



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

**Relatório de Estágio Supervisionado
ENGESELT – ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA**

VICTOR HUGO DOS SANTOS GERMANO

12 de julho de 2019
Campina Grande - PB

VICTOR HUGO DOS SANTOS GERMANO

ENGESELT – ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em 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

George Rossany Soares de Lira

Orientador

12 de julho de 2019

Campina Grande - PB

ENGESELT – ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em 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 específica de formação: Eletrotécnica

Aprovado em: / /

George Rossany Soares de Lira

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

Pablo Bezerra Vilar

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Dedico este trabalho a minha avó, Maria da Paz Brandão, e minha bisavó, Audália Maria Marques, que muito fizeram para que eu pudesse estar aqui. Saudades eternas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer àquelas pessoas que considero a base de tudo pra mim: minha bisavó Audália, meus pais Augusto e Neuma e meus avós que muito lutaram para que pudesse estar aqui, tendo mais essa conquista que lhes dá muito orgulho e felicidade. Também grato aos demais familiares, entre tios, tias e primos que me incentivaram a ver a carreira que escolhi como uma decisão certa.

Aos amigos que estão na minha terra natal, Juazeiro do Norte - CE, cuja a distância e o tempo não foram empecilhos para nossa relação consolidada e honesta em várias formas. E aos amigos que fiz em Campina Grande - PB, cidade que me abraçou com muito carinho nesses 5 anos, por terem me dado conforto e apoio nas horas mais difíceis, seja com momentos de lazer, uma sugestão ou um abraço, pretendo guardar tudo isso comigo.

As novas e fortes amizades que fiz pela ENGESELT de Campina Grande, que me deram lições de humildade e trabalho árduo, além de tornarem os dias que permaneci por lá muito mais especiais. Um abraço para minha colega Rossana, mentora e apoiadora para todas as eventualidades.

Aos colegas e professores da UFCG e do Departamento de Engenharia Elétrica que contribuíram para que eu alcançasse os objetivos ao exercer o estágio supervisionado. Com destaque ao professor orientador George Lira.

“A tarefa de viver é dura, mas fascinante.”

Ariano Suassuna.

RESUMO

Este relatório contém a descrição das atividades realizadas pelo aluno Victor Hugo dos Santos Germano na empresa ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA relativas ao estágio supervisionado exercido durante o período de 21/01/2019 até 21/06/2019.

As atividades que serviram de consolidação da formação foram realizadas em escritório, situado na central de planejamento da filial em Campina Grande - PB, procedendo na análise de projetos para atualização da base que descreve a Rede Elétrica de Distribuição sob responsabilidade de um grande cliente, estabelecendo o controle de qualidade, e finalmente concebendo o desenho e atualizando a base que mapeia a rede elétrica.

Atuando como engenheiro eletricista, foi realizado uma análise das atividades técnicas avaliando o gerenciamento, planejamento e controle da produção voltada às notas de serviço para atualização da base pela ENGESELT da regional centro (Campina Grande - PB).

Palavras-chave: ENGESELT, Distribuição de Energia Elétrica, Engenharia Elétrica.

ABSTRACT

This report contains a description of the activities carried out by the student Victor Hugo dos Santos Germano in the company ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS ELÉTRICOS LTDA related to the Supervised Internship during the period from 01/21/2019 until 06/21/2019.

The activities that served to consolidate the academic training were carried out in an office, located in the planning center of the regional branch in Campina Grande - PB, proceeding in the analysis of projects to update the map that describes the Electric Power Distribution under responsibility of a large client, establishing the quality control, and finally drawing and updating the data base of the power grid.

Acting as an electrical engineer, an analysis of the technical activities was carried out, evaluating the management, planning and control of the production focused on the service notes for updating the data base by the ENGESELT – Campina Grande.

Keywords: ENGESELT, Electric Power Distribution, Electrical Engineer.

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica.

BT Baixa Tensão.

CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais.

CNAE Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

CNPJ Cadastro de Pessoa Jurídica.

CONEM Comissão de Normalização da CEMIG.

DEE Departamento de Engenharia Elétrica.

ELETROPAULO Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A.

ENERGISA - MATO GROSSO Energisa Mato Grosso – Distribuidora de Energia S/A.

ENERGISA BORBOREMA Energisa Borborema – Distribuidora de Energia S/A.

ENERGISA PARAÍBA Energisa Paraíba – Distribuidora de Energia S/A.

ENGESELT Engenharia e Serviços Elétricos LTDA.

MT Média Tensão.

ND Norma de Distribuição.

PRORDR Projetos de RDRs.

RDR Redes de Distribuição Aéreas Rurais.

UFCG Universidade Federal de Campina Grande.

Lista de Figuras

1	Mapa da Engeselt no Brasil onde atua (laranja) ou já atuou (cinza escuro).	14
2	Estruturas aplicadas em tangências.	20
3	Estruturas aplicadas em ângulos e tangências.	20
4	Estruturas aplicadas em derivações e fins de linha.	20
5	Estruturas aplicadas e amarrações e mudanças de bitola do condutor.	21
6	Interface do <i>Smallworld Electric Office</i>	22
7	Controle Individual de Projetos.	23
8	Sistema GEMINI de mapeamento e gerenciamento da rede elétrica.	24
9	Folha de Campo com a Solicitação do Serviço a CEMIG.	25
10	Sistema SAP mostrando o passo de andamento de uma obra.	26
11	Acompanhamento de uma NS pelo sistema GEDEX.	27
12	NS 1121213584: projeto de modificação de uma rede urbana.	28
13	NS 1121213584: detalhes da Nota de Serviço.	29
14	NS 1121213584: detalhes da Nota de Serviço.	29
15	NS 1121213584: atualização das base ATLANTIS.	30
16	NS 1121213584: processo de conciliação do material.	30
17	NS 2500213479: projeto de coordenação da proteção.	31
18	NS 2500213479: atualização das base ATLANTIS.	32
19	NS 2500213479: mapeamento do processo de coordenação da proteção.	32

Sumário

Lista de Abreviaturas e Siglas	9
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 SOBRE A ENGESELT	14
3 EMBASAMENTO TEÓRICO	16
3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS	16
3.2 CONDUTORES E NÍVEIS OPERACIONAIS DE TENSÃO	17
3.2.1 Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais - ND 2.2	17
3.2.2 Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas - ND 3.1	18
3.3 ESTRUTURAS	19
3.4 <i>GE's Smallworld™ Electric Office</i>	21
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS - PROJETO CEMIG	23
4.1 INFORMAÇÕES GERAIS - PROJETO CEMIG	23
4.2 NS 1121213584 - PROJETO DE MODIFICAÇÃO DA REDE ELÉTRICA EM ZONA URBANA	27
4.3 NS 2500213479 - MANUTENÇÃO NA REDE ELÉTRICA RURAL PARA COORDE- NAÇÃO DA PROTEÇÃO	31
5 CONCLUSÃO	33
6 REFERÊNCIAS	34
A ANEXO	35
A.1 CEMIG: Simbologia Aplicada à Rede de Distribuição	35

1 INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado reportado por este trabalho foi realizado pelo aluno Victor Hugo dos Santos Germano, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa ENGESELT ENGENHARIA E SERVIÇOS LTDA. O estágio foi realizado no período de 21/01/2019 até 21/06/2019, com uma carga horária semanal de 30 horas semanais, totalizando assim 651 horas. O estágio foi realizado no Departamento Técnico da Regional Centro da ENGESELT sob supervisão técnica de Nelson Calixto Ferreira e orientação do professor Dr. George Rossany Soares de Lira do DEE da UFCG.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram realizadas em campo e em escritório, sob o ponto de vista técnico análises e acompanhamento de solicitações de clientes referentes a projetos de redes de distribuição de energia elétrica rural e urbana; além da análise de croquis, avaliando o objetivo das notas de serviço, localização dos projetos na base de dados, conciliação de materiais das obras e finalmente concebendo o desenho e atualizando a base que mapeia a rede elétrica.

Desta forma, são apresentadas neste relatório, as atividades realizadas durante o estágio supervisionado.

1.1 OBJETIVOS

O ingresso na modalidade de estágio obrigatório procedeu primeiramente por evento das oportunidades que surgiram e se tornaram mais adequadas ao encerramento do curso, tomando como critério de seleção a correlação do estágio à área da eletrotécnica. Ainda que fosse uma condição inadequada para traçar algum propósito, fora possível listar alguns objetivos durante o exercício do estágio.

Alguns desses objetivos podem ser destacados: conhecer as etapas da produção de um projeto na rede de distribuição elétrica; obter alguma experiência quanto às aplicações que envolvem a engenharia elétrica no mercado de trabalho; compreender sobre a gerência, planejamento e controle do processo produtivo de uma nota de serviço de distribuição.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado de acordo com a sequência apresentada abaixo:

Capítulo 01: Introdução, com a descrição formalizada do estágio supervisionado de acordo com o regimento da UFCG;

Capítulo 02: Descrição formal da empresa, que inclui seu histórico e sua atual gama de atuação no mercado brasileiro;

Capítulo 03: Descrição dos conhecimentos essenciais para a atividade exercida na empresa aliada a dois fatores: a metodologia aplicada e o material para realização de projetos (*softwares* licenciados para uso na empresa);

Capítulo 04: Relato individual das atividades exercidas durante o estágio supervisionado;

Capítulo 05: Conclui-se a documentação, detalhando as etapas e eventos que venham a ser de interesse na avaliação da atividade exercida, bem como a descrição sobre as habilidades desenvolvidas e como elas afetam na formação profissional.

Engenharia Elétrica

- Levantamento, cadastro e projetos em subestações;
- Projetos de linhas de distribuição e transmissão;
- Projetos prediais e residenciais;
- Fiscalização de obras elétricas;
- Incorporação de rede (Resolução 229 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL));
- Levantamento, cadastro e projetos de iluminação pública;
- Levantamento, cadastro e projetos em redes de distribuição aéreas e subterrâneas.

Telecomunicações

- Levantamento, cadastro e projetos de cabeamento com fibra óptica;
- Projeto de adequação de redes.

Topografia

- Levantamento topográfico e georreferenciamento.

Civil

- Projeto e instalação de prevenção e combate a incêndios;
- Projeto de instalações telefônicas, dados e som;
- Projeto e instalação de automação residencial;
- Projeto e instalação de climatização;
- Projetos e instalações hidrossanitárias;
- Projeto e instalação de sistema de gás.

Arquitetura

- *Layout* e ambientação;
- Paisagismo
- Projeto e instalação de automação residencial;
- Projeto e instalação de climatização;.

A ENGESELT integra o Programa Paraibano da Qualidade (PPQ) e faz uso também do Modelo de Excelência em Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ).

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

A regional centro (Campina Grande - PB) presta serviços ao setor de distribuição de energia elétrica, cabendo ao estágio conhecimento sobre os aspectos gerais de distribuição, fornecidas pelas disciplinas da área de concentração Eletrotécnica. A consolidação do estudo preliminar em sala de aula se deu pelo discernimento das normas técnicas vigentes da região ao qual o estagiário tomou responsabilidade, no caso em questão, da CEMIG.

A CEMIG disponibiliza publicamente para consulta suas normas técnicas. As que serão destacadas para a descrição de condutores e níveis operacionais de tensão do sistema são compostas pela Norma de Distribuição ND - 2.2 (Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais) e ND - 3.1 (Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas). São extraídos, além da ND - 2.2, a norma que trata sobre Instalações Básicas de Redes de Distribuição Compactas (ND - 2.9) e Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas[1-4].

Conjuntamente são notificados os chamados Comunicados Técnicos, que fazem parte da atualização das normas de distribuição de energia elétrica.

3.1 DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

Os aspectos gerais de como a rede de distribuição do Sistema Elétrico de Potência (SEP) deve atuar são definidos por normas, e mostrados na disciplina de Distribuição de Energia Elétrica, trazendo consigo não apenas o funcionamento dos equipamentos que compõem a rede, mas também como serão interligados, tanto para sistema primário como o secundário, sob os mais diferentes aspectos que envolve o perfil da demanda, como a carga instalada e o fator de demanda, previsto pela Resolução Normativa da ANEEL nº 414. A escolha do tipo de sistema de distribuição a ser implementado depende de fatores como: qualidade do serviço desejada, disponibilidade de recursos e taxa de retorno de capital fixada[5]. Estabelecendo como critério de qualidade:

- Continuidade do serviço;
- Regulação de tensão;
- Segurança;
- Confiabilidade;
- Simplicidade de Operação;
- Flexibilidade;
- Facilidade de manutenção.

Para as normas nacionais e internacionais que abordam sobre a proteção de sistemas elétricos, e exibidos em uma disciplina específica da graduação, é de conhecimento o uso de equipamentos para proteção contra curto-circuitos e contra sobretensões na rede, além das normas que indicam como são feitas as ligações deste equipamentos de proteção à rede elétrica condicionado ao nível de aterramento, a exemplo da ABN - NBR 5287 (1988) e ABNT NBR 5424 (2011)[6]. Estes e outros equipamentos estão associados a um sistema de proteção que deve atender a requisitos básicos de proteção, são eles:

- Confiabilidade na atuação em caso de defeito, e apenas neste caso;
- Sensibilidade, reduzindo ao máximo a faixa de incerteza de atuação da proteção;
- Velocidade, atuando da forma mais breve possível;
- Seletividade, desligando a menor parte possível do sistema;
- Economia, estando compatível o custo da proteção com o custo e importância da rede elétrica a ser protegida.

3.2 CONDUTORES E NÍVEIS OPERACIONAIS DE TENSÃO

É descrito as normas que servirão de base para avaliação e validação de projetos da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) para condutores e o nível de tensão a qual toda uma rede elétrica associada aos terminais do transformador referente estará submetida.

Para os casos apresentados a seguir, na elaboração das listas de materiais estão previstos apenas os materiais básicos e que tenham maior relevância. Devem ser observadas as seguintes unidades para os elementos constantes das listas de materiais:

- Condutores nus, cabo de aço e fio aluminizado coberto - kg (quilograma);
- Condutores isolados e cobertos - m (metros).

3.2.1 Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais - ND 2.2

A norma define as instruções para Redes de Distribuição Aéreas Rurais (RDR), na área de Concessão da CEMIG[1]. Pode-se listar alguns de seus padrões que servirão de base para projetos na prestação de serviço da concessionária:

- Definido para sistemas trifásicos e monofásicos, nas tensões primárias de 13.800V e 7.967V;
- O sistema contém neutro multiterrado e interligado à malha de terra das subestações;
- São utilizados condutores de alumínio nus com alma de aço, tipo CAA, nas bitolas: 21 mm² (4 AWG), 34 mm² (2 AWG), 54 mm² (1/0 AWG), 107 mm² (4/0 AWG), 170 mm² (336,4

MCM). O primeiro e o último vão de um novo ramal, ambos com até 80 metros, podem ser construídos com cabo CA. No trecho da RDR com cabos CAA, o condutor neutro deverá ser de aço aluminizado 1N5 (nu ou coberto), 1N2 ou 3N5;

- O *software* padrão PRORDR é obrigatoriamente utilizado para projetos com extensão acima de 300 metros, permitindo que longos trechos de redes que não aplique estais laterais. Evita-se o uso de estais laterais em regiões que dificultem a sua instalação;
- A descrição dos materiais refere-se àquela padronizada pela CONEM - Comissão de Normalização Eletromecânica da CEMIG;

As instalações apresentadas nesta norma são aquelas mais comumente projetadas na rede aérea rural. Outros arranjos podem ser obtidos tomando-se estas instalações como base, respeitando-se as distâncias mínimas indicadas mais profundamente na norma em conjunto a consulta do Setor de Engenharia da CEMIG, para avaliação dos esforços mecânicos na estrutura.

Em locais com dificuldades ou impossibilidades de instalação de estais (lavoura tratorável, impedimento pelo proprietário em obra urgente, haras, presença de árvores de madeira de lei...) a área da Cemig responsável pelo projeto pode autorizar a execução do mesmo com condutores CA, nas bitolas 2 AWG, 1/0 AWG, 4/0 AWG ou 336,4 MCM. Isto minimiza problemas com estais, já que redes com condutores CAA envolvem muitos estais, principalmente, nas estruturas de ancoragem.

3.2.2 Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas - ND 3.1

Esta norma tem por objetivo fixar os critérios básicos para projetos de redes de distribuição aéreas urbanas, de modo a garantir as mínimas condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias a um adequado fornecimento de energia elétrica[4].

São apresentados os critérios básicos para dimensionamento, proteção, seccionamento de redes primárias e secundárias, instalação e dimensionamento de postes e estruturas (cap), além da metodologia de elaboração e apresentação de projeto.

Aplica-se a redes de distribuição aéreas situadas dentro do perímetro urbano de cidades, vilas e povoados, abrangendo as redes convencionais, compactas e isoladas, incluindo projetos de expansão, reforma e reforço.

Para critério de comparação com a rede rural, foram destacados alguns padrões para níveis de tensão e condutores:

- A rede primária será trifásica a 4 fios ou monofásica a 2 fios, sendo o neutro multiaterrado e conectado à malha de terra da subestação de distribuição. A saídas de subestações serão sempre trifásicas;

- As tensões nominais padronizadas da rede primária são de 13.800/7.967V, 22.000/12.700V e 34.500/19.920V; Para a rede secundária alimentada por transformadores trifásicos é de 220/127V; enquanto para transformadores monofásicos 240/120V.
- Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede primária são do tipo CA cobertos e isolados. As seções padronizadas são:
 - Redes compactas: 50mm² (15/24.2kV), 70mm² (36.2kV), 150mm² (15/24.2/36.2kV), e em casos específicos sob autorização do Setor de Engenharia 185mm² (15kV);
 - Redes isoladas: 3x1x50mm² + 9,5mm; 3x1x120mm² + 9,5mm; e 3x1x185mm² + 9,5mm para o nível de tensão 15kV.
- Os condutores a serem utilizados nos projetos de rede secundária são do tipo isolado multiplexados:
 - 2x1x35 + 70mm² (exclusivo para iluminação pública, alimentação do controle dos religadores de rede e bancos de capacitores automáticos);
 - 2x1x70 + 70mm²; 3x1x70 + 70mm² e 2x1x35 + 70mm² para uso comum;
 - 3x1x35 + 70mm² apenas aplicado em ramais de ligação.
- em Redes de Distribuição Aéreas Isoladas, materiais referentes ao condutor neutro (mensageiro), estão relacionados juntamente com os materiais da Rede Secundária.

3.3 ESTRUTURAS

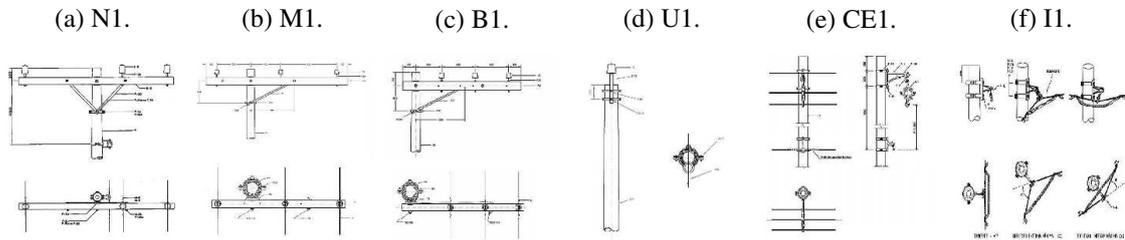
As estruturas em normas não apresentam uma formalização de acordo com o nível primário ou secundário de tensão e sim pelo tipo de projeto a ser elaborado (rural, rede compacta ou isolada). Sendo então rearranjado uma sequência mais didática sobre o tipo de estruturas que foram aplicadas em projetos atuando pela CEMIG:

Na rede de distribuição primária, as estruturas convencionais são denominadas N (normal), M(meio beco), B(beco), U (monofásicas), CE (rede compacta), e I (isolada). A representação isolada de cada tipo de estrutura torna o conteúdo mais sucinto, mas para título de informação, é necessário observar combinações destas estruturas em um mesmo poste e para um mesmo nível que possa operar sob condições não previstas na lista abaixo, como por exemplo, angulações acima de 60°(graus).

- N1, M1, B1, U1, CE1 e I1

Estruturas ditas "passantes". Aplicadas em tangências, podendo ser também empregadas em ângulos de até 20° (graus), como observado na Figura 2.

Figura 2: Estruturas aplicadas em tangências.

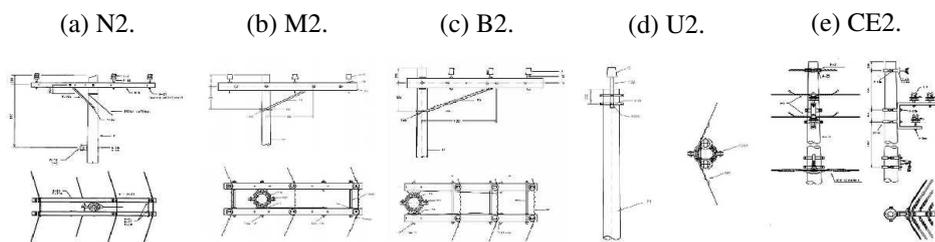


Fonte: CEMIG / ANEEL, 2019.

- N2, M2, B2, U2, e CE2

Na Figura 3 é mostrado a lista de estruturas "passantes" com ângulo, também podendo ser empregadas em tangências, e além de serem usadas como fim de linha para condutores de alumínio 2 AWG (CA2).

Figura 3: Estruturas aplicadas em ângulos e tangências.

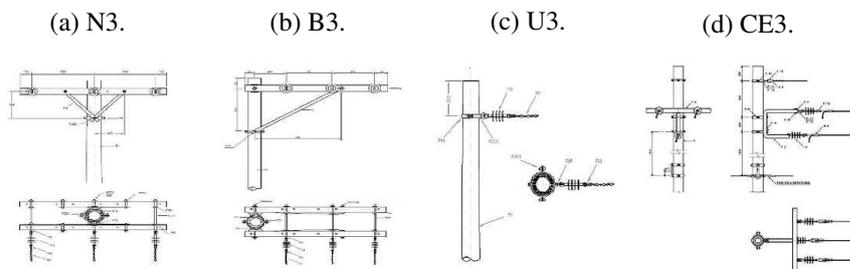


Fonte: CEMIG / ANEEL, 2019.

- N3, B3, U3, e CE3

São usadas em derivações de rede e fins de linha.

Figura 4: Estruturas aplicadas em derivações e fins de linha.

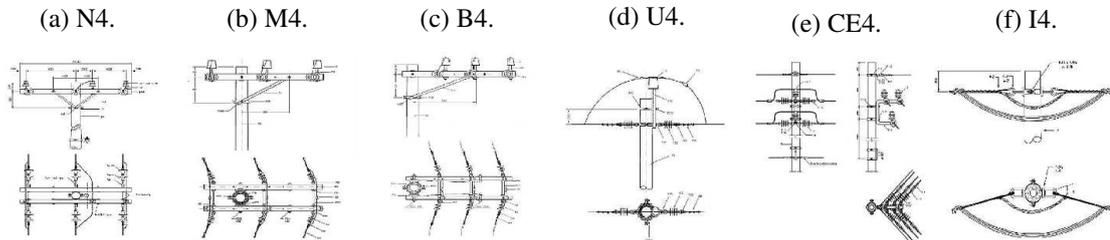


Fonte: CEMIG / ANEEL, 2019.

- N4, M4, B4, U4, CE4 e I4

Estruturas denominadas "de amarração", usadas em ângulos de até 60° (graus) e em mudança de bitolas de condutores.

Figura 5: Estruturas aplicadas e amarrações e mudanças de bitola do condutor.



Fonte: CEMIG / ANEEL, 2019.

Para estruturas na rede de baixa tensão aplicadas nos projetos da CEMIG, as classificações se dão por três características, a condição submetida ao condutor (passante, com ângulo, derivação ou amarração), condição de isolamento (cabo aberto ou isolado) e o número de ativos (fases) que serão associados a estrutura. Será listado logo abaixo os principais tipos:

- S1N, S12N, S13N e SI1R.

Estruturas aplicadas em tangências, respectivamente para cabos abertos (além do neutro, 1, 2 ou 3 ativos) e SI1R para cabos isolados (multiplex);

- S2N, S22N, S23N.

Estruturas aplicadas em ângulos, apenas para cabos abertos contendo respectivamente 1, 2 e 3 ativos mais 1 neutro.

- S3R, S32N, S33N e SI3R.

Estruturas aplicadas em derivações da rede BT. Estão definidas para cabos abertos (contendo, além do neutro, 1, 2 ou 3 ativos) e SI3R para cabos isolados (multiplex).

- S4R, S42N, S43N e SI4R.

Estruturas para conexões "de amarração". São aplicadas em cabos abertos (contendo 1, 2 e 3 ativos mais 1 neutro) e SI4R para cabos isolados (multiplex).

3.4 GE's Smallworld™ Electric Office

O conjunto de soluções em *software Electric Office* (EO), desenvolvido pela empresa *General Electric* fornece o gerenciamento de recursos geoespaciais para usuários que necessitam de aplicações envolvendo planejamento, projeto e análise de redes elétricas, manutenção e operações.

Dentre os usuários no Brasil, estão as próprias concessionárias de energia elétrica, como a CEMIG e a ENERGISA PARAÍBA, e também uma quantidade considerável de empresas prestadoras de

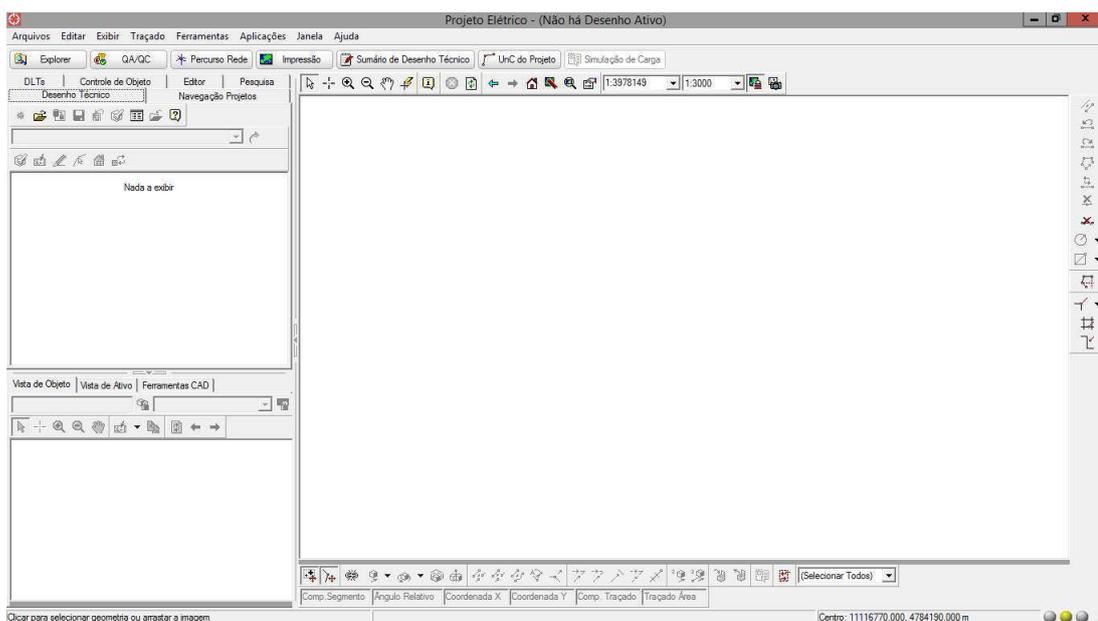
serviço envolvidas na área de distribuição da energia elétrica, entre elas a ENGESELT. No projeto CEMIG o *software* é particularmente denominado sistema ATLANTIS.

Alguns benefícios indicados pelo *site* referencial do produto são úteis para entender a escolha da ferramenta pela ENGESELT:

- Suporte para configuração simples e pequenas extensões;
- Uma visão precisa da rede elétrica em toda a empresa, eliminando inconsistências de dados de ativos (números identificadores de cada elemento da rede elétrica);
- Redução de custos e complexidade da interface;
- Redução de custos por instalação, operação e atualização.

O ambiente da EO/ ATLANTIS apresenta partes que podem ser esplanadas conforme abaixo. Maior e mais centrado, está a área de interface gráfica para visualização ou atuação. Bem abaixo da área de interface gráfica, concentra-se o sistema de coordenadas e conjunto de medidas referenciais (métricos e angulares). À esquerda, existe o conjunto de ferramentas que indicam (e servem para indicar) os dados referentes ao tipo de equipamento e sua identificação (fator que evita inconsistência de dados), além de incluir a navegação de projetos, que mostra o conjunto de notas de serviço atuantes pelo cliente, cada qual com a numeração do operador responsável e sua fase no processo de produção. Na parte superior é encontrado as ferramentas avançadas para criação de novos desenhos, acompanhamento do projeto e avaliação de erros.

Figura 6: Interface do *Smallworld Electric Office*.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS - PROJETO CEMIG

A gerência da regional centro da ENGESELT, que se situa em Campina Grande decidiu que o estágio estivesse vinculado ao projeto CEMIG. Ao decorrer deste capítulo será descrito sobre as informações gerais das atividades do projeto, e a atuação sobre duas obras distintas, especificamente escolhidas para serem submetidas à análise de engenharia.

4.1 INFORMAÇÕES GERAIS - PROJETO CEMIG

Ao iniciar suas funções pela ENGESELT, é exposto previamente a estrutura do local, as referente zonas operacionais, mapa de risco, normas internas e horários de funcionamento. Os primeiros dias são destinados ao treinamento do estagiário, sendo designado para tutor um funcionário com conhecimento amplo da operação do sistema.

Numa avaliação prévia da área de Engenharia de Controle, especificamente da disciplina Gerenciamento, Planejamento e Controle da Produção, verificou-se que o banco de dados da empresa sediada em Campina Grande interagia com o funcionário a partir de planilhas que certificavam o acompanhamento dos projetos e a evolução da produção, estipulando metas mensais. É importante esclarecer que estes registros com metas são aplicados exclusivamente ao quadro de funcionários efetivos. No caso dos estudantes em estágio, o material de acompanhamento e a contabilidade de notas de serviço (NS) destinava-se para rastreamento das obras e seus *status*.

Figura 7: Controle Individual de Projetos.

PONTUAÇÃO										ACOMPANHAMENTO		
NS	DATA DE LIBERAÇÃO	SITUAÇÃO	DATA INÍC	DATA GD	LQ	INSTALADO	ATUALIZADO	EQUIPAMENTO	CLIENTE	OBSERVAÇÕES	SERV	CONCLUSÃO
1118830275	04/06/2019	SAP ERP	04/06/2019		233	1						
1118840271	04/06/2019	SAP ERP	04/06/2019		233	3				DIVERGÊNCIA DE MATERIAL: 1POSTE MT1300 E NÃO 2	SIM	
1117194083	04/06/2019	SAP ERP	04/06/2019		233	2				DIVERGÊNCIA DE MATERIAL TODOS OS CABOS NÃO CORRRE	SIM	
1101217890	04/06/2019	SAP ERP	04/06/2019		233	6				DIVERGÊNCIA DE MATERIAL: NÃO TEM CORDALHA	SIM	
1116757623	14/06/2019	SAP ERP	17/06/2019		355	2					SIM	
1120893087	14/06/2019	SAP ERP	17/06/2019		355	1					SIM	
2500195357	19/06/2019	SAP ERP	19/06/2019		363	1				OK	SIM	
2500195519	19/06/2019	SAP ERP	19/06/2019		363	1				OK	SIM	
2500195546	19/06/2019	SAP ERP	19/06/2019		363	1				OK	SIM	
2500195536	19/06/2019	NS BUILT VALIDADI	19/06/2019		363	1				OK		
2500193336	19/06/2019	SAP ERP	19/06/2019		363	1				OK	SIM	

Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

O projeto CEMIG consta de um princípio: a atualização do mapeamento da rede elétrica no ambiente *Electric Office/ATLANTIS* onde a concessionária é atuante. A renovação é aplicada tanto para as novas demandas, criadas mais recentemente a partir do levantamento de campo pela equipe da ENGESELT que atua em Minas Gerais, quanto para o histórico de projetos que estavam bloqueados no processo de atualização do cadastro, chamados de pendências.

Antes, a CEMIG fazia uso do GEMINI (visto na Figura 8), que trata-se de um sistema AM/FM integrando o mapeamento com o gerenciamento da rede de distribuição elétrica. Seu uso está sendo

paulatinamente substituído no processo de atualizações da base de dados no *Electric Office*, e seu uso atualmente se resume em consultas de referenciais geográficos no caso de obras onde no desenho revisado em AutoCAD sejam diagnosticadas incoerências de seu sistema de coordenadas ou mesmo em casos especiais para qual a base no ATLANTIS esteja extremamente desatualizada.

Figura 8: Sistema GEMINI de mapeamento e gerenciamento da rede elétrica.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

Além das especificações do ATLANTIS, os objetivos que levaram a CEMIG a adotá-la podem ser elaborada como uma lista de objetivos:

- Fazer uso de uma ferramenta com aplicação exclusiva para redes elétricas, que sua funcionalidade inclua um único Sistema de Informações Geográficas (GIS) para o projetista;
- Otimizar e padronizar os processos de cadastro do projeto;
- Elaborar um sistema de Gestão de Ativos em prol de associar a representação geográfica aos dados contábeis;
- Incorporar ferramenta de cálculo mecânico na solução;
- Automação de conciliação das listas de materiais e orçamentos através da integração do ATLANTIS-GIS com o Sistema de Análise de Projeto (SAP);

Dados os objetivos, prossegue-se com todas as etapas que levam até a atuação do estagiário. Primeiramente, inicia-se o processo de Recepção e Triagem: a demanda é gerada a partir da solicitação do usuário ou do Setor de Engenharia a CEMIG para realização de um serviço (vide Figura 9).

É gerado também uma *tag* chamada Nota de Serviço (NS) cuja identificação faz uso para acessar todo o trâmite da obra junto a uma central de dados dos projetos, o Sistema de Análise de Projeto (SAP).

Figura 9: Folha de Campo com a Solicitação do Serviço a CEMIG.

CEMIG Distribuição S.A.				
02.01.2019	Folha de campo - Obras de Expansão da DDC			Pág.:1/2
Nota: 1121213584	EO			
Solicitante				
Emissor da ordem				
Rua não cadastrada				
Endereço rural				
Rua nº/porta				
Localidade			BR	MG
Endereço da obra				
			MG	
Orçamento Balizamento				
Trafo Existente		Trafo a Instalar		
Serviços				
ZEO-ERO	PSAC	Analisar Carga Rede Aérea		
Origem Solic.				
Assunto				
Medidas				
	Data Planj.início	Fim Planejado	Respons.	Nome de Lista

Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

O SAP é o banco de dados onde está inserido todos os passos de andamento das obras (veja a Figura 10). O SAP também opera como ferramenta para alterações sobre as informações das Notas de Serviço, incluindo a permissão para criar um novo desenho; informações sobre as atualizações da base; procedimento de conciliação das obras e no processo de reprovação, para então possibilitar correções na produção do desenho produzido no ATLANTIS, entre outras funções sequenciadas e dependentes da conclusão do processo anterior. O acesso está restrito ao Setor de Gerência.

Figura 10: Sistema SAP mostrando o passo de andamento de uma obra.

Item	GrpCodi...	Cód...	Texto code de medida	Texto das medidas	T...	Status	Status do usuário	Funç.respons.me...	Responsável	Nome d...
0	ZEO-SCA	0882	Energização da Obra	Lote 408		MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-SCA-PSA	S.CAMP
0	ZEO-SCA	0890	Vistoriar/ligar UC em conj...			MEDE	ENCE ENVI	Unid. respon...	SU-RLC	NUCLEC
0	ZEO-RLC	0530	Impedimento Vistoria Se...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-RLC	NUCLEC
0	ZEO-MCA	0609	Atualizar Projetos Execut...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-MCA	MAP.CA
0	ZEO-MCA	0614	Atualizar Projetos Execut...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-MCA	MAP.CA
0	ZEO-CFA	0915	Efetuar Fecham. Subpast...			MEDA	ANEM	Unid. respon...	SU-CFA	CFA SUI
0	ZEO-EXP	0788	Justificativa De Obras Atf...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-EXP-C	EXP SUI
0								Unid. respon...		
0								Unid. respon...		
0								Unid. respon...		

Ação	US Real	Resp.Téc	Cod.Contr...	Contratada/Subcontratada	Início Previsto	Duração (dias)	Término previsto	Término real
ATUALIZAR ATLANTIS	0,800	C053105	0000172033	ENGESELT ENG. E SERV. ELET...	08.04.2019	5	13.04.2019	23.05.2019

Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

O projeto é realizado já sob responsabilidade da ENGESELT de Minas Gerais, que aciona uma equipe técnica da empresa a se deslocar para local afim de mapeá-lo, fazer o croqui, e solicitar o material necessário. O conteúdo produzido pela equipe é então entregue ao setor responsável por avaliar se o projeto realmente atende a todas as normas para a fase de elaboração do orçamento, apresentação das condições técnicas e comerciais para execução da obra.

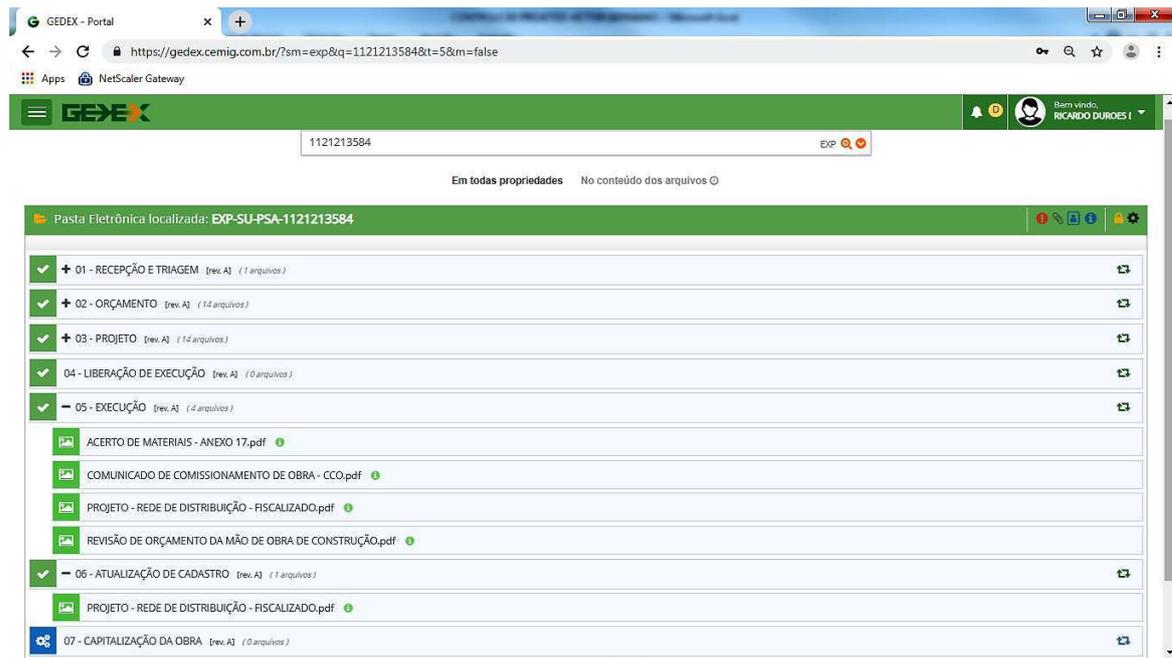
O projeto sendo aprovado, fica a cargo da CEMIG anexar ao sistema SAP todo o material solicitado para que a empreiteira contratada utilize. Além disso, a concessionária libera a execução da obra.

Também é feito a renovação na base do mapeamento de rede tanto no GEMINI pela ENGESELT de João Pessoa como no ATLANTIS, sob responsabilidade da ENGESELT de Campina Grande. Para o funcionário que irá atuar na atualização do ATLANTIS, está disponibilizado o ambiente GEDEX da CEMIG (vide Figura 11), de uso exclusivo para acompanhamento da NS e a evolução de suas etapas. O acesso necessário para atuação do estagiário pode se resumir em duas partes do GEDEX:

ETAPA 05: Contém o Comunicado de Comissionamento da Obra - CCO, servindo de referência ao número de identificação de equipamento tais como transformadores, chaves de proteção independentes, reguladores de tensão e religadores.

ETAPA 06: Projeto - Rede de Distribuição Fiscalizado, desenho revisado em AutoCAD que será base para produção do funcionário, servindo também de material para análise de viabilidade do desenho.

Figura 11: Acompanhamento de uma NS pelo sistema GEDEX.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

As atividades para a serem executadas pela ENGESELT de Campina Grande para o Projeto CEMIG são listadas em sequência logo abaixo:

- Comissionamento de Obras;
- Atualização ATLANTIS;
- Conciliação Físico/Contábil (SAP);
- Encerramento de Ordens.

A seguir, será descrito o processo de atualização da rede elétrica na base ATLANTIS, exemplificando para dois casos distintos executado no estágio e condicionado a uma análise de engenharia voltada a associação das execuções ao aprendizado disciplinar correspondente da Eletrotécnica.

4.2 NS 1121213584 - PROJETO DE MODIFICAÇÃO DA REDE ELÉTRICA EM ZONA URBANA

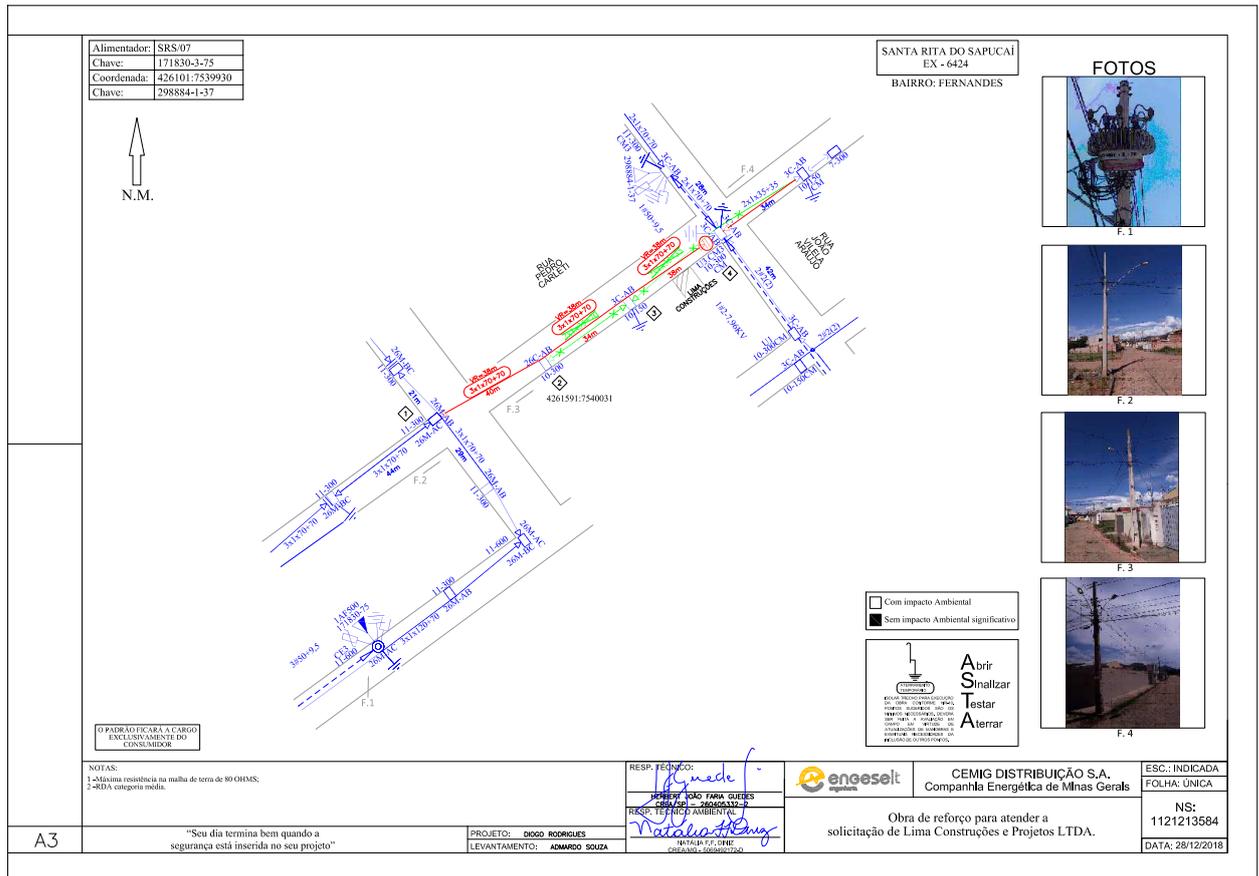
No dia 15 de fevereiro de 2019, foi realizado a modificação da rede de distribuição urbana com conversão de baixa tensão convencional por rede isolada em 4 quatro postes para atendimento referente ao pedido da empresa L.C.P.

O croqui só tratava da descrição textual do levantamento e traz a memória de cálculo do encargo de responsabilidade da distribuidora: o cliente apresentava uma potência instalada de $267,32\text{kW}$, com fator de demanda em torno de 0,35. O método de resolução normativa da ANEEL 414 descreve o montante de uso do sistema de distribuição a ser acrescido envolvia, além do montante de uso atual, a

relação de custos de operação e manutenção aos custos totais gerenciáveis e o fator de recuperação de capital[5][7].

No projeto elaborado e detalhado pela ENGESELT-MG (vide Figuras 12 e 13) verifica-se uma renovação ao longo de 112 metros de extensão com uso de cabos multiplex isolados $3 \times 1 \times 70 + 70 \text{ mm}^2$, se tratando de um rede comum, ela corresponde à norma para Redes de Distribuição Aérea (ND 3.1). Ao mesmo tempo, verifica-se a mudança do equipamento fornecedor da alimentação para o cliente solicitante: no poste 4 ocorre uma abertura da rede de baixa tensão sob fornecimento do equipamento (298884 – 1 – 37), um transformador monofásico de 37,5 kVA e número de identificação 298884, sendo conectado pelo poste 1 à rede BT associado ao transformador trifásico de 75kVA (171830 – 3 – 75). Ambas as redes de BT, entretanto são compartilhadas pela mesma rede de MT: SRS07, proveniente de uma subestação abaixadora.

Figura 12: NS 1121213584: projeto de modificação de uma rede urbana.



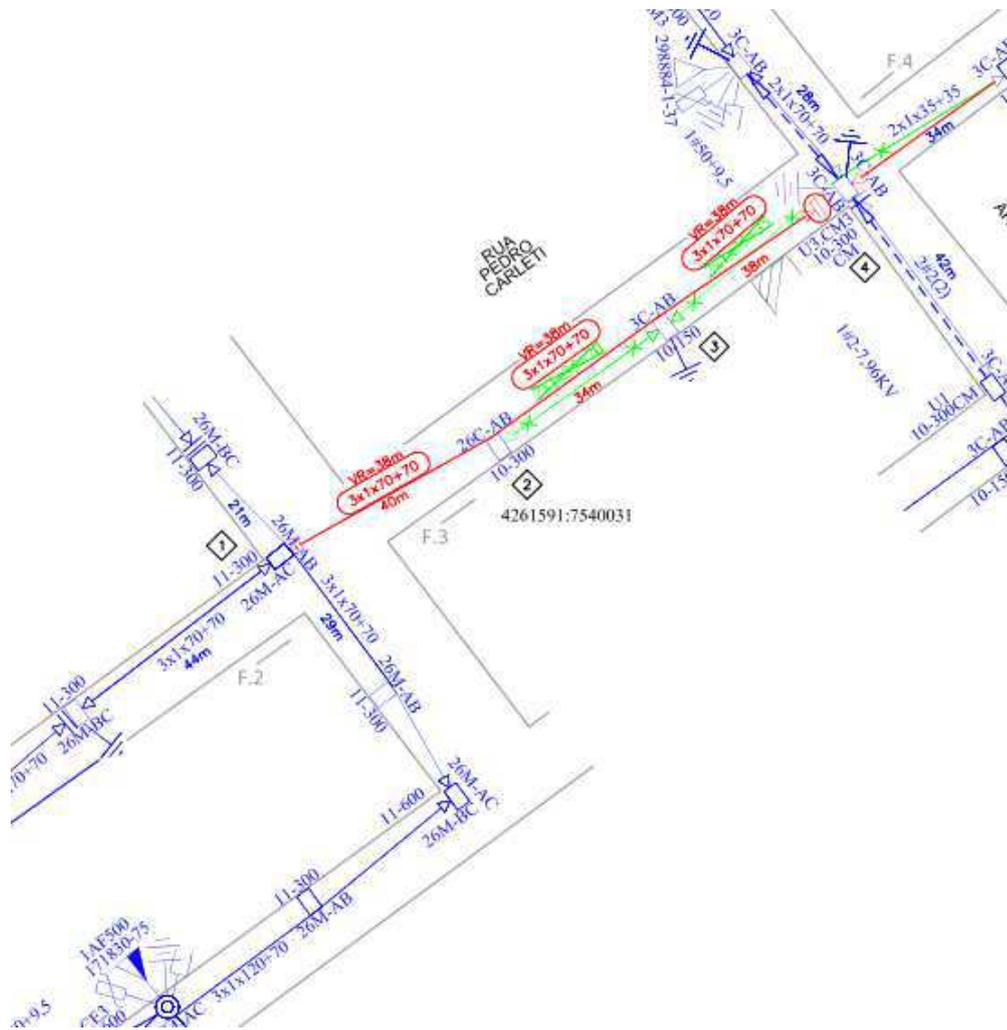
Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

Pela análise da obra, percebe-se que o projeto atende às normas, logo a nota de serviço foi aprovada no processo de comissionamento.

O sistema SAP descreve na Figura 13 que a etapa anterior à atualização do ATLANTIS (código 614) é justamente a renovação da rede elétrica descrita pelo GEMINI (código 609). Como destacado a medida 609 fora concluída pela ENGESELT de João Pessoa. Houve o trâmite da obra para atuação da

ENGESELT de Campina Grande.

Figura 13: NS 1121213584: detalhes da Nota de Serviço.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

Figura 14: NS 1121213584: detalhes da Nota de Serviço.

Nota	1121213584	EO	Analisar Carga Rede Aérea							
Status da nota	MEAB MSPN MSPR ORDA	PEND EATL								
Ordem	1301250972									
<p>Dados Solicitação Dados Solicitante Atividades Dados Complementares Coletores de Custo</p>										
Medidas										
Item	GrpCód...	Có...	Texto code de medida	Texto das medidas	T...	Status	Status do usuário	Funç.respons.me...	Responsável	Nome d
0	ZEO-SCA	0882	Energização da Obra	Lote 408		MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-SCA-ESA S.CAMP	
0	ZEO-SCA	0890	Vistoriar/ligar UC em conj...			MEDE	ENCE ENVI	Unid. respon...	SU-RLC NUCLEC	
0	ZEO-RLC	0530	Impedimento Vistoria Se...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-RLC NUCLEC	
0	ZEO-MCA	0609	Atualizar Projetos Execut...			MEDA	CONC	Unid. respon...	SU-MCA MAP,CA	
0	ZEO-MCA	0614	Atualizar Projetos Execut...			MEDA	ANDM	Unid. respon...	SU-MCA MAP,CA	

Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

O encerramento prevê a capitalização da obra, que associa a atuação da obra a um número de pontos de acordo a quantidade e os tipos de equipamento, convertendo-se em rentabilidade para a empresa. Sob responsabilidade do estagiário, notifica-se na planilha de controle individual de projetos o número de pontos, que para a NS em particular apresenta 4 pontos correspondentes aos postes instalados. A NS 1121213584 é então aprovada e finalizada junto ao escritório da ENGESELT-MG.

4.3 NS 2500213479 - MANUTENÇÃO NA REDE ELÉTRICA RURAL PARA COORDENAÇÃO DA PROTEÇÃO

A próxima Nota de Serviço trata-se de uma obra solicitada pelo próprio setor de Engenharia da CEMIG para operar na substituição de elo-fusíveis em um conjunto de chaves exclusivos para interrupção da rede MT, como pode ser visto na Figura 17 a Nota de Serviço indicado abaixo

Figura 17: NS 2500213479: projeto de coordenação da proteção.

```
18.04.2019 09:44:57 UTC-3
Após coordenação favor atualizar conforme abaixo

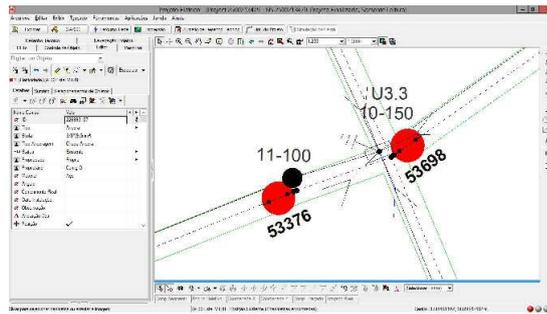
- chave 137537, 2944-7055 695 148, passado para 15k;
- chave 53374, 2944-7070 564 168, passado para fusível de 10k;
- chave 159710, 2952-7075 150 234, passado para fusível de 6k;
- chave 53698, 2944-7080 125 193, passado para fusível de 10k;
- chave 53376, 2944-7080 112 189, passado para fusível de 10k;
- chave 53378, 2936-7095 125 403, passado para fusível de 10k;
- chave 53379, 2936-7095 116 401, passado para fusível de 10k;
- chave 210423, 2928-7150 015 052, passado para fusível de 6k;
- chave 159730, 2928-7090 335 420, passado para fusível de 6k;
```

Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

Para evitar ser repetitivo ao processo anterior, são listados algumas características particulares de obras do tipo:

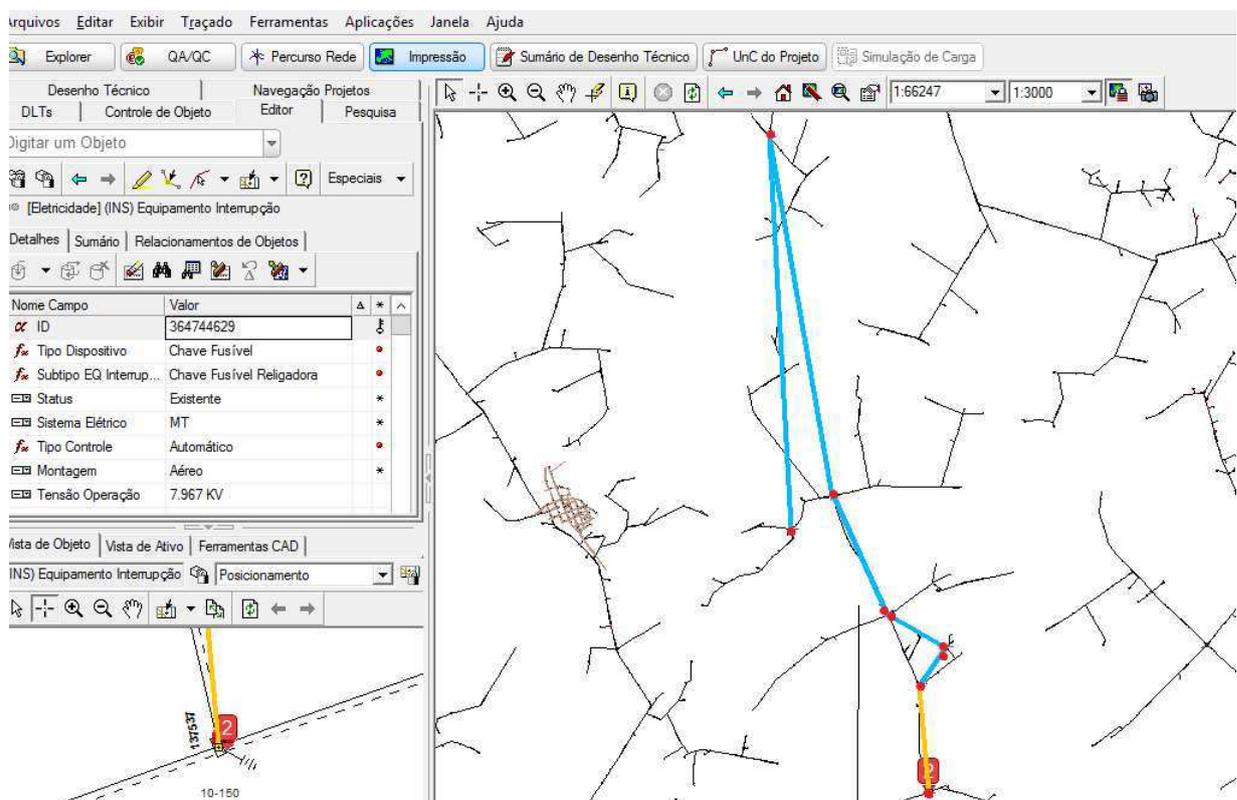
- Obras de manutenção da rede geralmente não apresentam croquis, pois sua localização e necessidade de novos materiais já ficam referenciados pelo material existente (com identificação) a ser substituído;
- Obras que envolvem somente a coordenação da proteção contra curto-circuitos do sistema com chaves-fusíveis não necessitam de conciliação do material: a mudança de elo-fusíveis não é contabilizada.
- O sistema apresentou corretamente as coordenadas para cada chave, mas que poderiam ser acessadas pela indicação da numeração de cada chave-fusível, pois esses equipamentos não estão associados à transformadores de MT/BT, e por isso apresentação identificadores.

Figura 18: NS 2500213479: atualização das base ATLANTIS.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

Figura 19: NS 2500213479: mapeamento do processo de coordenação da proteção.



Fonte: ENGESELT - Regional Centro de Campina Grande, 2019.

No mapeamento dos equipamentos de proteção, é mostrado que as chaves estão associados à mesma rede de média tensão. A estrutura ramificada facilita a observação: o ramo principal da rede inicia ao sul, seguindo suas ramificações e sub-ramificações, que seguem respectivamente o ajuste para um nível maior de corrente na atuação do elo-fusível. O requisito de seletividade leva em conta justamente onde a corrente de curto-circuito apresenta maiores valores, pois a impedância interposta à fonte (rede de MT saindo da subestação) é menor. Porém para o caso, não houve alterações que indicasse termos conflitantes de velocidade relativa de atuação, pois todos apresentam a mesma curva (K). Como a região apresentou alimentação unidirecional, não há necessidade de avaliar a coordenação por direcionalidade[6].

5 CONCLUSÃO

Ao longo de 5 meses atuando como estagiário supervisionado, o aluno pode alcançar os objetivos relatados no documento.

Ao aprender sobre os eventos que levam à criação e o desenvolvimento de uma nota de serviço, incluindo a atividade exercida pelo próprio estagiário na atualização do mapeamento da rede elétrica no sistema ATLANTIS, foi possível conhecer a produção de um projeto de distribuição elétrica.

O contato com um grande cliente que atua na rede de distribuição, a CEMIG, e a instrução sobre o funcionamento da empresa, especialmente sobre as metas estabelecidas aos funcionários efetivos e o encerramento de uma obra ao lotear um projeto para sua capitalização cumpriram o objetivo da experiência sobre o envolvimento da engenharia elétrica no mercado de trabalho.

A descrição do controle individual de projetos para rastreamento e avaliação do estado da obra que foi desenvolvida em *software* se enquadram no propósito traçado quanto à gerência, planejamento e controle do processo produtivo de uma nota de serviço de distribuição.

Disciplinas como Equipamentos Elétricos, Instalações Elétricas, e especialmente Proteção de Sistemas Elétricos apresentaram um conteúdo que em muito facilitou a compreensão de boa parte das funções exercidas no local de trabalho. Esforçar o pensamento crítico e analisar as atividades, tornou o estágio muito mais agregador à formação, inclusive evitando que atividades técnicas se tornassem um processo mecanizado do ponto de vista intelectual.

Curiosamente a disciplina que apresentou maior carência para aplicabilidade na ENGESELT foi justamente àquela que mais se identificava às funções no local do estágio: a disciplina Distribuição de Energia Elétrica. Apesar do ambiente de trabalho ter explanado muitas dúvidas, é digno de preocupação tais eventos. Fica a cargo tanto do estagiário, quanto do núcleo acadêmico analisar essa falha no processo de aprendizado.

Como participante do projeto CEMIG, foi observado um tema interessante para análise: as etapas de gerência, planejamento e controle da produção, que foi explanado brevemente. Espera-se que outros alunos tenham essa oportunidade, venham a desenvolver esse tema com maior profundidade.

Conclui-se que as atividades e a convivência com os diferentes setores da ENGESELT que agem em prol de um objetivo comum, e isto inclui a boa recepção e confiança fornecida ao estagiário, permitiram que o profissional se identificasse com a empresa, e isto contribuiu fortemente para o desenvolvimento de competências necessárias à profissão de Engenheiro Eletricista.

Em um aspecto mais pessoal, sinto-me grato pela oportunidade de ter trabalhado com a equipe ENGESELT de Campina Grande e por ter convivido com uma diversidade de colaboradores, cada qual com sua excelência pessoal e profissional.

6 REFERÊNCIAS

- [1] C. S/A, *ND 2.2: Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais*. Belo Horizonte, MG, BR: CEMIG S/A, 2016.
- [2] C. S/A, *ND 2.7: Instalações Básicas de Redes de Distribuição Isoladas*. Belo Horizonte, MG, BR: CEMIG S/A, 2016.
- [3] C. S/A, *ND 2.9: Instalações Básicas de Redes de Distribuição Compactas*. Belo Horizonte, MG, BR: CEMIG S/A, 2016.
- [4] C. S/A, *ND 3.1: Projetos de Redes de Distribuição Aéreas*. Belo Horizonte, MG, BR: CEMIG S/A, 2014.
- [5] B. A. de Souza, *Distribuição de Energia Elétrica*. Campina Grande, PB, BR: DEE/UFPB, 1997.
- [6] F. das Chagas, *Notas de Aula - Proteção Contra Sobrecargas e Curto-Circuitos*. Campina Grande, PB, BR: DEE/UFCG, 2017.
- [7] ANEEL, *Resolução Normativa N° 414*. Brasília, DF, BR: ANEEL, 2010.

A ANEXO

A.1 CEMIG: Simbologia Aplicada à Rede de Distribuição

DESCRIÇÃO		SÍMBOLO	
		INSTALADO	A INSTALAR
POSTES	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO CIRCULAR	 12-300	 12-300
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO T	 12-300	 12-300
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO DUPLO T (PADRÃO INCORPORADO)	 10-300	 10-300
	POSTE DE CONCRETO SEÇÃO RETANGULAR	 12-300	 12-300
	POSTE DE MADEIRA	 12-300M	 12-300M
	POSTE MODULAR AÇO/MADEIRA (DUPLO U)	 12-150	 12-150
	POSTE DA CEMIG EM USO MÚTUO COM A TELEFONIA	 10-300 UT	 10-300 UT
	POSTE DA CEMIG EM USO MÚTUO COM TV A CABO	 10-300 UC	 10-300 UC
	POSTE DA CEMIG EM USO MÚTUO COM TELEFONIA E TV A CABO	 10-300 UTC	 10-300 UTC
	POSTE DA CEMIG EM USO MÚTUO COM RMS (REDE MULTI-SERVIÇO)	 10-300 UR	 10-300 UR
	POSTE DA EMPRESA DE TELEFONIA EM USO MÚTUO COM A CEMIG	 10-300 TU	 10-300 TU
	POSTE DA EMPRESA DE TV A CABO EM USO MÚTUO COM A CEMIG	 10-300 CU	 10-300 CU
	POSTE DA CEMIG EM USO MÚTUO, TELEFONIA, TV A CABO E REDE MULTI-SERVIÇO	 10-300 UTCR	 10-300 UTCR
	POSTE COM BASE CONCRETADA	 12-150	 12-150
POSTE COM ENGASTAMENTO E PROFUNDIDADE AUMENTADA	 12-300PA1, B	 12-300PA1, B	
POSTES EXCLUSIVOS DE 1P - VER ND-3.4			
ATERRAMENTO	ATERRAMENTO		
	ATERRAMENTO DE CERCAS		
	PONTO DE ATERRAMENTO TEMPORÁRIO EM RDP		
COBERTURA	COBERTURA PROTETORA DE B.T	 3R1/0 11/01	NÃO É MAIS INSTALADO
	COBERTURA PROTETORA DE M.T	 3R4/0	
CHAVES	CHAVE INTERRUPTORA SF6 BLINDADA	 XX-XXX	 (XX-XXX)
	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR	 XX-630A	 (XX-630A)
	CHAVE SECCIONADORA BASCULANTE TRIPOLAR	 XX-630A	 (XX-630A)
	CHAVE FACA UNIPOLAR 400/630 A	 XX-630A	 (XX-630A)
	CHAVE UNIPOLAR COM LÂMINA BY PASS 300A	 XX-300A	 (XX-300A)
	CHAVE A ÓLEO UNIPOLAR	 01 300A	NÃO É MAIS INSTALADO
	CHAVE A ÓLEO TRIPOLAR	 03 600A	NÃO É MAIS INSTALADO
	CHAVE FUSÍVEL 50A - 1,25kA (ANTIGA)	 50A/5H	NÃO É MAIS INSTALADO
	CHAVE FUSÍVEL 100/200 A	 200A/10KA/5H	 (200A/10KA/5H)
	CHAVE FUSÍVEL REPETIDORA	 XXXX-100A-L01	 (XXXX-100A-L01)

	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	
		INSTALADO	A INSTALAR
RELIGADOR E SECCIONALIZADOR	RELIGADOR TRIPOLAR (V6H, BOBINA SÉRIE DE 50A, SEQUÊNCIA 1A + 2B)	 XXXXX-100A	 (XXXXX-100A)
	RELIGADOR UNIPOLAR (V4H, BOBINA SÉRIE DE 25A, SEQUÊNCIA 2A + 2B)	 XXXXX-100A	 (XXXXX-100A)
	RELIGADOR TRIFÁSICO ELETRÔNICO	 XXXXX-530A	 (XXXXX-530A)
	SECCIONALIZADOR TRIPOLAR (GN3, BOBINA SÉRIE DE 70 A, 3 OPERAÇÕES)	 XXXXX-100A	NÃO É MAIS INSTALADO
	SECCIONALIZADOR UNIPOLAR (GH, BOBINA SÉRIE DE 70 A, 2 OPERAÇÕES)	 XXXXX-100A	
	SECCIONALIZADOR ELETRÔNICO	 XXXXX-100A	 (XXXXX-100A)
BANCO CAPAC. E REG. TENSÃO	BANCO DE CAPACITORES AUTOMÁTICO	 XXXXX-600kVAr	 (XXXXX-600kVAr)
	BANCO DE CAPACITORES FIXO	 XXXXX-150kVAr	 (XXXXX-150kVAr)
	REGULADOR DE TENSÃO	 XXXXX-76kVA	 (XXXXX-76kVA)
	REGULADOR AUTO-BOOSTER	 XXXXX-50A	NÃO É MAIS INSTALADO
P. RAIOS	PÁRA-RAIOS DE M T		
	PÁRA-RAIOS DE B T		
TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO	 XXXXXX-75	 (XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO ISOLADO	 XXXXXX-75I	 (XXXXXX-75I)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL	 XXXXXX-75	 (XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL COM CHAVE FUSÍVEL DESLOCADA	 XXXXXX-75	 (XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL COM CHAVE DESLOCADA PARTICULAR	 P-XXXXXX-75	 (P-XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO PARTICULAR	 P-XXXXXX-75	 (P-XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR AUTO PROTEGIDO ISOLADO PARTICULAR	 P-XXXXXX-75I	 (P-XXXXXX-75I)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL PARTICULAR EM POSTE	 P-XXXXXX-45	 (P-XXXXXX-45)
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) CEMIG	 XXXXXX-75	 (XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL (PAD-MOUNTED) PARTICULAR	 P-XXXXXX-75	 (P-XXXXXX-75)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL CEMIG EM CABINE	 XXXXXX-150	 (XXXXXX-150)
	TRANSFORMADOR CONVENCIONAL PARTICULAR EM CABINE	 P-XXXXXX-150	 (P-XXXXXX-150)
	AUTOTRANSFORMADOR	 XXXXXX-75	NÃO É MAIS INSTALADO
	SECCIONAMENTO	SECCIONAMENTO NO VÃO COM ISOLADOR CASTANHA	
SECCIONAMENTO EM CRUZAMENTO COM ISOLADOR CASTANHA			
SECCIONAMENTO DE ESTAI (CZ/P) COM ISOLADOR DE DISCO OU BASTÃO POLIÉRICO			

DESCRIÇÃO		SÍMBOLO	
		INSTALADO	A INSTALAR
ESTAIS	ESTAI DE CRUZETA A POSTE		
	ESTAI DE CRUZETA A CRUZETA		
	ESTAI DE POSTE A POSTE (NÍVEL DO PRIMÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A POSTE (NÍVEL DO SECUNDÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A CONTRA POSTE (NÍVEL DO PRIMÁRIO)		
	ESTAI DE POSTE A CONTRA POSTE (NÍVEL DO SECUNDÁRIO)		
	ESTAI DE ÂNCORA		
CONDUTORES	CONDUTORES EM ELETRODUTO PARA IP		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA PROTEGIDA		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA CONVENCIONAL		
	CONDUTORES PRIMÁRIOS DE REDE AÉREA ISOLADA		
	CONDUTORES SECUNDÁRIOS DE REDE AÉREA CONVENCIONAL		
	CONDUTORES SECUNDÁRIOS REDE AÉREA ISOLADA DE B.T.		
	MUDANÇA DE SEÇÃO DO CONDUTOR DE M.T. MESMO NÍVEL		
	MUDANÇA DE MODALIDADE DE REDE		
	MUDANÇA DE SEÇÃO DO CONDUTOR B.T.		
	CIRCUITO PRIMÁRIO DUPLO DE MESMA SEÇÃO (PLANTA DETALHE)		
	CIRCUITO PRIMÁRIO DUPLO DE SEÇÕES DIFERENTES		
REDES 34,5kV	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO ELEVADOR		
	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO ABAIXADOR		
	CHAVE 34,5kV/13,8kV		
	REDE PRIMÁRIA 34,5kV		
	ESTRUTURA DE SUSTENÇÃO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO 2,5 E 5,0 MVA(4 POSTES)		
	ESTRUTURA DE SUSTENÇÃO DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO 1,0 MVA(2 POSTES)		
CONEXÃO PREMOLDADA	CONEXÃO PREMOLDADA "T" - 600A DE UM CONDUTOR 185mm ² / 15kV		
	CONEXÃO PREMOLDADA "T" - 600A DE UM CONDUTOR 120mm ² / 15kV		
	CONEXÃO PREMOLDADA "T" - 600A DE UM CONDUTOR 50mm ² / 15kV		
	CONEXÃO TDC OU TDR - 120mm ²		
	CONEXÃO TDC OU TDR - 50mm ²		
ESCO ESFERA	ESFERA DE SINALIZAÇÃO		
	ESCORA DE SUBSOLO		