



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Matheus Leite Farias

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA**

João Pessoa – PB

Maio 2019

MATHEUS LEITE FARIAS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA**

*Relatório de Estágio supervisionado
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica como um dos pré-requisitos para
a obtenção do título de Engenheiro
Eletricista sob orientação do Prof.
Alexsandro José Virgínio dos Santos.*

João Pessoa - PB

Maio 2019

MATHEUS LEITE FARIAS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA**

Prof. Dr. Alexsandro José Virgínio dos Santos (Orientador)

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Rogério Gaspar de Almeida (Avaliador)

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Clivaldo Silva de Araújo (Avaliador)

Universidade Federal da Paraíba

João Pessoa, Paraíba

Maio de 2019

IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

EMPRESA:

Nome: ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA.

Endereço: Rua Agostinho Fonseca Neto, nº 365 – Água Fria – João Pessoa – PB

CEP: 58073-470

Cidade: João Pessoa

Telefone: 83 32685743

ESTÁGIO:

Área da empresa: Projeto de redes de distribuição.

Data de início: 15/11/2018

Data de término: 01/04/2019

Carga horária semanal: 20 horas.

Supervisor de Estágio: Victor Ygor Lacerda Navarro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: GIS/EO.....	4
Figura 2: Rede primária e secundária de distribuição.....	5
Figura 3: Cabos nus CA e CAA.....	6
Figura 4: Cabos isolados em XPLE.....	6
Figura 5: Padronização dos postes.....	7
Figura 6: Estruturas convencionais da rede primária.....	7
Figura 7: Estruturas convencionais da rede primária.....	8
Figura 8: Estrutura RA2 de sustentação.....	9
Figura 9: Estruturas convencionais da rede secundária.....	10
Figura 10: Visualização da obra completa.....	13
Figura 11: Layout Final – Parte 1.....	15
Figura 12 Poste 1(Existente).....	15
Figura 13: Poste 2 (Existente).....	16
Figura 14: Poste 3 (Novo).....	16
Figura 15: Estruturas U2 e U3.....	17
Figura 16: Poste 4 (Novo)	17
Figura 17: Estrutura U4.....	18
Figura 18: Layout Final – Parte 2.....	18
Figura 19: Layout Final – Parte 3.....	19
Figura 20: Layout Final – Parte 4.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabel 1: Elo-fusível para transformador monofásico.....	8
Tabela 2: Especificações dos postes, estruturas e equipamentos elétricos.....	11

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MT– Média Tensão

BT – Baixa Tensão

OS – Ordem de Serviço

GIS/EO – Sistema de Informação Geográfica

NDU – Norma de Distribuição Unificada

RESUMO

Este relatório detalha de forma sucinta as atividades realizadas ao longo do estágio na empresa ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA, mais especificamente no setor de projetos de redes de distribuição de média e baixa tensão do estado da Paraíba. As atividades descritas neste documento se limitam às etapas de aprovação da obra no *software* GIS/EO, sendo supervisionado pelo Engenheiro Supervisor Victor Ygor Lacerda Navarro.

Palavras-chave: Estágio, ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA, distribuição de energia elétrica.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1 A Empresa	1
1.2 Objetivos gerais	2
1.3 Obetivos específicos	2
2. Metodologia e Embasamento Teórico.....	2
2.1 Etapas de Projeto.....	2
2.2 Normas	3
2.3 Software GIS/EO	3
2.4 Equipamentos Elétricos avaliados.....	4
2.4.1 Cabos Condutores	5
2.4.2 Postes	6
2.4.3 Chaves Fusível	11
2.4.4 Transformadores	12
3. Análise de uma obra	12
3.1 Avaliação Inicial.....	12
3.2 Visualização da Obra.....	13
3.3 Análise de cada poste	14
4. Considerações Finais	21
5. Referências Bibliográficas	22

1. Introdução

O Estágio Obrigatório proporciona ao estudante, na maioria das vezes, o primeiro contato com o mercado de trabalho. Sendo assim, é de extrema importância no desenvolvimento profissional do aluno, colocando em prática o conhecimento adquirido durante a graduação.

Dessa forma, o presente relatório tem o objetivo de detalhar as atividades realizadas durante o estágio supervisionado na empresa ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA, situada no bairro de Água Fria, na cidade metropolitana de João Pessoa. O setor onde o estágio foi realizado possui cerca de 15 funcionários, divididos entre equipe de desenho e de orçamento, e compõe uma parte do conjunto de escritórios responsáveis pelos projetos de rede de distribuições de todo o Brasil, porém as atividades desenvolvidas pela equipe a qual fazia parte, ficam restritas a elaboração de projetos de redes de baixa e média tensão do estado da Paraíba.

A primeira etapa do documento compreende a metodologia e o embasamento teórico relativo as atividades exercidas no estágio, enquanto a segunda apresenta procedimentos práticos na ferramenta (Software GIS/EO) utilizada na elaboração dos projetos, seguindo as normas vigentes.

1.1 A Empresa

A Engeselt Engenharia e Serviços Elétricos LTDA, há mais de 10 anos atua no mercado com a finalidade de atender às demandas provenientes do setor elétrico, telefonia e energias renováveis de forma responsável e com qualidade.

Hoje, a empresa conta com mais de 400 colaboradores especializados oferecendo serviços na área de Engenharia Elétrica, Telecomunicações, Topografia, Engenharia Civil e Arquitetura. Todos muito focados em garantir o alto padrão qualidade dos serviços e a satisfação dos clientes.

Além disso, vale salientar que a Engeselt já atuou em quase toda a extensão território brasileiro, tendo como principais clientes o Grupo Energisa, a Eletrobras, a CEB, a Celpa, Cemar, Cemig, entre outras empresas reconhecidas no setor de serviços elétricos do Brasil.

1.2 Objetivos gerais

Descrever o processo de elaboração de projetos de rede de média e baixa tensão.

1.3 Obetivos específicos

Analisar de forma técnica um projeto de modificação na rede de distribuição, seguindo as normas vigentes e utilizando o software GIS/EO adotado pela empresa.

2. Metodologia e Embasamento Teórico

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE em 2018, 99.8% da população da Paraíba possui acesso a energia elétrica. Sendo assim, a Energisa, em associação com outras empresas do ramo, como a Engeselt, tem como responsabilidade manter esse número alto, expandindo as redes de distribuição, além de buscar melhorar a situação da rede atual.

Neste sentido, vale destacar que para acontecer qualquer obra de modificação na rede de distribuição de baixa ou média tensão é necessária a aprovação de várias etapas na elaboração do projeto, as quais serão detalhadas neste relatório.

2.1 Etapas de Projeto

Na primeira etapa, cada ordem de serviço passa pela equipe de campo da ENGESELT, formada por técnicos experientes, que por sua vez, preenchem e recolhem todos os documentos necessários e, além disso, desenham em um croqui a situação atual da rede, anexando fotos dos postes, estruturas, chaves e do ambiente externo a rede, sugerindo as possíveis alterações seguindo a NDU 004 e 006, que trata sobre as instalações básicas para construção de redes de distribuição urbana e rural da Paraíba. Cada obra tem um objetivo, das quais se destacam:

- Extensão de rede
- Deslocamento de poste (sem mudar o sentido da rede)
- Deslocamento de rede (com mudança no sentido da rede)
- Reforma de circuito

- Melhoria do nível de tensão

Na segunda etapa, a ordem de serviço é encaminhada para o escritório na sede principal da empresa, que por sua vez é dividida entre equipe de desenho e equipe de orçamento. As atividades que foram desenvolvidas pelo estagiário ficam restritas a fase de desenho do projeto, utilizando o software de posicionamento geográfico GIS/EO.

Após a verificação e certificação dos documentos e de que todos os postes, estruturas, redes e equipamentos instalados estão de acordo com a norma vigente, é feita a modificação na base de dados da energisa via GIS/EO.

Por último, a OS é conduzida para equipe de orçamento, que verifica toda a parte quantitativa e elabora a planilha de custos total da obra, para enfim ser plotada e enviada para energisa.

2.2 Normas

A NDU 004 junto com a NDU 006 são as normas utilizadas pela distribuidora Energisa, de vigência nacional, que tem como objetivo padronizar os critérios de projeto que devem ser adotados para a elaboração e montagem de redes aéreas de distribuição urbana e rural de média tensão (MT) e baixa tensão (BT) da Paraíba.

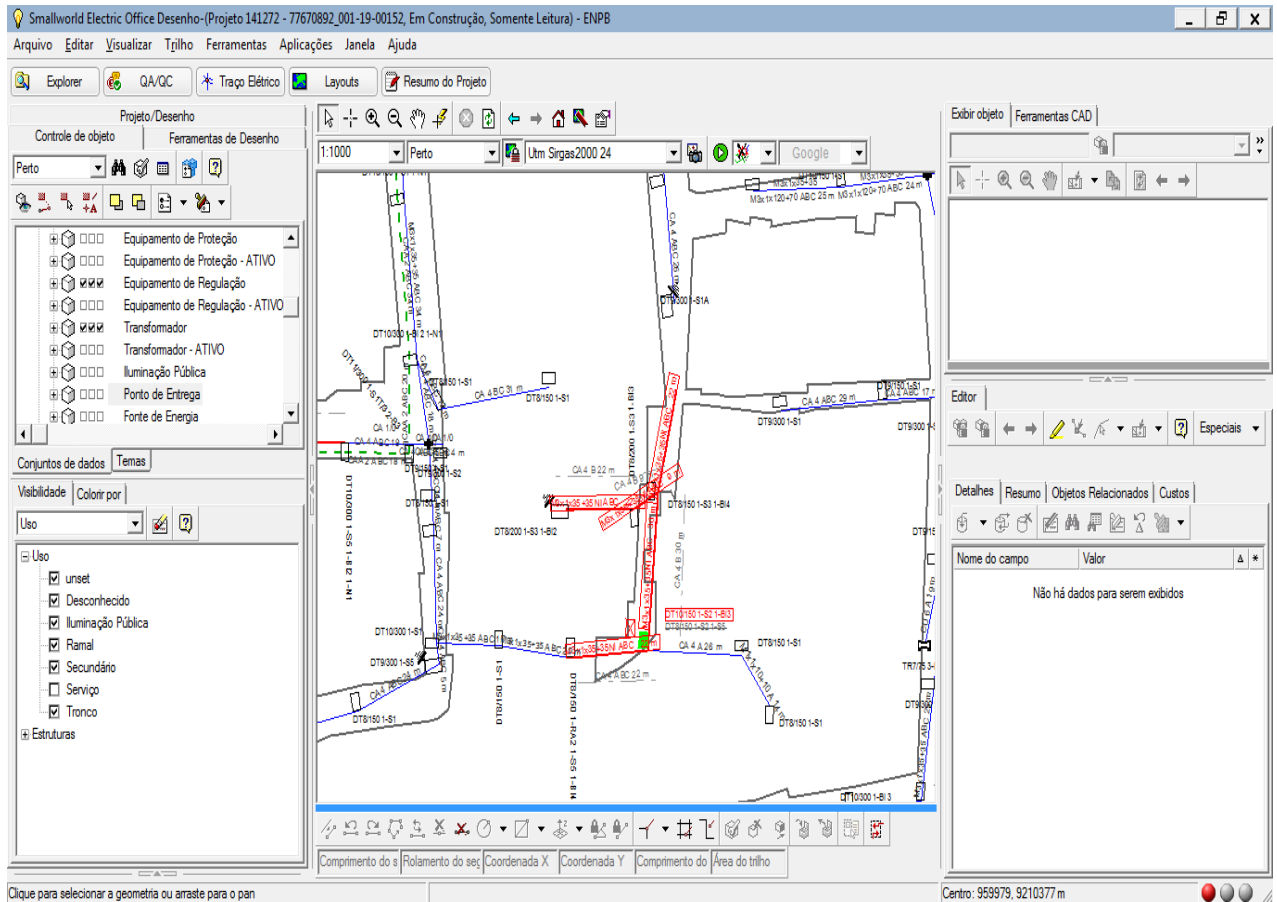
2.3 Software GIS/EO

Em uma definição prática e simplória, o GIS é um sistema informatizado para captura, armazenamento, verificação, integração, manipulação e visualização de dados relacionados a posições na superfície terrestre.

É notável a importância desse programa para as redes de distribuição de energia do nosso estado, uma vez que se pode reunir um imenso volume de dados sobre os postes, estruturas, rede, transformadores, entre outros equipamentos elétricos em um único mapa, facilitando a compreensão das informações.

De acordo com a Figura 1, é possível observar a presença da rede existente, na cor azul, e da rede que foi instalada em projeto na cor vermelha.

Figura 1- GIS/EO



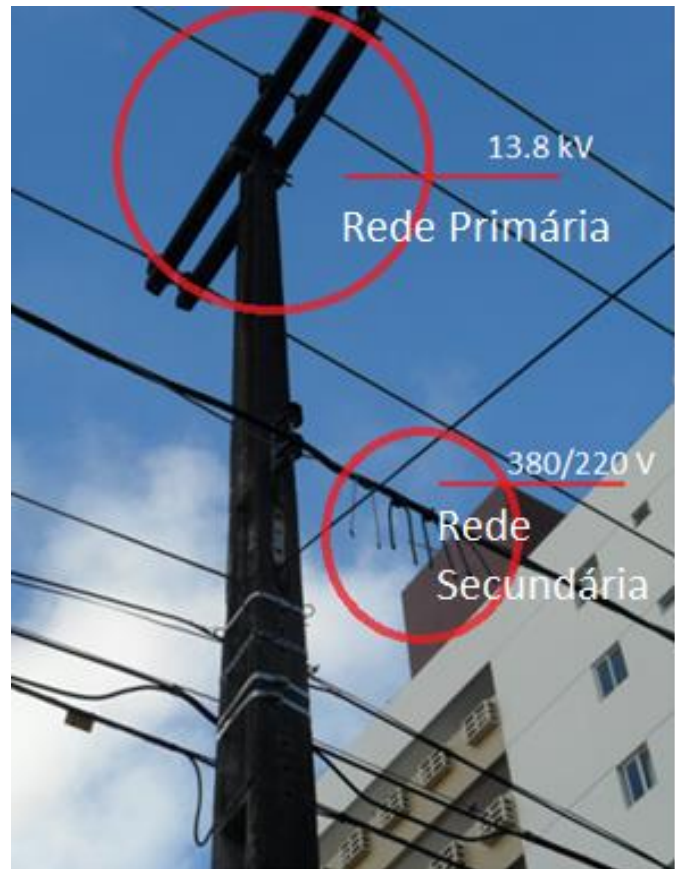
Fonte: Engeselt

2.4 Equipamentos Elétricos avaliados

Os equipamentos considerados na avaliação se restringem ao postes, com suas respectivas estruturas de média e baixa tensão, os vãos, as chaves fusíveis que protegem a rede, e o transformador.

Os níveis de tensão envolvidos nos projetos se restringem às redes secundárias de distribuição em 380/220 V, e às redes primárias, até 13.8 kV, segundo a Figura 2. Todos elementos considerados são parâmetros modificáveis na composição da rede no software GIS/EO

Figura 2- Rede primária e secundária de distribuição



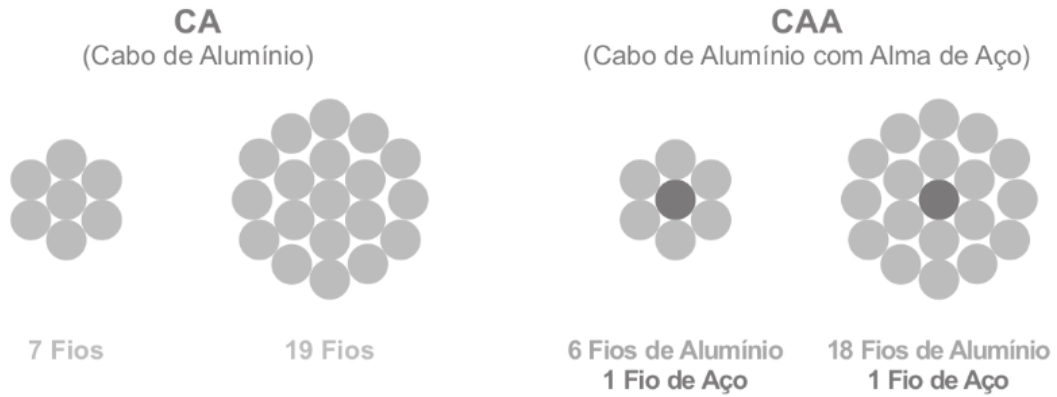
Fonte: Autor

2.4.1 Cabos Condutores

O Condutor de energia é o meio pelo qual se transporta potência desde um determinado ponto de alimentação até o consumidor. Os condutores elétricos apresentam diferentes formas, tipos de fabricação e aplicação.

Para os projetos situados na Paraíba, nas redes primárias de distribuição, são utilizados os cabos de alumínio nu CA ou CAA, representados conforme a Figura 3. Já para o fornecimento na rede secundária são utilizados condutores (cabos) fase de alumínio isolados em XLPE (Polietileno Termofixo) para tensões 06/1kV, e condutor neutro em alumínio nu.

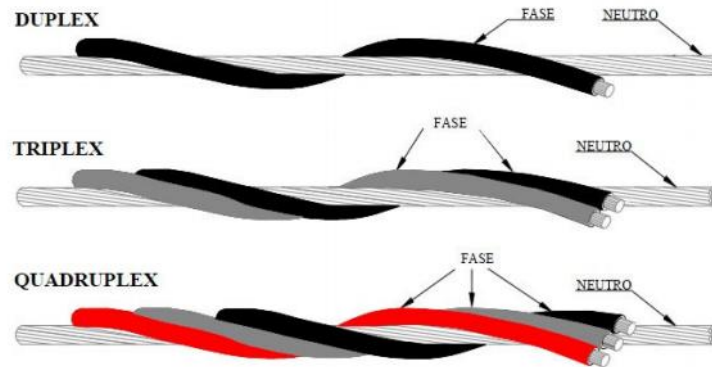
Figura 3- Cabos nus CA e CAA



Fonte: [5]

A escolha do cabo vai de acordo com a bitola que o condutor necessitará para transmitir os níveis de energia previstos em projeto. Na figura 5 são mostrados alguns exemplos de cabos multiplexados observados em projeto.

Figura 4- Cabos isolados em XPLE



Fonte:[6]

2.4.2 Postes

A padronização dos postes é feita segundo a Tabela 13 da NDU 006, conforme mostrada na Figura 5. É possível notar as duas especificações para escolha do poste, seu comprimento e o seu esforço, que na tabela está sendo retratado como resistência nominal, medida em daN.

A escolha do poste é feita com base nos equipamentos e estruturas que ele irá sustentar. Para os diversos casos temos as seguintes opções descritas a seguir.

Figura 5- Padronização dos postes

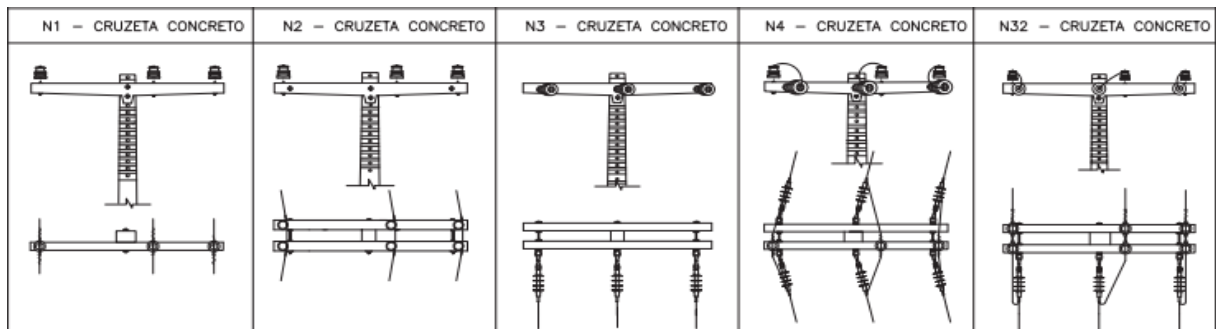
COMPRIMENTO DO POSTE (m)	RESISTÊNCIA NOMINAL - daN	
	CONCRETO CIRCULAR	CONCRETO DUPLO T Face (a/b)
10	150	75/150
	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
11	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
12	300	150/300
	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500
13	600	300/600
	1000	500/1000
	1500	750/1500

Fonte: NDU 006

2.2.3 Estruturas dos postes

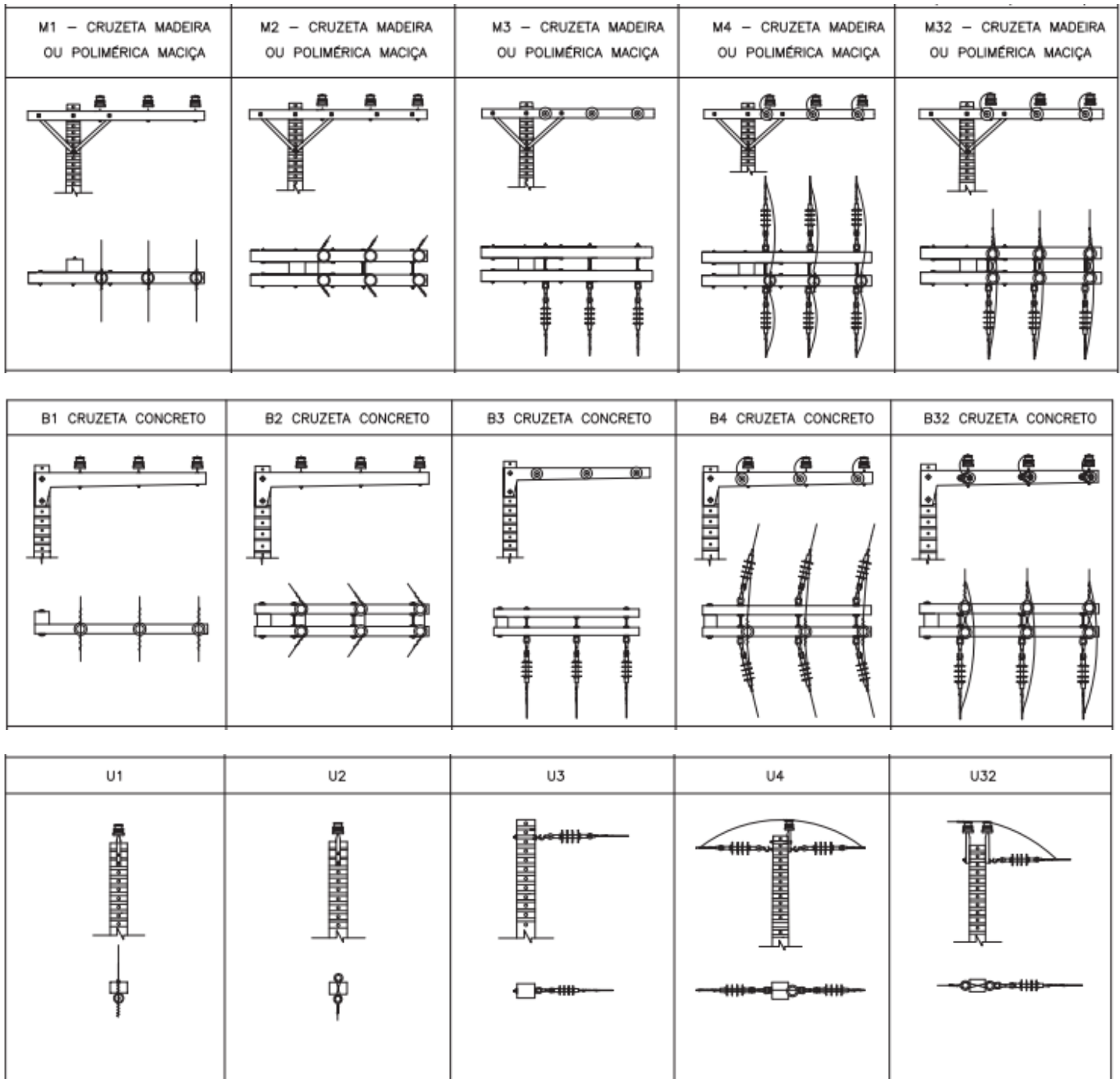
As estruturas convencionais da rede de distribuição primária, mostradas segundo a Figura 5 e 6, em cabo de alumínio nu CA ou CAA são denominadas N (NORMAL), M (MEIO BECO), B (BECO), U (MONOFÁSICAS).

Figura 6-Estruturas convencionais da rede primária



Fonte : NDU 004

Figura 7-Estruturas convencionais da rede primária



Fonte: NDU 004

A escolha de cada estrutura é feita principalmente com base na angulação que o condutor irá seguir entre postes. Sendo assim, definimos, segundo a NDU 004 que:

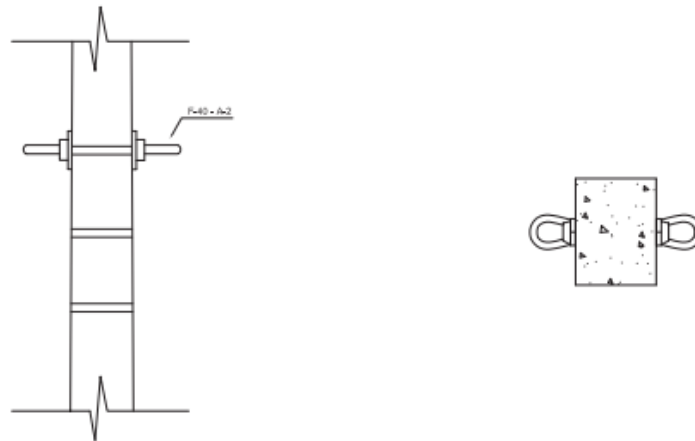
- Para N1,M1,B1,B1 3m: Usadas em tangências, e quando empregadas em ângulos, a instalação dos condutores deve ser na lateral.
- Para N2,M2,B2,B2 3m: Usadas geralmente em angulações.

- Para N3,M3,B3,B3 3m: Usadas em derivações ou fim de rede.
- Para N4,M4,B4,B4 3m: Usadas em pequenas angulações, quase tangentes e em mudança de condutores.
- Para as estruturas monofásicas U1,U2,U3,U4, se aplica as mesmas regras anteriores.

Vale lembrar também que para os cabos multiplexados, deve-se utilizar a estrutura RA2, mostrado na Figura 8, para sustentação do mesmo.

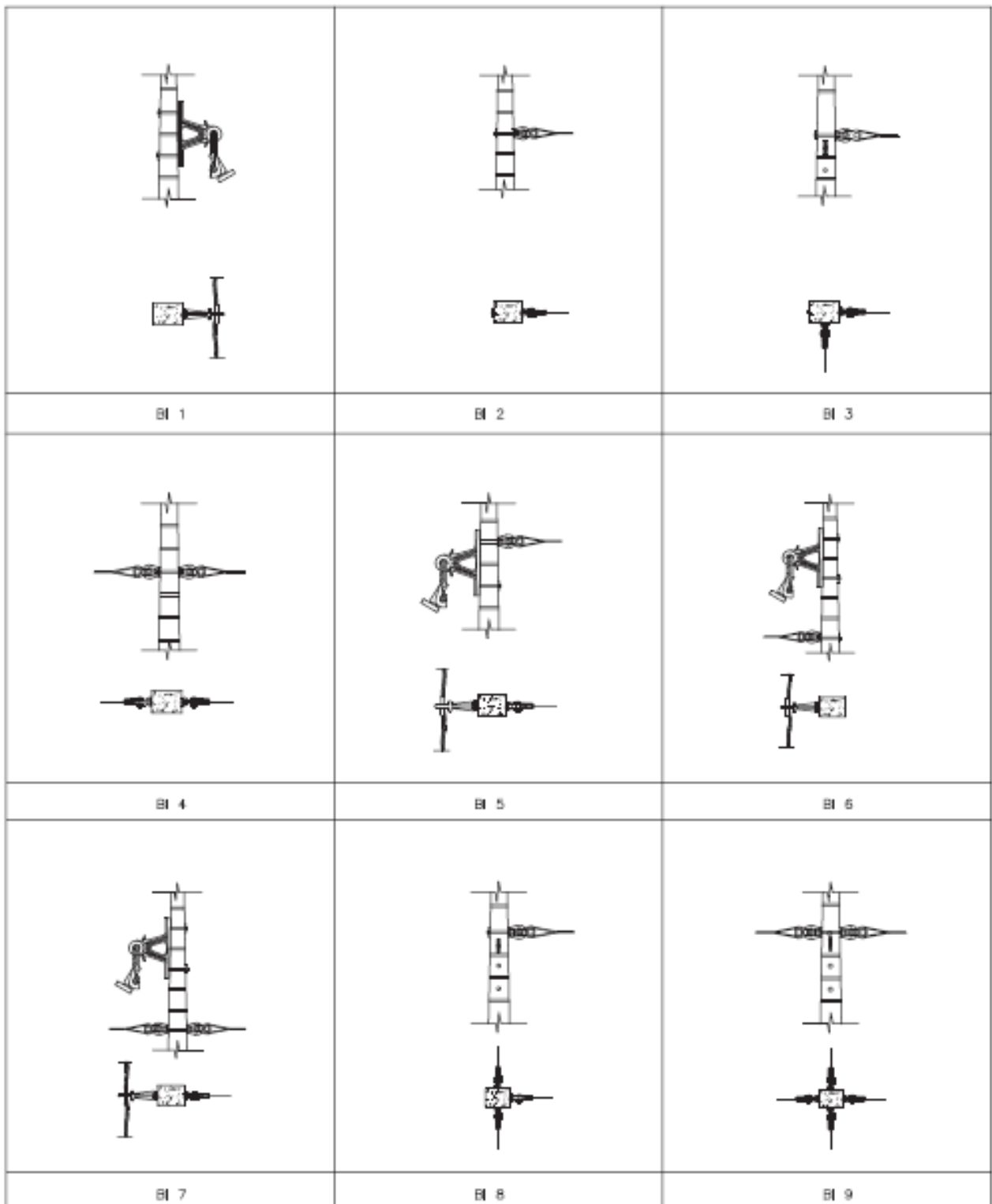
Para rede secundária, tem-se, segundo a norma, as seguintes estruturas convencionais, conforme mostrado na figura 8, definidas também pela angulação.

Figura 8- Estrutura RA2 de sustentação



Fonte: NDU 004

Figura 9-Estruturas convencionais da rede secundária



Fonte: NDU 004

Em relação a aplicação das estruturas mostradas na Figura 9, está destacado a seguir os critérios para o uso de cada uma das estruturas avaliadas.

- Para BI1: Usada em tangência.
- Para BI2: Usada em mudança de rede convencional para rede isolada, ou em fim de linha.
- Para BI3: Usada em dois encabeçamentos a 90°.
- Para BI4: Usada em mudança de bitolas ou em postes com transformadores.
- Para BI5: Usada em tangências com derivações a 90° do lado oposto da rede.
- Para BI6: Usada em tangências com derivações a 90° do mesmo lado da rede.
- Para BI7: Usada em tangências com 2 derivações ou 2 fins de linha ou circuitos diferentes.
- Para BI8: Usada em derivações, fins de linha ou circuitos diferentes quando há a necessidade de 3 encabeçamentos.
- Para BI9: Usada em derivações, fim de linha ou circuitos diferentes, quando há a necessidade de 4 encabeçamentos.

2.4.3 Chaves Fusível

As chaves utilizadas são unipolar, com porta fusível, 100A - 10kA classe 15kv - para proteção contra sobre carga e curto circuito do transformador de distribuição, sendo assim, a escolha do elo é feita de acordo com a potência aparente do Transformador no qual a chave irá proteger segundo a Tabela 1, presente na norma NDU 004.

Tabela 1 –Elo-fusível para transformador monofásico

POTÊNCIA EM KVA	ELO- FUSÍVEL		
	6.582 V	7.964 V	12.700 V
25	3 H	3 H	2 H
15	2 H	2 H	1 H
10	1 H	1 H	1 H
5	0,5 H	0,5 H	0,5 H

Fonte: NDU 006

2.4.4 Transformadores

A substituição dos transformadores e instalação de transformadores é feita com base na avaliação do técnico responsável da obra, a equipe de desenho fica responsável por verificar se os requisitos da norma estão de acordo, como:

- A ligação da rede secundária no transformador é feita diretamente com cabo multiplexado
- Em postes de concreto DT, os transformadores devem ser instalados no lado de maior resistência do poste (mais peso) e voltados para rua. Lembrando que será utilizado a estrutura BI4, responsável por ancorar as redes nos dois lados do poste.

3. Análise de uma obra

Nesta sessão, será feito a análise de uma obra vivenciada pelo autor, com o objetivo de ilustrar e exemplificar o processo de elaboração do projeto, bem como as atividades desenvolvidas durante o estágio

3.1 Avaliação Inicial

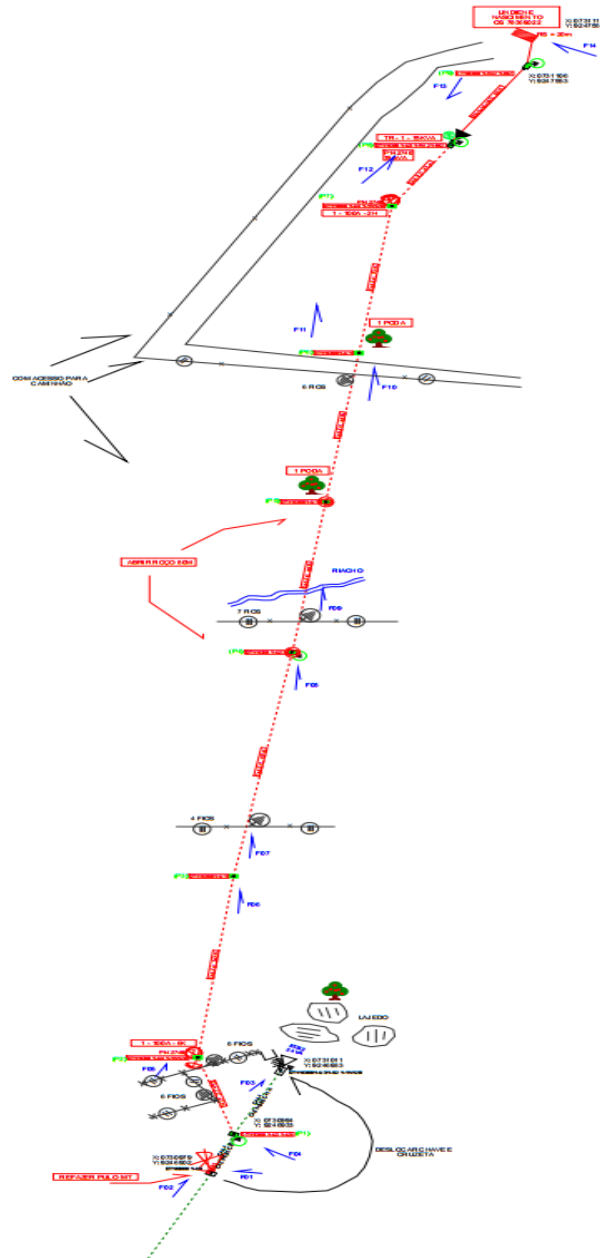
Uma avaliação da condição atual da rede, postes e equipamentos elétricos e as soluções encontradas pela equipe de campo e desenho é feito inicialmente.

Para a obra escolhida, situada na cidade de Santa Luzia, no interior da Paraíba, considerada área rural, tem-se como objetivo de projeto a extensão da rede para atender uma unidade consumidora. Vale salientar que há apenas 2 postes existentes que vão ser modificados, os outros postes serão alocados de acordo com a avaliação da equipe de campo junto com o engenheiro responsável.

3.2 Visualização da Obra

Com o intuito de melhorar o entendimento do projeto, é mostrado, segundo a Figura, uma visualização completa da obra já finalizada com o objetivo de situar melhor o leitor durante a leitura do texto

Figura 10 – Visualização da obra completa



Fonte: Autor

Observando a Figura 10, em relação aos vãos, tudo que estiver de vermelho é referente a condutores que estão sendo instalados na obra, já para os postes, todos que estiverem na cor verde são referentes a instalação de novos equipamentos.

Além disso é possível notar a presença de informações que não fazem parte do projeto elétrico da obra, como a referência de cercas, arborização, características do terreno, rios, depressões entre outras informações importantes para a equipe que executará a obra.

3.3 Análise de Cada Poste

Segundo levantamento da equipe de campo da engeselt, os postes, estruturas e equipamentos que serão modificados no projeto estão expressos na Tabela 2.

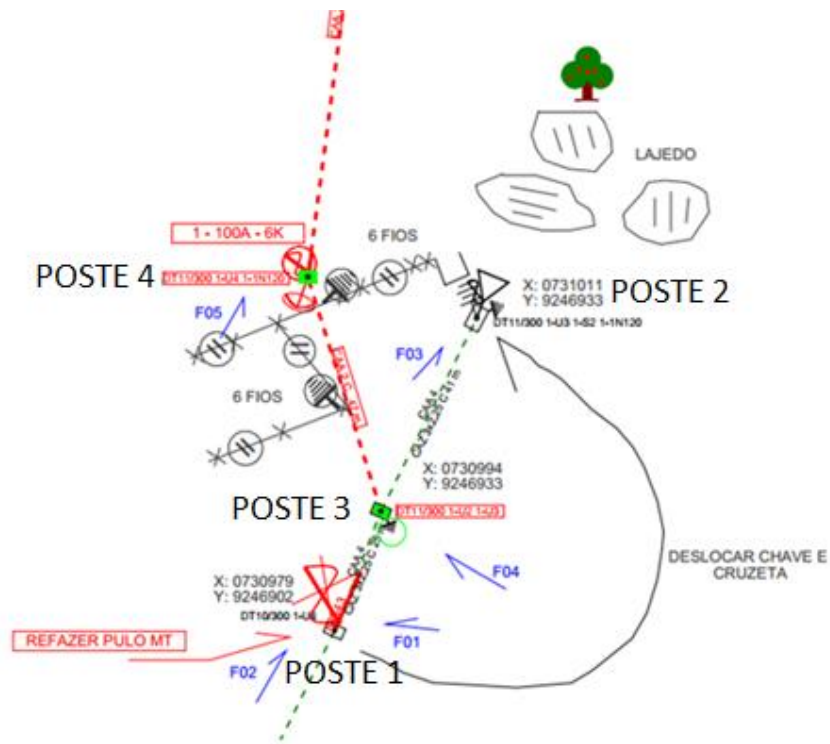
Tabela 2 –Especificações dos postes, estruturas e equipamentos elétricos

POSTES		ESTRUTURAS	EQUIPAMENTOS
POSTE 1(Existente)	10/300	U4	-
POSTE 2(Existente)	11/300	U4/S2/N120	TRANSFORMADOR
POSTE 3(Novo)	11/300	U2/U3	-
POSTE 4(Novo)	11/300	U4/N120	CHAVE FUSÍVEL
POSTE 5(Novo)	11/300	U1	-
POSTE 6(Novo)	11/300	U2	-
POSTE 7(Novo)	11/300	U1	-
POSTE 8(Novo)	11/300	U1	-
POSTE 9(Novo)	11/300	U4/N120	CHAVE FUSÍVEL
POSTE 10(Novo)	11/300	U3/RA2/BI2	TRANSFORMADOR
POSTE 11(Novo)	10/300	RA2/BI2	-
VÃO MT(Novo)	CAA 2		
VÃO BT(Novo)	M2x1x35+35		

Fonte : Autor

Para melhor visualização, a imagem completa do layout da obra no sistema GIS/EO foi recortada em pedaços. Assim para a primeira parte ilustrada na Figura 11, tem-se que:

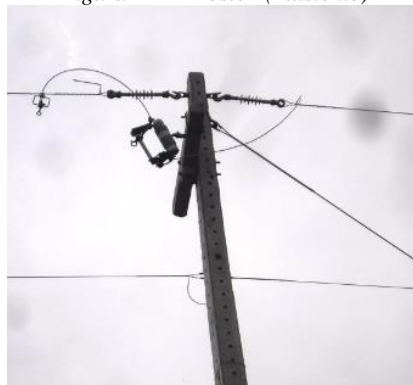
Figura 11 – Layout Final – Parte 1



Fonte: Autor

Para o POSTE 1, existente na rede, ilustrado na Figura 12, é deslocado apenas a chave e cruzeta para o POSTE 2 também existente, com o intuito de proteger o transformador do POSTE 2, ilustrado na Figura 13. Além disso será instalado um poste novo entre os já existentes. E, como não há substituição de vão, torna-se desnecessário a substituição das estruturas.

Figura 12 – Poste 1(Existente)



Fonte: Equipe de Campo da Engeselt

Figura 13 – Poste 2 (Existente)



Fonte: Equipe de Campo da Engeselt

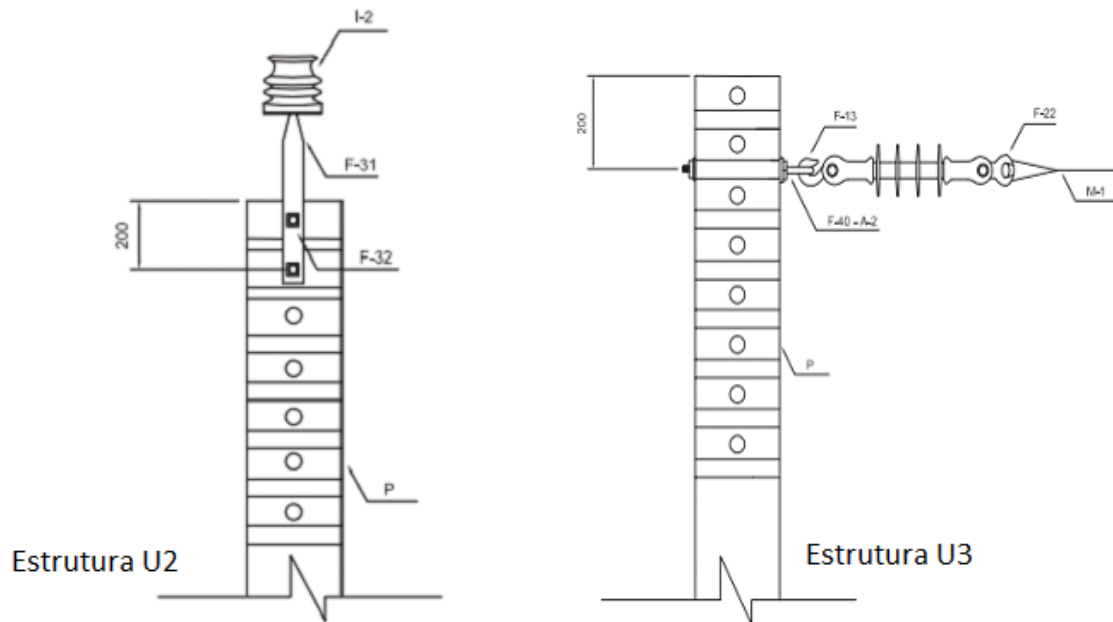
Já para o POSTE 3 instalado, a partir dele será derivado um vão MT no sentido da foto mostrada na Figura 14 . A estrutura U2, representada na Figura 15 é necessária devido a continuidade da rede existente, além disso é preciso instalar a U3 por conta da derivação.

Figura 14 – Poste 3 (Novo)



Fonte: Equipe de Campo da Engeselt

Figura 15 – Estruturas U2 e U3



Fonte: NDU 004

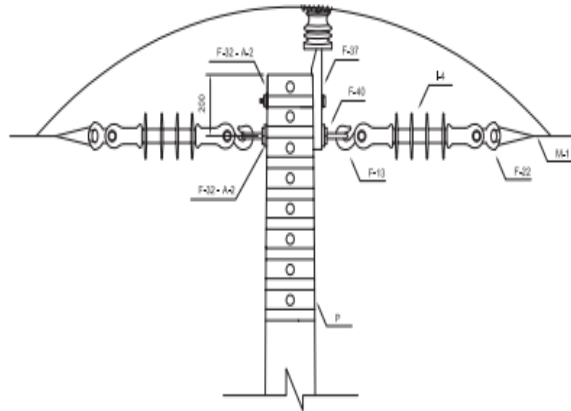
Para o POSTE 4, que será instalado no local mostrado na Figura 16 a estrutura U4, expressa na Figura 17 serve para amarração do condutor, considerando que a angulação feita pelo condutor é quase tangencial., como se trata de uma linha longa até o atendimento do consumidor, é necessário a instalação de uma chave fusível para proteção da rede, bem como sua estrutura de sustentação N120.

Figura 16 – Poste 4 (Novo)



Fonte: Equipe de Campo da Engeselt

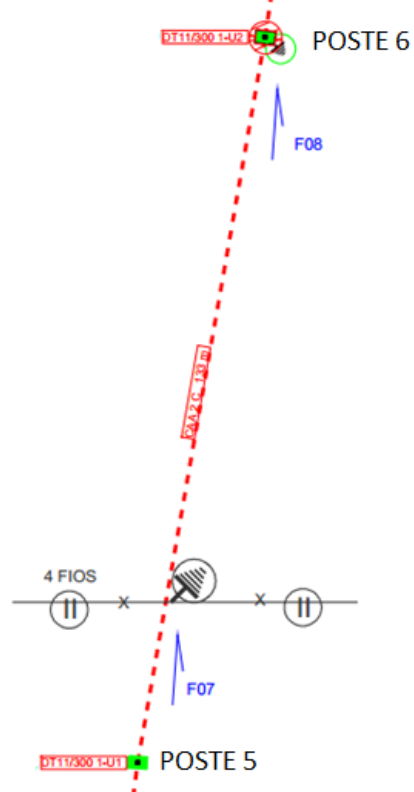
Figura 17 – Estrutura U4



Fonte: NDU 004

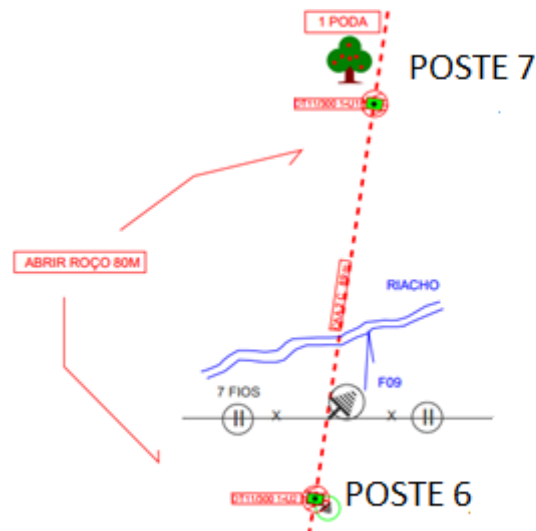
Para o segundo conjunto de postes analisados na obra, temos que para os postes expressos nas Figura 18 e 19 , mais especificamente os POSTES 5 ,6,7 e 8, a rede passará de forma tangencial, assim são utilizadas as estruturas U1, e U2.

Figura 18 – Layout Final – Parte 2



Fonte: Autor

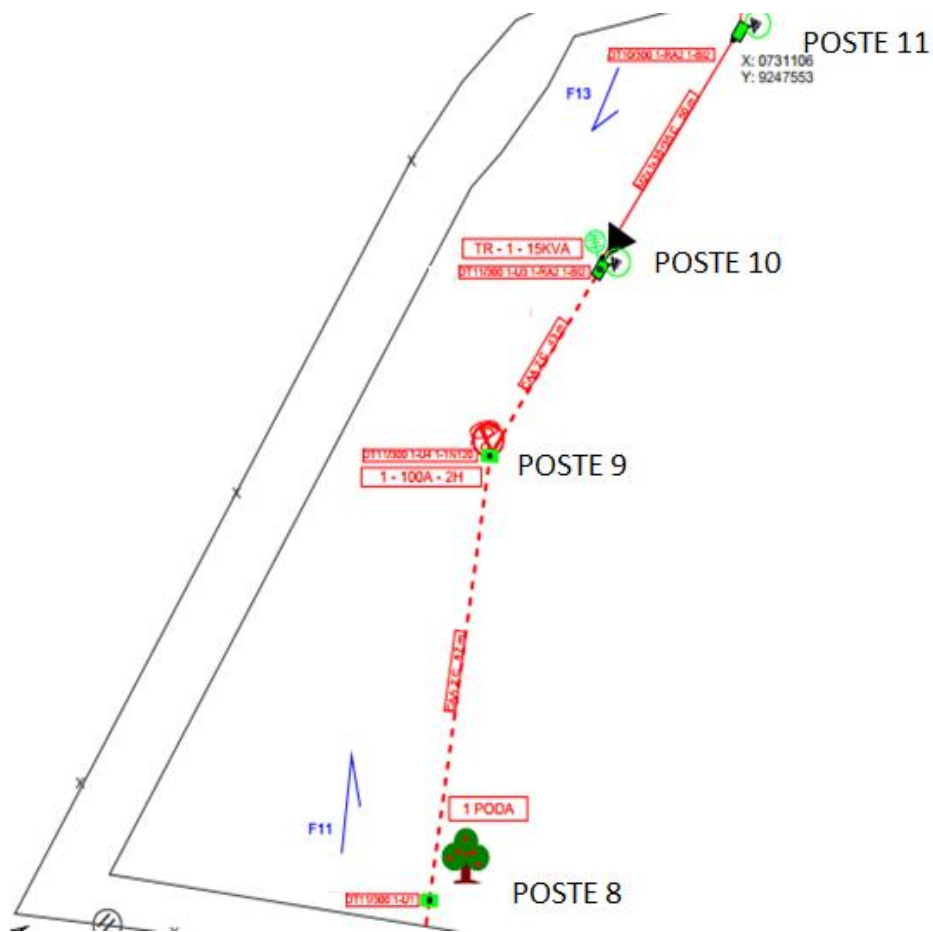
Figura 19 – Layout Final – Parte 3



Fonte: Autor

Como ultima parte da obra será analisado o quatro ultimos postes novos envolvidos no projeto, representados na Figura 20.

Figura 20 – Layout Final – Parte 4



Fonte: Engeselt

Para o POSTE 9 , a estrutura U4 é referente a pequenas angulações, quase tangenciais, torna-se necessário também, a estrutura de sustentação da chave N120 e a instalação de uma chave fusível para proteção do transformador.

Já no POISTE 10 a estrutura U3 caracteriza o fim da rede MT e as estruturas RA2 e BI2, são referente a sustentação do cabo multiplexado instalado e a mudança de cabo da rede MT para rede BT, respectivamente. Além disso, junto com a instalação do transformador de 15kVA há também a instalação obrigatória do aterramento e para-raio, no mesmo poste, com o objetivo de proteger ainda mais o equipamento elétrico de maior custo do projeto.

O POSTE 11 só possui as estruturas RA2 e BI2, sendo o fim da rede BT, e a alimentação da unidade consumidora do cliente. É necessário, nos casos de fim de rede, o aterramento do poste.

Em relação aos cabos condutores, é feito uma análise pela equipe de campo em relação a necessidade. Para a rede MT, foi utilizado o cabo nu CAA com bitola nominal 2 AWG (aproximadamente 6,5mm de diâmetro). Para rede BT, foi utilizado o cabo multiplexado bifásico, de 35mm de diâmetro.

Com a obra completa, o próximo passo é enviar o projeto, no próprio software GIS/EO, para equipe de orçamento, que vai verificar, de forma atenciosa, a quantidade total de postes, estruturas, conectores, entre outros equipamentos elétricos. Fora isso é contabilizada todo o serviço de mão de obra e dos equipamentos referentes a poda, aterramento das cercas, concretagem de poste entre outros.

4. Considerações Finais

Analisando o estágio de uma forma mais completa, e levando em consideração que o estagiário não tinha conhecimento prévio sobre os critérios de elaboração dos projetos, essa experiência profissional se dividiu em dois momentos, o primeiro período foi de adaptação, no qual o estagiário teve que aprender a utilizar o software GIS/EO e estudar bastante a NDU 004. No segundo momento, os erros tiveram que ser diminuídos, visando uma melhor qualidade de projeto.

As atividades que foram desenvolvidas durante o estágio foram de extrema importância para consolidar os conhecimentos adquiridos durante a formação acadêmica. Algumas Disciplinas foram necessárias ao estágio, como por exemplo, sistemas de energia, proteção de sistemas elétricos, instalações.

Porém o aprendizado adquirido durante a realização do estágio não se restringe unicamente a formação profissional, pude notar uma evolução nas relações interpessoais, tomada de decisões, bom senso, e capacidade de argumentação.

5. Referências Bibliográficas

[1] ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA. “A empresa” Disponível em:< <http://www.engeselt.com.br>> Acesso em 01 de Maio de 2019.

[2] NDU 004 - INSTALAÇÕES BÁSICAS PARA CONSTRUÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO URBANA, 2016. Disponível em [:https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx](https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx): Acesso em 21 de Dezembro de 2018.

[3] NDU 006 – CRITÉRIOS BÁSICOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS URBANAS, 2016. Disponível em [:https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx](https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx): Acesso em 21 de Dezembro de 2018.

[4]Manual de equipamentos elétricos / João Mamede Filho. – 3. Ed. – Rio de Janeiro : LCT, 2011.

[5] Padrão - Cabos de alumínio NU CA e CAA. Disponível em [:http://www.borealfiosecabos.com.br/produto/cabo-aluminio-nu](http://www.borealfiosecabos.com.br/produto/cabo-aluminio-nu):

[6] Padrão - Cabos Multiplexados de Alumínio. Disponível em [:http://www.fecoergs.com.br/anexos/materiais_equipamentos/007-01-58CABOS%20DE%20ALUMINIO%20MULTIPLEXADOS_02-09-2010.pdf](http://www.fecoergs.com.br/anexos/materiais_equipamentos/007-01-58CABOS%20DE%20ALUMINIO%20MULTIPLEXADOS_02-09-2010.pdf):