas I, both projects located in the city of Palmas in the state of Tocantins, having as client the Energisa group. The activities were accompanied by the electrical engineer Bruno Patrício da Silva Porto, which it was possible to experience the activities of transmission line construction, supervision of employees in the field, preparation of materials list, contact with suppliers, attending client meetings, SE extension sector earthworks, foundations, command house construction, channel construction, topographic survey / profile conferencing, access openings, deforestation / clearing, basis for structure, concrete frameworks and other activities that will be show in this report.

Key words: Substation, Transmission Line, Bay

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sede da FAAB Engenharia.....	11
Figura 2 Diversos tipos de formação dos condutores elétricos	13
Figura 3 Trajeto LDAT 138kV	18
Figura 4 Tabela com características do postes.	19
Figura 5 Escavações para implantar os postes da LDAT.....	20
Figura 6 Manilhas instaladas nas escavações.....	21
Figura 7 Padrão da fundação dos postes	22
Figura 8 Implantação de poste.....	23
Figura 9 Isolador line post.....	23
Figura 10 Montador fixando isoladores	24
Figura 11 Aterramento de um poste.....	24
Figura 12 Bobinas cabos condutores	25
Figura 13 Bobina cabo OPGW	26
Figura 14 Lançamento de cabos	27
Figura 15 Trecho da LDAT 138kV (I).....	28
Figura 16 Trecho da LDAT 138kV (II)	28
Figura 17 SE Palmas I e local da ampliação	29
Figura 18 Canteiro de Obras.....	31
Figura 19 Terraplanagem	31
Figura 20 Malha de terra	32
Figura 21 Canaleta	33
Figura 22 Base para os postes da SE.....	33
Figura 23 Implantação de poste na SE.....	34
Figura 24 Construção casa de comando.....	34
Figura 25 Casa de comando.....	35
Figura 26 Área da ampliação.....	35
Figura 27 Parte da canaleta.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
OPGW	Optical Ground Wire
LDAT	Linha de distribuição de alta tensão
TO	Tocantins
ENG.	Engenheiro
FC	Força e Comando
kV	Kilovolts
LT	Linha de transmissão
Ltda	Limitada
mm ²	Milímetros quadrado
MVA	Megavoltampère
PE	Pernambuco

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
1.1 Objetivo.....	10
1.2 Estrutura do Trabalho.....	10
2. A empresa.....	11
3. Embasamento Teórico	12
3.1 Linhas de Transmissão	12
3.1.1 Tipos de suporte	14
3.2 Subestações	14
3.2.1 Equipamentos	16
3.2.2 Etapas da construção.....	17
4. Atividades Desenvolvidas.....	18
4.1 Obra – Ldat 138kv Palmas I/ Palmas IV	18
4.1.1 Locação e Escavações das estruturas	20
4.1.2 Implantação de manilhas	21
4.1.3 Fundações e implantações de postes.....	21
4.1.4 Montagem das Estruturas.....	23
4.1.5 Lançamento de Cabos da LDAT.....	25
4.2 Ampliação bay 138kV da SE Palmas I.....	29
4.2.1 Construção canteiro de obras.....	30
4.2.2 Terraplanagem.....	31
4.2.3 Construção da canaleta e malha de terra.....	32
4.2.4 Escavações e fundações das estruturas.....	33
4.2.5 Construção da casa de comando.....	34
4.3 Atividades fora do campo de obras.....	36
5. Considerações Finais.....	38
Referências.....	39

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas durante o estágio integrado do aluno João Victor Da Silva Sobral Furtado, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa FAAB Engenharia Ltda., sob supervisão do Engenheiro Eletricista Bruno Patrício da Silva Porto.

O estágio iniciou no dia 19 de Agosto e encerrou no dia 11 de Dezembro, tendo uma carga horária diária de 8 horas, totalizando 660 horas.

As principais atividades do estágio consistiram no acompanhamento das Obras da LDAT 138kV Palmas I/ Palmas IV e a ampliação do bay de 138 kV da SE Palmas I, ambas as obras ainda se encontram em execução, com previsão para terminar no início do ano de 2020.

Ao longo do estágio várias atividades diferentes foram desenvolvidas, desde a parte que envolveu mais conhecimentos específicos da engenharia, assim como também a parte de gerência de obras.

1.1 OBJETIVO

O estágio teve como objetivo principal o acompanhamento de obras, sendo elas a construção da LDAT de 138 kV compreendida entre as subestações Palmas I e Palmas IV e a ampliação do bay de 138 kV da subestação de Palmas I. Desta forma, o estágio visou trazer o aprendizado prático não só na área de engenharia elétrica, mas envolvendo também aspectos da engenharia civil e o desenvolvimento da postura de líder de pessoas/equipes.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: O capítulo 2 apresenta a história da empresa FAAB Engenharia e sua área de atuação. No capítulo 3 estará apresentado a fundamentação teórica sobre Linhas de Transmissão e Subestação, teoria fundamental para o acompanhamento das atividades acompanhadas, estas serão apresentadas no capítulo 4. E

por fim, as considerações finais apresentadas no capítulo 5.

2. A EMPRESA

Localizada na cidade do Recife – PE a FAAB Engenharia Ltda. iniciou suas atividades em 20 de Agosto de 1979, com razão social de Construtora e incorporadora FAAB Ltda. voltada especificamente para o ramo de construção e incorporação de imóveis. A figura 1 mostra uma fotografia do escritório da empresa, localizado no bairro da Imbiribeira no Recife e a logomarca da empresa. Na sede estão presentes tanto as áreas de finanças, administrativas, engenharia, assim como também um almoxarifado que contém uma de serie equipamentos e materiais estocados e uma oficina para reparo de maquinas e veículos.

Figura 1: Sede da FAAB Engenharia



Fonte: Site FAAB Engenharia

A partir de 15 de junho de 1985 passou a atuar na execução de obras diversas, como edificações, urbanizações, obras de artes correntes, especiais e saneamento básico. Com a intensificação dos trabalhos, a FAAB ampliou seu quadro técnico visando atuar também junto as concessionárias de energia elétrica, não somente nas obras civis, mas também na construção de linhas de transmissão, redes de distribuição de energia elétrica e construção e montagem eletromecânica de subestações, modificando a razão social para FAAB Engenharia.

Hoje, a FAAB é uma empresa especializada na construção de linhas de transmissão/distribuição de energia e construção de subestações de energia, executando projetos, construções e montagens de subestações até 500kV e linhas de transmissão até 230kV, contendo profissionais de diversas áreas, tais como: Engenheiros civis, Engenheiro Eletricistas, técnicos de segurança do trabalho, profissionais da parte administrativa e etc.

A FAAB já realizou e tem realizado obras em diversos estados do país, como por exemplo: Pernambuco e Bahia (Principais estados de atuação), Rio Grande do Norte, São Paulo, Rio de Janeiro, Tocantins, Paraíba, Maranhão entre outros.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 LINHAS DE TRANSMISSÃO

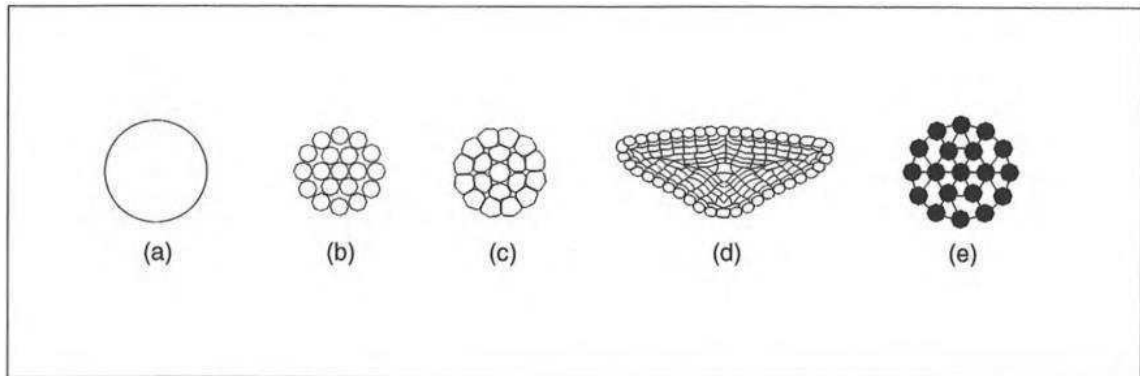
Linhas de transmissão são circuitos elétricos através dos quais a energia elétrica é transportada de um terminal emissor a um receptor. As linhas de transmissão são construídas com o intuito de atender a critérios técnicos e econômicos de modo a tornar viável o transporte de energia elétrica das fontes geradoras aos centros de distribuição.

As linhas de transmissão podem ser aéreas, subterrâneas ou subaquáticas. Uma linha de transmissão aérea é aquela na qual o principal meio isolante é o ar. Já em uma linha subterrânea, são empregados cabos isolados e enterrados no solo, enquanto em uma linha subaquática são empregados cabos isolados lançados no leito do corpo de água a ser transportado. As linhas de transmissão aéreas apresentam custo comparativamente menor que os demais tipos de configuração. Portanto ao longo da seção a sigla LT estará se referindo a linha de transmissão aérea.

Os componentes básicos de uma linha de transmissão do tipo aérea, como a linha que fez parte deste estágio, são:

1. Condutor: componente principal da linha de transmissão. O condutor pode ser constituído de:
 - a. Cobre- Depois do ferro, é o metal mais utilizado na indústria elétrica. Em relação as condutividades elétrica e térmica, o cobre se configura como melhor material, depois da prata. Possui baixa resistividade e características mecânicas favoráveis;
 - b. Alumínio- De cor branca prateada, possui pequena resistência mecânica e grandes ductibilidade e maleabilidade;
 - c. Ligas Metálicas- Que podem ser de cobre (copperweld), de alumínio (allumoweld) ou ACSR (Aluminium Core Steel Reinforced) ou CAA (Cabos de Alumínio-Aço). A Figura 3 apresenta os tipos de formação de condutores.

Figura 2: Diversos tipos de formação dos condutores elétricos



Fonte: MAMEDE, 2005.

2. Isoladores: Têm a função de suspensão, ancoragem ou separação dos condutores. Quanto às solicitações mecânicas, os isoladores estão sujeitos a forças verticais pelo peso dos condutores, horizontais axiais para suspensão e horizontais transversais pela ação do vento. Com relação às solicitações elétricas, devem suportar a tensão nominal e sobtensões em frequência industrial, sobtensões de manobra e de origem atmosférica;
3. Estruturas: As estruturas das torres de LT podem ser construídas em vários materiais, sendo os mais usuais as estruturas metálicas de aço revestido com zinco (aço galvanizado), as de concreto armado, as de madeira e as de fibras de vidro;
4. Condutores para-raios: Os condutores neutros são utilizados como proteção da linha, interceptando descargas atmosféricas e, atualmente, é incorporado fibra ótica ao seu núcleo, os chamados OPGW (Optical Ground Wire), utilizados para transmissão de dados e voz pelos serviços de comunicação. Seu material pode ser aço ou ligas de alumínio. Normalmente esses cabos são solidamente aterrados, podendo também ser isolados por isoladores de baixa capacidade de ruptura.

3.1.1 TIPOS DE SUPORTE

O tipo de suporte dos cabos condutores define as famílias de estruturas, que podem ser classificados como a seguir

1. **Suspensão ou Alinhamento:** São suportes dimensionados para em condições normais de operação, resistir aos esforços verticais devido ao peso dos cabos, isoladores e suas ferragens. Devem suportar igualmente as forças horizontais transversais decorrentes da pressão do vento sobre cabos, isoladores e sobre seus próprios elementos.
2. **Ancoragem:** devem suportar, além dos esforços decorrentes da suspensão dos cabos, unilateralmente aos esforços decorrentes do tensionamento dos cabos durante a montagem, ou após a ruptura de alguns deles, supondo-se ausência de ventos de máxima intensidade. São utilizados pelos projetistas a intervalos regulares ao longo das linhas, afim de facilitar o retensionamento dos cabos quando necessário.
3. **Terminal ou Ancoragem Total:** são os suportes utilizados no início ou no fim de linhas. Para esse tipo de estrutura, é exigida a responsabilidade de manter os cabos esticados. São os suportes mais solicitados, sendo, portanto, os mais reforçados.
4. **Ângulo:** são estruturas dimensionadas para suportar, além dos esforços verticais e transversais, também as forças decorrentes da resultante das forças de tração nos cabos nos dois alinhamentos que se cruzam.

3.2 SUBESTAÇÕES

Uma subestação (SE) é uma instalação elétrica que se trata da transferência de energia elétrica de uma fonte ou fontes para vários centros de consumo. O projeto de uma subestação envolve a seleção do tipo de circuito, planejamento das cargas; sistemas de chaves e sistemas de proteção. É uma instalação elétrica de alta potência contendo um conjunto de máquinas, aparelhos e circuitos cuja finalidade é modificar os níveis de tensão e corrente, permitindo a distribuição de energia a sistemas de linhas diversos.

Um projeto de um sistema necessita dos seguintes procedimentos básicos:

- Seleção do tipo de circuito básico e sua configuração, que fornecerá energia elétrica com características definidas a cada centro de consumo;
- Especificação dos equipamentos, condutores, ferragens, isoladores e estruturas, relacionando tipos, modelos, dimensões, capacidade e outras características;
- Correlação das duas etapas anteriores dentro das dimensões físicas das áreas disponíveis, mostrando claramente localizações, detalhes, perfis e se algum componente requer atenção especial.

Um projeto é expresso em formas de esquemas, diagramas, planos, perfis, lista de equipamentos, desenhos e detalhes, alguns estão representados na Figura 6. Do ponto de vista do projeto, na maioria dos casos, o objetivo é atingido pela definição estrutural de um circuito básico. As bases do projeto são pouco influenciadas pelo nível de tensão e corrente, os quais, meramente afetam as dimensões dos componentes e a distância que os separa.

Uma subestação pode ser classificada quanto a sua função, nível de tensão, tipo de instalação e forma de operação. Em relação a função ela pode ser:

- **Subestação abaixadora:** instalada em relativa proximidade aos centros consumidores, reduz a tensão a níveis adequados à distribuição e consumo de energia;
- **Subestação elevadora:** instalada junto às centrais geradoras, aumenta o nível de tensão a fim de viabilizar a transmissão de energia elétrica;
- **Subestação de manobra:** que é destinada a modificar a configuração de um sistema elétrico, mediante manobras de LT's.

Uma subestação conversora tem como função a conversão de energia elétrica em corrente alternada para energia elétrica em corrente contínua e /ou o inverso. Já a subestação inversora opera apenas no sentido da corrente contínua para a corrente alternada, sem previsão para conversão no sentido oposto. E por fim, a conversora de frequência. Subestação que converte energia elétrica em corrente alternada de uma determinada frequência para energia elétrica em outra frequência diferente.

Quanto ao modo de instalação, as subestações podem ser abrigadas ou externas sendo esta última predominante no sistema elétrico, tendo como principal isolante o ar atmosférico. A disposição dos equipamentos da subestação é determinada pelo tipo de instalação, nível de tensão, potência e confiabilidade esperada.

3.2.1 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos que podem estar presentes em uma subestação típica são:

- **Transformador de potência:** É um equipamento elétrico estático que, por meio de indução eletromagnética, transfere energia do circuito primário para o circuito secundário mantendo a mesma frequência e, em geral, alterando os valores de tensão e corrente.
- **Transformador para instrumentos:**
 - Transformador de potencial (TP): são equipamentos capazes de reduzir a tensão do circuito para níveis compatíveis com a máxima suportável pelos instrumentos.
 - Transformador de corrente (TC): são equipamentos que fornecem correntes suficientemente reduzidas e isoladas do circuito primário de forma a possibilitar o seu uso por equipamentos de medição, controle e proteção.
- **Disjuntor:** São equipamentos destinados a interromper a corrente elétrica de um circuito em condições normais, anormais ou em curto circuito. Uma das funções do disjuntor é a extinção do arco elétrico. Ao interromper a corrente elétrica em um circuito, há formação de arco elétrico que é definido pela passagem da corrente elétrica através do ar ou do meio isolante.
- **Chave seccionadora:** São dispositivos destinados a realizar manobras de abertura e fechamento de circuito elétrico sem carga. Geralmente as chaves seccionadoras utilizadas em subestações são trifásicas com acionamento simultâneo das três fases por intermédio de um comando único.
 - **Para-raios:** são responsáveis pela proteção contra sobretensões nos diversos equipamentos que compõem uma subestação ou para proteger apenas um transformador de potência. Eles limitam as sobretensões a um valor máximo suportado por um equipamento.
 - **Isolador de pedestal:** é uma coluna formada por uma ou mais peças montadas em série. Cada unidade dispõe de uma base e se um topo em chapa de aço através das quais unem-se os isoladores por meio de parafusos de ferro galvanizados. O número de unidades que determina a altura da coluna é função de nível de tensão desejada. (MAMEDE,2005).

- **Reatores e/ou capacitores para controle de potência reativa:** são bastante utilizados na compensação de reativos, principalmente pelo baixo custo e relativa facilidade na instalação e operação. Normalmente, os bancos de capacitores são conectados na barra de alta tensão das subestações e os bancos de reatores são conectados nas barras das subestações ou em linhas de transmissão, podendo ser ligados em série ou em derivação

3.2.2 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

A subestação pode ser dividida em um setor de potência, no qual os equipamentos do circuito de potência serão instalados, e um setor de comando constituído da casa de comando na qual estão abrigadas os relés, painéis e mostradores de comando, medição, faturamento e proteção.

A construção de uma subestação pode ser dividida em etapas civil e eletromecânica. As principais atividades da etapa civil são:

- Preparação e terraplanagem do terreno que acomodará a futura subestação;
- Construção de mureta de proteção que delimitará a instalação;
- Construção das fundações dos postes e dos equipamentos;
- Implantação dos pórticos e pedestais;
- Escavação de valas para a malha de aterramento e construção das canaletas para os circuitos de comando;
- Construção do prédio da casa de

comando. A etapa eletromecânica consiste em:

- Montagem das ferragens e isoladores;
- Montagem dos equipamentos elétricos;
- Fixação dos cabos condutores e implantação da malha de aterramento;
- Instalação dos cabos de comando e medição nas canaletas, desde os equipamentos correspondentes até a casa de comando;
- Montagem dos painéis e circuitos da casa de comando;
- Montagem dos circuitos de serviços auxiliares CA/CC;
- Instalação do banco de baterias e seu circuito.

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas no estágio foram diversificadas e compreenderam a supervisão de equipes, acompanhamento da execução da obra de acordo com os projetos tanto na parte civil quanto na parte eletromecânica, elaboração de lista de materiais, contato com fornecedores, aplicação de DDS e APR, participação em reuniões com o cliente, elaboração de relatórios e preenchimento de planilhas de acompanhamento da obra, sendo estas atividades desenvolvidas tanto na obra da linha quanto na obra da subestação.

4.1 OBRA – LDAT 138kV PALMAS I/ PALMAS IV

A obra da LDAT 138kV Palmas I/ Palmas IV compreende a construção de uma linha de aproximadamente 9,0km localizada no município de Palmas no estado do Tocantins, que permitirá a conexão entre a subestação Palmas 230kV (Palmas I) com a subestação de Palmas IV, sendo a primeira subestação de posse da Transmissora Aliança de Energia Elétrica (TAESA) e a segunda empreendimento do grupo Energisa. Este projeto tem como objetivo trazer segurança e qualidade energética para região metropolitana de Palmas, principalmente pelo fato desta região estar crescendo muito nos últimos anos, necessitando assim de tais aprimoramentos no setor energético. Abaixo segue uma figura do traçado da linha e as estruturas, para que seja possível ter uma dimensão da obra.

Figura 3: Trajeto LDAT 138kV



Fonte: Próprio Autor

Todo o trecho se caracteriza por ser urbano, contando com um total de 105 estruturas, todas do tipo duplo T, sendo estas postes de concreto variando nos tamanhos de 22, 24, 26 e 28 metros, distribuídos pelos quase 9,0km de extensão da linha. Por se tratar de uma obra

que passa pelo região urbana de Palmas, o trajeto da linha foi modificado em alguns momentos, para evitar alguns problemas relacionados com a população, alguns trechos chegaram a sofrer embargo pelo ministério público, pois alguns moradores realizaram um abaixo assinado devido a linha passar próximo a casas e parques utilizados para o lazer da população. Na tabela a seguir, estão algumas das especificações das 105 estruturas da linha.

Figura 4: Tabela com características dos postes

Estrutura	Tamanho (m)	Carga Nominal (daN)	Quantidade
LA4 - PR	22	5000	2
LA4/AMU	28	6000	1
LA4V - CD	28	6000	3
SSUV - CD	28	1400	6
AMUV - CD	26	2000	1
APU - CD	24,26,28	2000	21
SSU - CD	22	1400	60
AMU - CD	26	3000, 3400, 3600, 3800, 4000, 4200, 4600	11
TOTAL			105

Fonte: Próprio Autor

Como pode ser visto na figura anterior temos 8 tipos de estruturas distribuídas no trecho da LDAT, cada estrutura tem sua aplicação específica, seguindo a sequência da tabela, temos o seguinte:

- LA4 – PR, estrutura que se caracteriza por ser uma estrutura de ancoragem em ângulos maiores que 65 graus, presentes no início e fim da linha;
- LA4/AMU, ancoragem urbana com um circuito em ângulo de 90 graus e outro em passagem;
- LA4V – CD, que se caracteriza por ser uma estrutura de ancoragem em ângulos maiores que 90 graus;
- SSUV – CD e SSU – CD, que são estruturas de suspensão urbanas, suportando no máximo ângulos de 5 e 8 graus, respectivamente;
- AMUV – CD, estrutura de ancoragem urbana em ângulo médio, suportando até ângulos de 70 graus;
- APU – CD, estrutura de ancoragem para ângulos pequenos, aplicadas para ângulos na linha menores que 20 graus;
- AMU – CD, estrutura de ancoragem para ângulos médios, aplicação em ângulos entre 20 e 30 graus.

4.1.1 LOCAÇÃO E ESCAVAÇÕES DAS ESTRUTURAS

Com os projetos em mãos, a obra se iniciou na terceira semana de Agosto, com a fase relacionada a topografia e locação das estruturas, para isso foi contratado um topografo, que realizou a locação de acordo com o projeto e adequando o mesmo, de acordo com as interferências que apareceram no trajeto. Tendo locado todos os pontos, a equipe de escavações da FAAB começou a realizar suas atividades, equipe está que contava com 7 pessoas, dentre eles 1 encarregado, 3 ajudantes, 2 Operadores de martetele e 1 operador de caminhão munck, para ajudar nas escavações foi contratado uma retroescavadeira, que acompanhou a equipe durante esta atividade.

Durante a etapa de escavações, alguns imprevistos ocorreram, como por exemplo: presença de rochas nas “cavas”, encontro com tubulações de agua e esgoto, sendo assim necessário uma atenção especial para evitar qualquer perfuração em tais tubulações. Finalizando as escavações, para manter a área segura e evitar que transeuntes chegassem próximo, as “cavas” foram sinalizadas e isoladas com tela tapume para evitar qualquer acidente, como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 5: Escavações para implantar os postes da LDAT



Fonte: Próprio Autor

4.1.2 IMPLANTAÇÃO DE MANILHAS

Com as escavações prontas, se iniciou a atividade de implantação dos anéis de concreto nas “cavas”, tais anéis com função estrutural, tinham 3 tamanhos diferentes, sendo eles de 1.2m, 1.5m e 2m, variando sua aplicação de acordo com o tamanho e esforço do poste a ser implantado, estes anéis tem como características físicas, 50cm de altura, 5cm de espessura nas bordas e diâmetro como especificado anteriormente (1.2m, 1.5m e 2m). Em cada “cava” foi instalado 6 anéis, independentemente do tamanho do mesmo. Para os postes de 22m/1400daN foram utilizados anéis de 1.2m de diâmetro, para os postes de 28m/1400daN foram utilizados anéis de 1.5m de diâmetro e para os postes que não tinham esses dois padrões, foram utilizados anéis de 2.0m de diâmetro.

Figura 6: Manilhas instaladas nas escavações

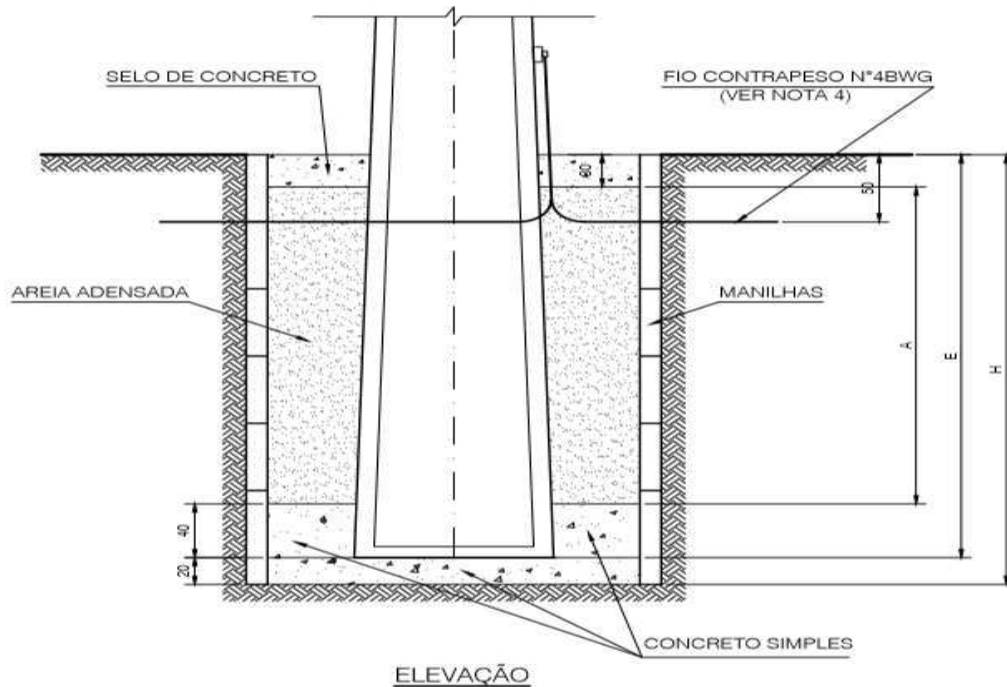


Fonte: Próprio Autor

4.1.3 FUNDAÇÕES E IMPLATAÇÕES DE POSTES

Realizada a implantação dos anéis de concreto, se iniciou a etapa das fundações e implantação dos postes, para a fundação foi utilizado concreto e areia, sendo primeiro colocada uma camada de 20cm de espessura de concreto para fazer a base a qual ficaria implantado o poste, posteriormente foi colocado mais uma camada de concreto de 40cm que envolve uma parte da estrutura, em seguida uma grande camada de areia misturada com água para deixar mais denso e por fim um selo de 30cm de concreto.

Figura 7: Padrão da fundação dos postes



Fonte: Energisa

Como cada etapa da obra necessita de uma equipe específica, para a etapa de implantação dos postes não foi diferente, a equipe de implantação da FAAB chegou em Palmas para dar auxílio e realizar tal atividade. Conforme os postes iam chegando, os mesmos iam sendo implantados, para isso se fez necessário a utilização do guindaste da FAAB, assim como também a locação de mais um guindaste para tornar a atividade mais dinâmica e rápida. Com duas frentes de implantação, contando com encarregados, montadores, operadores de guindastes e ajudantes, foi possível colocar em torno de 10 postes por dia, sendo tal atividade realizada simultaneamente as atividades de fundação. Em alguns pontos do trecho foi necessário solicitar o bloqueio da rede de 13.8kV, devido à proximidade com a mesma, procurando manter a maior segurança possível e evitar possíveis transtornos.

Figura 8: Implantação de poste



Fonte: Próprio autor

4.1.4 MONTAGEM DAS ESTRUTURAS

Com os postes implantados a equipe começou a realizar a montagem dos mesmos, instalando isoladores, implantação das hastes de aterramento, cabos e grampos, instalação do fio contrapeso. Os isoladores utilizados em todo o trecho a LDAT, foi do tipo line post polimérico 138kV, que além da sua principal função de isolar, serve de suporte mecânico fixo, afastando o condutor do terra, barateando o custo do projeto e a complexidade do mesmo. Nas figuras abaixo, podemos verificar um montador que está subindo no poste e fixando os isoladores, assim como também uma foto do isolador tipo line post.

Figura 9: Isolador line post



Fonte: Próprio autor

Figura 10: Montador fixando isoladores



Fonte: Próprio autor

Com os postes implantados, foi realizado o aterramento dos mesmos, para cada estrutura foram utilizadas 4 hastes de aterramento de 2.4m, 15 metros de cabo de aço galvanizado, uma presilha bifilar e 4 conectores haste/cabo. As valas para lançar os cabos foram escavadas com 60cm de profundidade, como podemos ver na foto a seguir que contempla o aterramento de uma das estruturas.

Figura 11: Aterramento de um poste



Fonte: Próprio autor

4.1.5 LANÇAMENTO DE CABOS DA LDAT

Completada a fase de implantação e montagem dos postes, se iniciou a etapa de lançamento dos cabos condutores, a seguir temos as especificações dos cabos condutores e do cabo guarda utilizados na linha, o cabo guarda será lançado apenas na fase final da obra. Abaixo temos figuras das bobinas de ambos os cabos.

Características cabo condutor

- Tipo	CAA
- Bitola	336,4MCM
- Formacao.....	26/7 fios
- Codigo.....	LINNET
- Diâmetro Nominal.....	8,31mm
- Secção Transversal Nominal.....	198,38mm ²
- Carga de ruptura.....	50,11 kN
- Peso unitario.....	689,9 kg/Km
- Ampacidade.....	510 A

Figura 12: Bobinas cabos condutores



Fonte: Próprio autor

Características cabo guarda

- Tipo 1	OPGW
- Tipo 2.....	Aço Galvanizado
- Bitola.....	3/8" HS
- Formacao.....	7 fios
- Codigo.....	AR
- Diâmetro Nominal.....	9,53mm
- Secção Transversal Nominal.....	51,1mm ²
- Carga de Ruptura.....	49,19kN
- Peso Unitario.....	0,406kg/m

Figura 13: Bobina cabo OPGW



Fonte: Próprio autor

Para poder dar início as atividades de lançamento de cabos, a equipe colocou as candolas nos isoladores, utilizou cavaletes para acoplar as bobinas dos cabos e foi utilizado a retroescavadeira para puxar os mesmos pelo trajeto. Em alguns pontos foi necessário realizar uma travessia com os cabos, para manter a segurança dos carros e pedestres que viessem a passar nas imediações, foi utilizado o caminhão munck como um apoio para segurar os cabos. Tais procedimentos, assim como a praça de lançamento dos cabos, podem ser vistos nas fotos abaixo.

Figura 14: Lançamento de cabos



Fonte: Próprio autor

Até a data de elaboração deste relatório, a obra da LDAT ainda estava em andamento, o atraso se deu devido a alguns pontos da linha terem tido as atividades paralisadas por ordem de órgãos como ministério público, por a linha passar próximo a parques e moradias. Alguns postes ainda estão para serem implantados e o restante que já foi lançado os cabos condutores, estão passando pelas atividades de nivelamento e grampeamento afim de termos o máximo possível de atividades avançadas, devido ao tempo que a obra irá paralisar durante o recesso do natal.

A seguir seguem fotos dos pontos mais avançados em que linha já está com os cabos lançados, nivelados e grampeados.

Figura 15: Trecho da LDAT 138kV (I)



Fonte: Próprio autor

Figura 16: Trecho da LDAT 138kV (II)

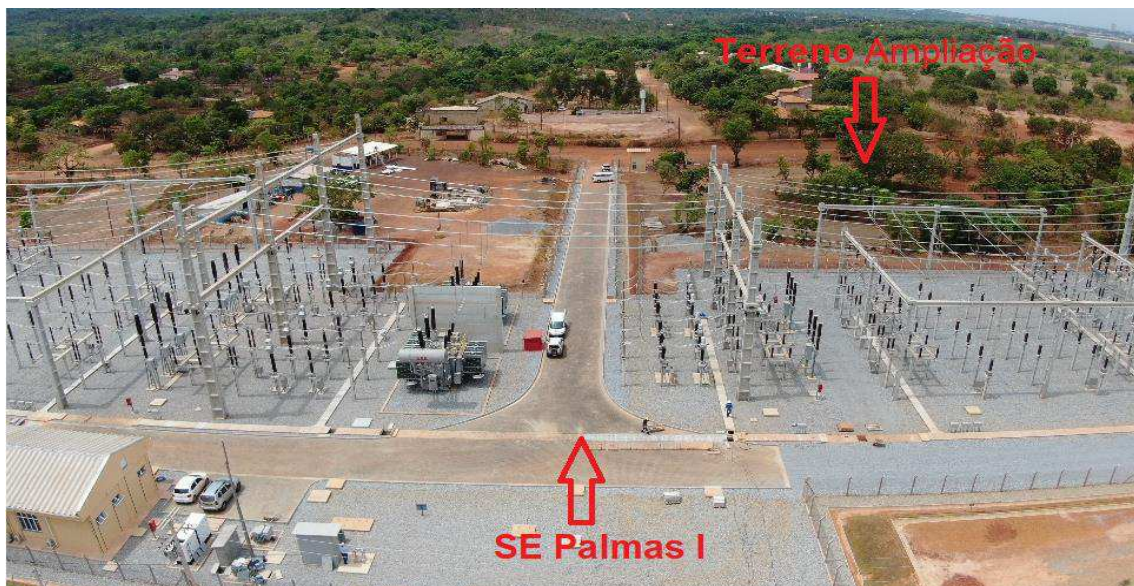


Fonte: Próprio autor

4.2 OBRA – AMPLIAÇÃO BAY 138kV DA SE PALMAS I

A ampliação do bay de 138kV (chaves, disjuntores, TC's, TP's e para – raios) da subestação de Palmas I (230kV/138kV) compreendeu diversas atividades que foram desenvolvidas e acompanhadas pelo estagiário, atividades estas que se iniciaram na última semana de Setembro e estão se estendendo até o presente momento. Abaixo podemos ver uma foto da SE Palmas I pronta e o local da ampliação.

Figura 17: SE Palmas I e local da ampliação



Fonte: Energisa

Como atividades para serem realizadas na parte civil e eletromecânica, estão as seguintes:

- Obra Civil

- Supressão Vegetal;
- Terraplanagem;
- Instalação de malha de terra;
- Construção do sistema de drenagem;
- Construção de canaletas para cabos de comando e controle, inclusive todos os envelopamentos necessários e caixa de passagem;
- Execução de fundações para estruturas de concreto;
- Instalação de estruturas de concreto: colunas, vigas, anéis e etc;

- Execução de bases para suportes de equipamentos: disjuntor, chaves seccionadoras, para-raios, TC's e TP's;
- Execução de redes de eletrodutos;
- Instalação de infraestrutura para iluminação de pátio;
- fornecimento e espalhamento de brita em toda área construída.

- Obra eletromecânica

- Montagem de estruturas de concreto para suporte de barramentos e equipamentos: postes, vigas anéis e etc;
- Montagem de barramentos aéreos, flexíveis, inclusive o lançamento, nivelamento e grampeamento de cabos de alumínio nu, montagem de cadeia de isoladores de vidro tipo ancoragem e isoladores pedestais, inclusive conexões;
- Montagem de equipamento do bay, inclusive conexões aos barramentos e/ou a outros equipamentos, aterramento dos mesmos e instalação de suportes, conforme relação abaixo:
 - Instalação de para-raios 138kV;
 - Instalação de chaves tripolares/monopolares sem lamina terra, incluindo montagem, regulagem e pinagem;
 - Instalação de disjuntores 138kV;
 - Instalação de transformadores de potencial capacitivo 138kV;
 - Instalação de transformadores de corrente 138kV;
 - Instalação de conjunto de isoladores pedestais 138kV.
- Montagem de sistema de proteção contra descargas atmosféricas, com instalação de hastes para-raios, aterramento e lançamento de cabos de aço galvanizado, inclusive nivelamento e grampeamento;
 - Acompanhamento da energização;
 - limpeza final da obra com o recolhimento de sobras de materiais e entulhos.

4.2.1 CONSTRUÇÃO CANTEIRO DE OBRAS

A primeira atividade realizada na ampliação da SE, foi a construção do canteiro de obras da FAAB, para isso foram seguidos todos os padrões de exigência conforme as normas, sendo assim foram instalados três containers (sendo um para escritório e dois para almoxarifado), dois banheiros, um refeitório, área de carpintaria e ferragens, instalação de lixeiras para coleta seletiva e área de segregação de materiais.

Figura 18: Canteiro de obras



Fonte: Próprio autor

4.2.2 TERRAPLANAGEM

Com o canteiro pronto, os projetos aprovados e a equipe mobilizada, a obra começou por volta da primeira semana de outubro, iniciando com as atividades de topografia e locação do terreno a ser ampliado o bay, para que posteriormente, fosse possível realizar a terraplanagem e a supressão vegetal. O terreno da ampliação tem medidas de 24m x 75m, compreendendo assim uma área de 1800m², a qual continha uma vegetação com árvores e plantas rasteiras, fazendo-se necessária a supressão vegetal. Após a limpeza do terreno, iniciamos o processo de terraplanagem, para isso foram utilizadas algumas máquinas como, retroescavadeira, rolo compactador e patrol, tendo esta atividade durado em torno de 5 dias. A seguir podemos observar fotos de como era o terreno, antes da supressão vegetal e terraplanagem e como ficou após estas duas atividades.

Figura 19: Terraplanagem



Fonte: Próprio autor

4.2.3 CONSTRUÇÃO DA CANALETA E MALHA DE TERRA

Realizada a terraplanagem e compactação do solo, se iniciaram as atividades de construção da canaleta e instalação da malha da terra. Para implantação da malha de terra, foi utilizada uma retroescavadeira para abrir as valas onde os cabos seriam lançados e as hastes de aterramento seriam batidas, foram feitas valas com 60cm de profundidade e instaladas cerca de 30 hastes de aterramento. Como sabemos um sistema de aterramento tem extrema importância, trazendo segurança contra riscos de acidentes que podem ser fatais, sendo portanto necessário dimensionar o mesmo adequadamente para as condições de cada projeto, para que o mesmo atue corretamente na proteção das instalações contra descargas atmosféricas, proteção das pessoas contra contatos com partes metálicas da instalação energizada acidentalmente, uniformização do potencial em toda área do projeto e segurança de atuação da proteção.

Todas as conexões da malha são feitas através de soldas exotérmicas, como podemos observar na figura abaixo, que apresenta as escavações para lançar os cabos da malha e as conexões com soda.

Figura 20: Malha de terra

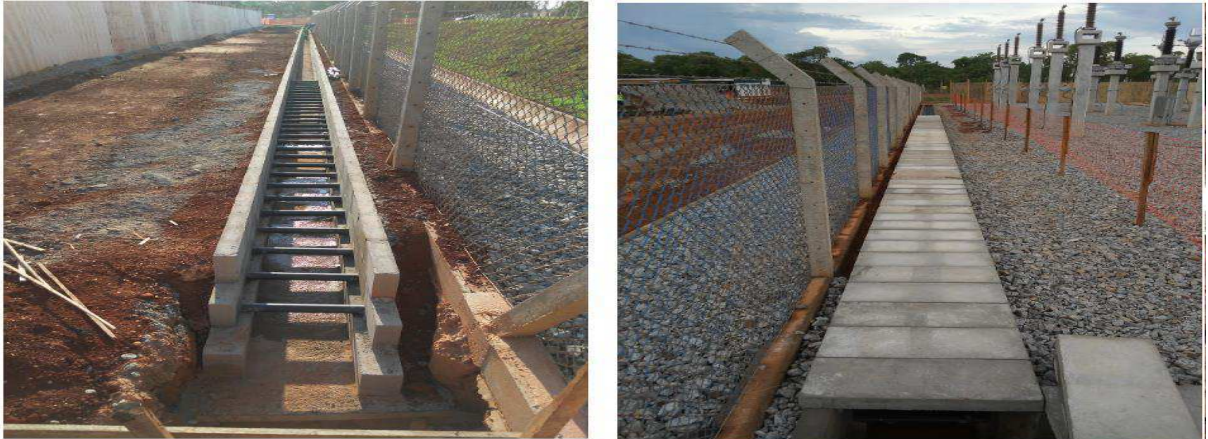


Fonte: Próprio autor

Outro elemento de extrema importância em uma subestação é a canaleta, que são as responsáveis por dispor os cabos de conexão eletromecânica ao longo da subestação. A canaleta da ampliação da SE de Palmas I tem uma extensão total de 150m, foi toda feita com blocos de concreto, dispondo de um sistema de drenagem construídos com canos de pvc de 10cm de diâmetro, um leito separando o vão que passam os cabos do vão de drenagem, tal

leito foi feito com canos de pvc de 5cm de diâmetro e as tampas feitas em concreto e ferragens entrelaçadas. Nas figuras abaixo podemos acompanhar os elementos estruturais que constituem a canaleta.

Figura 21: Canaleta



Fonte: Próprio autor

4.2.4 ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES DAS ESTRUTURAS

Paralelamente as atividades da construção da canaleta, foram realizadas as atividades de escavação das estruturas e bases dos equipamentos da ampliação da SE. A maioria dos equipamentos presentes em uma Subestação são posicionados por estruturas, e todas elas são instaladas e concretadas sob fundações específicas para o peso de cada estrutura instalada. Para a fundação dos pórticos e postes da ampliação do bay, foram utilizados anéis de concreto e armações em ferro, que posteriormente foram preenchidos com concreto para suportar todo o esforço feito por estas estruturas. A seguir temos uma imagem da armação de ferro utilizada nas escavações dos pórticos.

Figura 22: Base para os postes da SE



Fonte: Próprio autor

Com a base da fundação concretada, começaram a ser implantados os postes que formam os pórticos da ampliação do bay da SE, para poder implantar os postes foi necessário a utilização de um guindaste, para içar os mesmos e colocar no local. Para finalizar a fundação, após posicionado o poste, foi colocado concreto para fixar a estrutura. O mesmo procedimento foi feito para a base dos equipamentos elétricos, podemos observar na imagem a seguir tal atividade sendo realizada.

Figura 23: Implantação de poste na SE



Fonte: Próprio autor

4.2.5 CONSTRUÇÃO DA CASA DE COMANDO

Seguindo as atividades na ampliação do bay da SE, foi iniciada a construção da casa de comando, tendo está uma dimensão de 8m x 6m. A parte estrutural da casa (vigas, pilares e laje) foi toda produzida de forma pré-moldada, o que agilizou as atividades, pois ao término da concretagem da fundação, bastou realizar a montagem e encaixe das peças e iniciar as atividades de alvenaria. Abaixo estão as fotos para ilustrar o processo de construção da casa de comando.

Figura 24: Construção casa de comando



Fonte: Próprio autor

Até a data de elaboração deste relatório as atividades ainda estavam acontecendo na ampliação do Bay de 138kV, de tal forma que estão sendo ainda realizadas as atividades deantação de postes, finalização da alvenaria da casa de comando, implantação das estruturas de concreto que formam a base dos equipamentos e todos os equipamentos elétricos já se encontram armazenados na subestação, tendo previsão de início para montagem eletromecânica na segunda semana de dezembro.

A seguir estão as fotos mais recentes de como estão as atividades na ampliação da SE.

Figura 25: Casa de comando



Fonte: Próprio autor

Figura 26: Área da ampliação



Fonte: Próprio autor

Figura 27: Parte da Canaleta



Fonte: Próprio autor

4.3 ATIVIDADES FORA DO CAMPO DE OBRAS

- PREENCHIMENTO DE PLANILHAS

Para manter um acompanhamento organizado da obra e para o cliente possa ter uma atualização do que tem ocorrido durante uma semana de trabalho, são feitas planilhas para acompanhamento das atividades, como a que segue na figura abaixo.

Figura 25 Relatório Diário de Obra

PROJETO													ACOMPANHAMENTO FÍSICO												
ITEM	ESTRUTURA	TIPO DE ESTRUTURA	ALTURA/ESF ORÇO(KG/M ²)	VÃO DE FRETE (M)	AMÉIS 1,2 M	TAMPA 1,2 M	AMÉIS 1,5 M	TAMPA 1,5 M	AMÉIS 2,0 M ou CAIXAS	TAMPA 2,0 M ou CAIXAS	IMISSÃO DE POSSE	STATUS DE LIBERAÇÃO	LIMPEZA DE FAIXA (M)	ACESSO	LOCAÇÃO	ESCAFO	FUNDAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO DE ESTRUTURAS	IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURAS	MONTAGEM DE ESTRUTURAS	CONTRAPEISO	LANÇAMENTO	NIVELAMENTO	GRANDEZAÇÃO PAROBRAGEM	
1	00-1A	LA4-PR	22/5000	11,00					8,00	100						C									
2	00-1B	LA4-AMU	28/6000	100,28					8,00	100						C									
3	00-2	LA4V-CD	28/6000	67,24					8,00	100						C	C								
4	00-3	SSUV-CD	28/4000	90,00				8,00	100							C	C								
5	00-4	SSUV-CD	28/4000	90,00				8,00	100							C	C								
6	00-5	SSUV-CD	28/4000	90,00				8,00	100							C	C								
7	00-6	SSUV-CD	28/4000	90,00				8,00	100							C	C								
8	00-7	SSUV-CD	28/4000	74,70				8,00	100							C	C								
9	00-8	AMUV-CD	26/2000	49,95					8,00	100						C	C								
10	00-9	AMU-CD	28/6000	82,53					8,00	100						NP									
11	00-10	APU-CD	28/2400	100,66					8,00	100						NP									
12	00-11	SSU-CD	22/4000	100,05	8,00	1,00										NP									
13	00-12	SSU-CD	22/4000	97,71	8,00	1,00										NP									

Fonte: Próprio Autor

- ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS

Na rotina da Obra, alguns relatórios devem ser feitos para que a obra tenha um acompanhamento periódico do que está acontecendo e as previsões, um exemplo de relatório é o RDO, abaixo segue explicações do mesmo.

- RDO (Relatório Diário de Obra): Este relatório (figura 25) deve ser entregue ao cliente diariamente, compreendendo todos os funcionários, máquinas e equipamentos presentes na obra, fotos do que foi realizado no dia, além de descrever todas atividades desenvolvidas ao longo do dia anterior e também comentários e problemas que impactaram o andamento da obra, como chuva ou qualquer outro fenômeno da natureza que venha a impactar no

desenvolvimento das atividades.

Figura 25 Relatório Diário de Obra

energisa		Relatório Diário de Obra		FAAB		November/2019							DATA	COLABORADORES		
OBRA: PJ (Ampliação SE Palmas I - Palmas)						Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	11/6/2019			
CONTRATO Nº:						04	05	06	07	08	09	10	Wed			
Cliente: Energisa Tocantins																
Efetivo: Pessoal / Equipamentos			ATIVIDADES REALIZADAS													
EFETIVO PESSOAL:	EFETIVO VEIC./EQUIPOS.:		1. Construção da canteleta										NOME	CARGO	CPF	
Engenheiro	Veículo Leve	01	2. Construção dos tanques para canteleta										Bruno Patrício da Silva Porto	Engenheiro		
Encarregado	Munck	00											João Victor da Silva Sobral Furtado	ESTAGIARIO		
Op. Retroescavadeira	Retroescavadeira	00											Thiago Aires Pimenta	TST		
TST		01											Leonardo Vieira	Ajudante		
Pedreiro		02											Ewílssio Pereira de Souza	Ajudante		
Ajudante		08											Carlos de Araujo Hibeiro	Ajudante		
Estagiário		01											Reginaldo Araujo	Ajudante		
Op. Martelete		00											Cicero de Oliveira	Ajudante		
Op. Munck		00											Demes Miranda de Souza	Ajudante		
													Erismar Verissimo dos Santos	PEDREIRO		
													Fabricio Ferreira de Sena	Ajudante		
													Marcos Souza da Silva	Ajudante		
													Reginaldo Leal Lemos	Pedreiro		
													Romildo Cardoso da Silva	Ajudante		
Total Efetivo Pessoal: 14			Total Efetivo Equipamento: 01													
																
COMENTÁRIOS CLIENTE:																
OBSERVAÇÕES:																

Fonte: Próprio Autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a duração do estágio tenha sido de apenas quatro meses, o estagiário pode ter um contato muito amplo e diversificado com áreas que ele ainda não havia tido a oportunidade de atuar, lidando com tarefas desafiadoras do dia a dia de Obra de um Engenheiro.

A oportunidade de estagiar nas obras mostradas neste relatório, foi de extrema importância para o aprendizado não só na área da engenharia elétrica, mas também em áreas correlacionadas a este tipo de obra, como engenharia civil por exemplo.

O estágio também foi muito eficaz para aproximar o estagiário com o setor das Construções Elétricas, mostrando na prática alguns dos conhecimentos obtidos nas disciplinas ofertadas ao longo da graduação, tais como Sistemas Elétricos, Materiais Elétricos e principalmente Equipamentos Elétricos.

A disciplina de estágio integrado é de suma importância para a inserção do aluno no mercado de trabalho, é por meio do estágio que muitos alunos adquirem o primeiro contato com um ambiente de trabalho, ampliando a sua rede de contatos e seus conhecimentos, podendo alinhar a parte teórica com a parte prática, enriquecendo bastante o currículo do aluno.

REFERÊNCIAS

BOZZI, F.A, SILVA,R.F. (2011). *Subestações Elétricas.*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro.

BRAGA, N.C. *Conheça os tipos de linhas de transmissão.* (2019). Disponível em <<http://www.newtoncbraga.com.br>>. Acessado em 20 de Setembro de 2019.

FERREIRA, J R. **Linhas de Transmissão.** Porto, 2004. 37 slides, color. Disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~mam/Linhas-01.pdf>>. Acesso em: 29 Setembro de 2019.

INCOPOSTES. **Galeria de Fotos Transmissão.** Disponível em:

<<http://www.incopostes.com.br/galeria-de-fotos-transmissao.html>>. Acesso em: 31 Agosto. 2019.

LEÃO, R. **Distribuição de energia elétrica.** Ceará,. Disponível em:

<<http://www.dee.ufc.br/~rleao> >. Acesso em: 15 de Outubro de 2019.

MAMEDE FILHO, J. **Manual de Equipamentos elétricos.** 3. ed. 2005.

MUZY, G.L.C.O. (2012). *Subestações Elétricas.* Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro.

