



Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Centro de Energias Alternativas e
Renováveis
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE



José Ricardo Honório Fernandes Filho

Relatório de Estágio Supervisionado
Realizado na Obra da Subestação Tejipió 69kV/13,8kV

João Pessoa, 2018

JOSÉ RICARDO HONÓRIO FERNANDES FILHO

Relatório de Estágio Supervisionado
Realizado na Obra da Subestação Tejipió 69kV/13,8kV

Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Centro de Energias Alternativas e Renováveis
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Orientador: Prof. Dr. Juan Moises Mauricio Villanueva

João Pessoa - Paraíba

Maio de 2018

JOSÉ RICARDO HONÓRIO FERNANDES FILHO

Relatório de Estágio Supervisionado
Realizado na Obra da Subestação Tejipió 69kV/13,8kV

Trabalho aprovado:

Prof. Dr. Juan Moises Mauricio
Villanueva
Universidade Federal da Paraíba
Orientador

Eng. Luiz Alberto Leite Filho
Prener
Supervisor/Avaliador

Dr. Rogério Gaspar de Almeida
Universidade Federal da Paraíba
Avaliador

João Pessoa - Paraíba
Maio de 2018

Identificação

EMPRESA

Nome: Prener – Comercio de Materiais Eletricos LTDA

Endereço: Avenida Barão do Triunfo, 270, Varadouro

Cidade/Estado: João Pessoa/Paraíba

CEP: 58010-400

Tel:+55(83)3222-7270

ESTÁGIO

Local do Estágio: Subestação de Tejipió – Recife

Data de início: 12/03/2018

Data de término: 04/05/2018

Carga horária semanal: 30 horas

Carga Horária Total: 240 horas

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à Deus, por sempre me concedendo toda força e determinação, me abençoando com oportunidades incríveis, e me mostrar que a vontade Dele é maior e melhor que a minha. Agradeço à minha família, meu pai José Ricardo e minha mãe Monica Dorand, por estarem sempre a postos quando precisei, por serem meu porto seguro e por todo esforço que me permitiu lutar sempre pelos meus sonhos. A minha namorada, Lahis Amaral, pela pessoa maravilhosa que é, por todo suporte, pela compreensão da minha ausência e cansaço em vários momentos e por sempre me incentivar a continuar a jornada. Ao meu orientador, Juan Villanueva, por ter aceitado este desafio, pela ótima orientação, por toda paciência e por sempre me apoiar nas minhas decisões relacionadas ao estágio. Aos Engenheiros Luiz Alberto e Bruno Leite, pelo conhecimento profissional passado, por me apresentar como é a rotina de um engenheiro, principalmente com responsabilidade e zelo em todos os serviços. Ao Supervisor, Carlos José Souza de Góes, e ao Mestre de Obra Ednaldo Silva de Almeida por confiar na minha capacidade e ter transmitido tantos ensinamentos profissionais e pessoais, que foram fundamentais nessa reta final.

*“Não pretendemos que as coisas mudem, se sempre fazemos o mesmo.
A crise é a melhor benção que pode ocorrer com as pessoas e países,
porque a crise traz progressos. A criatividade nasce da angústia, como
o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os
descobrimientos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera
a si mesmo sem ficar ‘superado’. Quem atribui à crise seus fracassos
e penúrias, violenta seu próprio talento e respeita mais os problemas
do que as soluções. A verdadeira crise é a crise da incompetência. Sem
crise não há desafios; sem desafios, a vida é uma rotina, uma lenta agonia.
Sem crise não há mérito. É na crise que se aflora o melhor de cada um.
(Albert Einstein)*

Resumo

Este relatório apresenta as principais atividades desenvolvidas ao longo do estágio supervisionado realizado pelo aluno, José Ricardo Honório Fernandes Filho. O estágio foi realizado na Obra da Subestação Tejipió 69/13,8kV (Celpe), Recife, pela empresa Prener. Entre as atividades realizadas destacam-se supervisionamento da obra, acompanhando o desenvolvimento das atividades estabelecidas e problemas apresentados, controle de materiais, buscando manter sempre atualizado os materiais utilizados e a serem utilizados para impedir atrasos, verificação e análise de projetos, buscando identificar possíveis mudanças de projetos e validando-os. Para realização destas atividades, foram utilizados *softwares* como *AutoCAD*[®] e *MicrosoftExcel*[®], e obedecidas as normas estabelecidas.

Palavras-chave: Projetos. Subestação. Materiais Eletromecânicos. Ensaios.

Abstract

This report presents the main activities developed during the supervised internship conducted by the student, José Ricardo Honório Fernandes Filho. The stage was carried out at the Tejipió Substation Project 69 / 13,8kV (Celpe), Recife, by Prener. Among the activities carried out are supervising the work, monitoring the development of established activities and submitted problems, material control, seeking to always keep updated the materials used and to be used to prevent delays, verification and analysis of projects, seeking to identify possible changes of projects and validating them. To accomplish these activities, were used emph softwares, such as *AutoCAD*[®] and *MicrosoftExcel*[®], and in compliance with the established norms.

Keywords: Projects. Substation. Electromechanical Materials. Test.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Organograma Estrutura Organizacional da Prener	14
Figura 2 – Organograma Estrutura Organizacional da Obra	14
Figura 3 – Linhas de entrada e saída 69kV.	15
Figura 4 – Linhas de saída 13,8kV.	16
Figura 5 – Projeto futuro.	17
Figura 6 – Condutor de malha.	23
Figura 7 – Haste de aterramento.	24
Figura 8 – Soldas exotérmicas.	24
Figura 9 – Conectores de aterramento	25
Figura 10 – TC's e TP's da seção 69kV.	27
Figura 11 – Chaves seccionadoras.	27
Figura 12 – Transformadores.	28
Figura 13 – TC's e TP's da seção 13,8kV.	28
Figura 14 – Transformador móvel.	29
Figura 15 – Lista de materiais eletromecânicos.	33
Figura 16 – Jiva - Controle de Pedidos.	34
Figura 17 – Estrutura de concreto.	35
Figura 18 – Relatório diário de obra.	36
Figura 19 – Malha de Aterramento.	39
Figura 20 – Estrutura de Setor 13,8kV.	40
Figura 21 – Diagrama Unifilar.	41
Figura 22 – Ensaio do Disjuntor a vacuo.	42
Figura 23 – Ensaio de resistência de isolamento.	43
Figura 24 – Ensaio de resistência de contato.	43
Figura 25 – Ensaio de medida de tempo de operação.	44
Figura 26 – Ensaio do TC.	44
Figura 27 – Ensaio do TP.	45
Figura 28 – Ensaio de chave seccionadora.	46
Figura 29 – Ensaio de para-raio.	46

Lista de abreviaturas e siglas

CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
SE	Subestação
NR	Norma Reguladora
EPI	Equipamento de Proteção Individual
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Empresa	13
1.1.1	Prener - Comercio de Materiais Elétricos LTDA	13
1.1.2	Obra da Subestação de Tejipió	14
1.1.2.1	Diagrama Unifilar	15
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Objetivos Gerais	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	NR10	18
2.2	NR 18	19
2.3	Subestações Elétricas	21
2.3.1	Classificação	21
2.3.2	Materiais Utilizados	22
2.3.3	Malha de Aterramento	23
2.3.3.1	Resistividade do Solo	25
2.3.3.2	Estabelecimento de uma Geometria Básica de Malha	25
2.3.3.3	Dimensionamento do Condutor da Malha	26
2.3.3.4	Recomendações Técnicas para Projeto de Aterramento	26
3	ATIVIDADES REALIZADAS	27
3.1	Subestação Olinda	27
3.1.1	Transformador Móvel	28
3.1.2	Ensaio de Equipamentos	29
3.1.2.1	Resistência de Isolamento	29
3.1.2.2	Resistência de Contato	30
3.1.2.3	Resistência Ôhmica dos Enrolamentos	31
3.1.2.4	Relação de Transformação	32
3.1.2.5	Medida de Tempo de Operação do Disjuntor	32
3.2	Controle de Materiais Eletromecânicos	32
3.2.1	Relação de Materiais	32
3.2.2	JIVA	33
3.3	Avaliação e Verificação de Projetos	34
3.4	Relatório Diário de Obra	35

4	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE A – MALHA DE ATERRAMENTO	39
	APÊNDICE B – ESTRUTURA DE SETOR 13,8KV	40
	APÊNDICE C – DIAGRAMA UNIFILAR	41
	APÊNDICE D – ENSAIOS DA SUBESTAÇÃO DE OLINDA	42
D.1	Ensaio do Disjuntor	42
D.2	Ensaio do Transformador de Corrente	44
D.3	Ensaio do Transformador de Potencia	45
D.4	Ensaio de Chave Seccionadora	46
D.5	Ensaio de Para-Raio	46

1 Introdução

O estágio supervisionado é obrigatório para a conclusão do curso de graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, proporcionando ao aluno a oportunidade de colocar em prática todo o conhecimento adquirido no decorrer da graduação, além de grande aprendizagem no estágio, adquirindo novos conhecimentos não apresentados pela universidade, vivenciar na prática a rotina de uma empresa e realizar sua primeira experiência profissional, com isso, ficando mais preparado para ingressar no mercado de trabalho após a conclusão do curso de graduação. O estágio foi realizado na Obra da Subestação Tejipió 69/13,8kV (Celpe - Companhia Energética de Pernambuco), Recife, pela empresa Prener, empresa de renome do setor elétrico brasileiro, com atuação há 20 anos, com aproximadamente 268 funcionários pelo Brasil. O quadro de funcionários da Obra da Subestação de Tejipió é composto por 35 funcionários, não contabilizando os que contribuem de forma indireta.

O estagiário foi supervisionado pelo engenheiro Luiz Alberto Leite Filho, também realizou atividades sobre a supervisão do engenheiro Bruno Leite Ramos, e tinha como coordenador Carlos Goes. As atividades desempenhadas pelo estagiário durante o período do estágio, serão apresentadas no capítulo 3.

1.1 Empresa

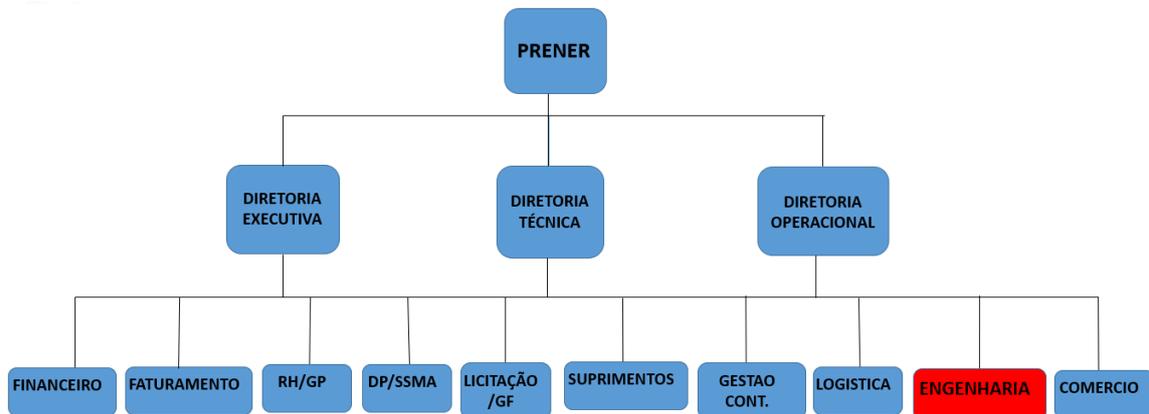
Nesta seção será apresentada a empresa em que o estágio foi realizado, destacando sua história, missão e organização.

1.1.1 Prener - Comercio de Materiais Elétricos LTDA

Fundada há 20 anos, com atuação nacional, a Prener se dedica as melhores soluções em engenharia elétrica, para vários segmentos do mercado. Focada no que faz de melhor, a companhia é voltada a consultoria de eficiência elétrica e utilidades aplicadas aos processos industriais, comerciais e residenciais. Reconhecida pela excelência, confiabilidade e segurança na comercialização de materiais e nos serviços prestados, a empresa confere um sólido know-how. A atualização tecnológica, a responsabilidade socioambiental e o compromisso com a qualidade são marcas da Prener, evidenciadas pelas certificações e por uma equipe especialista em planejar e executar resultados no tamanho exato das necessidades de seus clientes.

A estrutura organizacional da Prener é apresentada no Organograma simplificado mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Organograma Estrutura Organizacional da Prener

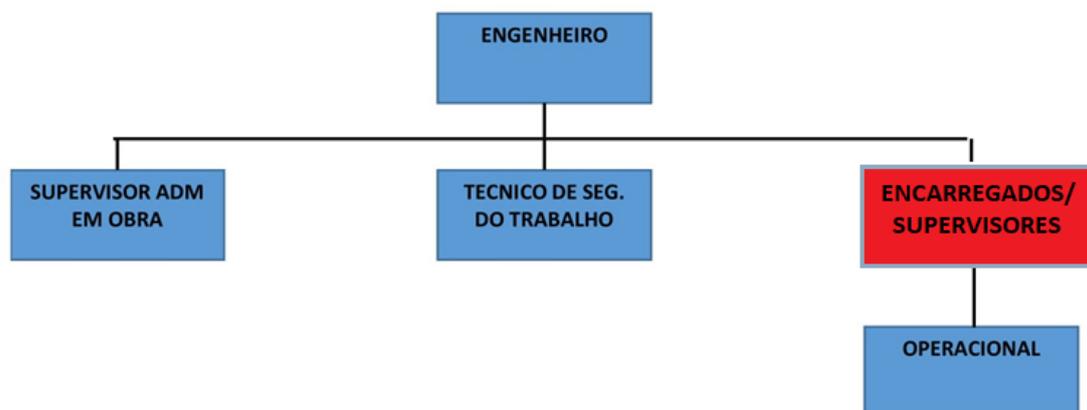


No qual o estágio foi na área de engenharia da empresa, na obra da subestação de Tejipió.

1.1.2 Obra da Subestação de Tejipió

A obra da Subestação de Tejipió é uma obra de construção de uma nova Subestação de 69kV para 13,8kV, na cidade de Pernambuco, para a CELPE, situada no bairro de no bairro de Tejipió que irá atender aos consumidores próximos, melhorando a qualidade da energia e melhorando a rede de fornecimento que já estava defasada. A qual a empresa Prener tem como responsabilidade a construção do zero (serviço civil) até a ligação das linhas (serviço eletromecânico). Na Figura 2 apresenta a estrutura da obra:

Figura 2 – Organograma Estrutura Organizacional da Obra



Este estágio foi realizado na parte de encarregados/supervisores, na qual foi desempenhado funções de auxílio para o engenheiro encarregado da obra.

1.1.2.1 Diagrama Unifilar

É impossível se construir uma subestação sem possuir o diagrama unifilar da mesma, no apêndice C é apresentado o diagrama unifilar completo, no qual é possível se ver informações como transformadores, chaves, disjuntores, banco de capacitores.

Em um diagrama unifilar precisa-se ter conhecimento detalhado das linhas 69kV e 13,8kV que irão entrar e sair da subestação, muitas vezes é normal linhas passarem por dentro da subestação para se dirigirem para outros locais, sem haver transformação, como é possível verificar nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Linhas de entrada e saída 69kV.

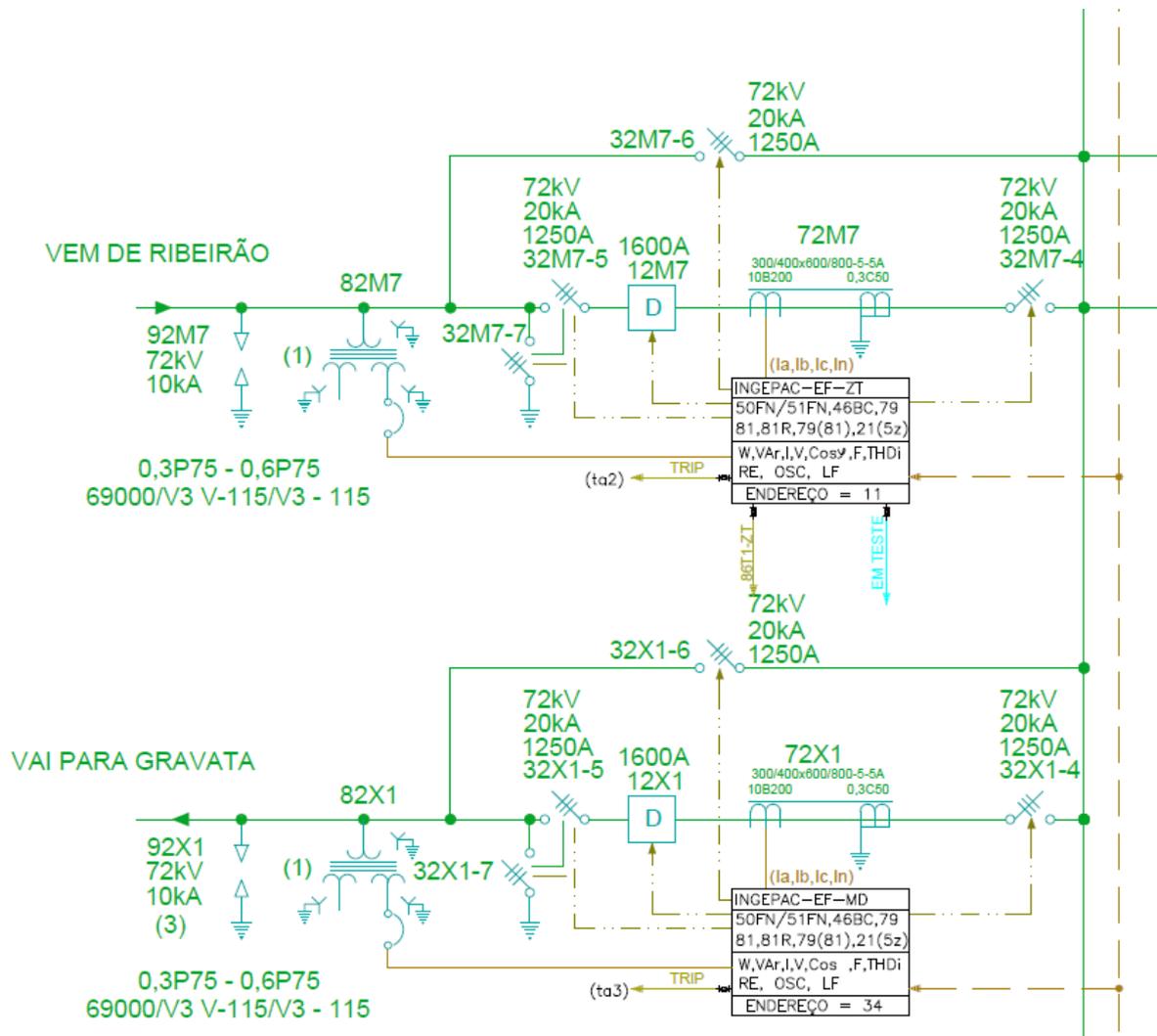
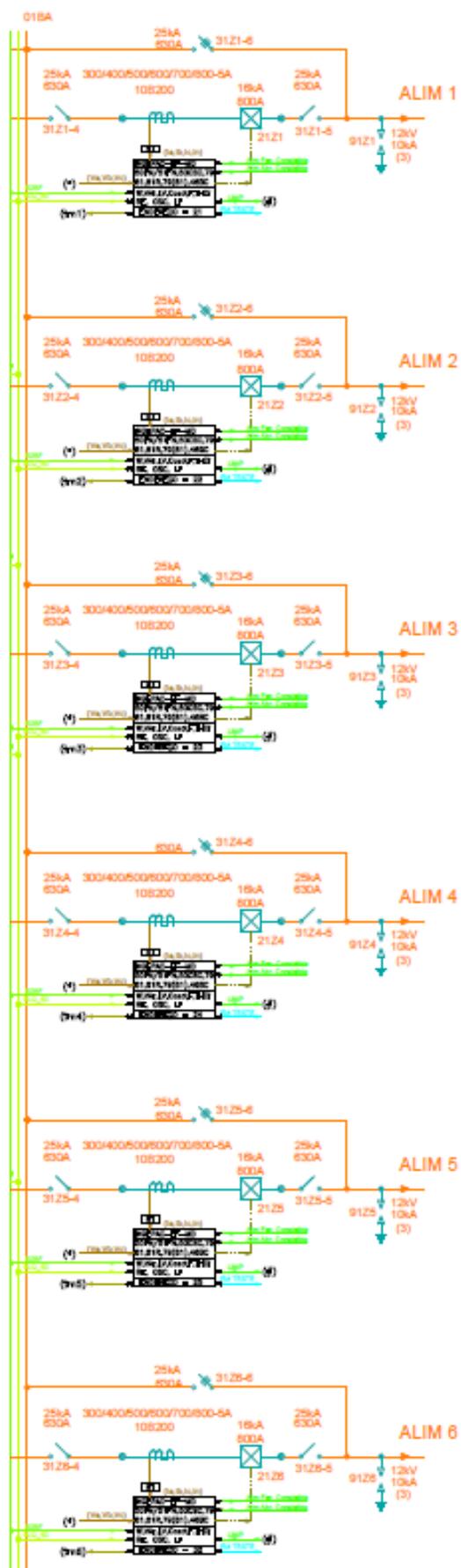
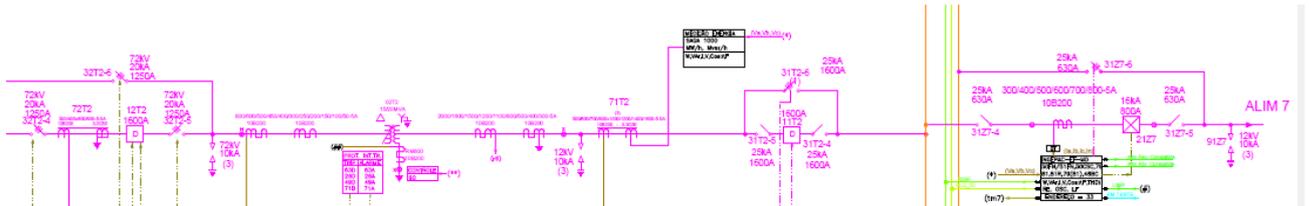


Figura 4 – Linhas de saída 13,8kV.



Fato muito corriqueiro em subestações é o projeto futuro para expansões da mesma, pois com o constante aumento da demanda de energia, as concessionárias estão sempre se adiantando e deixando as subestações já preparadas para futuras expansões, como é possível verificar através da Figura 5.

Figura 5 – Projeto futuro.



1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Apresentar neste relatório as atividades desenvolvidas e acompanhadas durante o programa de estágio supervisionado. O qual permite que o estagiário vivencie na prática a rotina de uma empresa para que tenha o conhecimento e a experiência profissional necessária para o ingresso no mercado de trabalho. Além disso, mostrar um outro lado do Engenheiro Eletricista, a parte administrativa e de gerenciamento, tanto de material, quanto de pessoas. Auxiliar as atividades de engenharia, principalmente no que diz respeito a controle de materiais eletromecânicos, verificação de projetos, acompanhamento de pedidos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Pode-se destacar como objetivos específicos os seguintes tópicos:

- Supervisiona obra
- Controlar fluxo de materiais
- Verificar e Analisar Projetos
- Acompanhar pedidos de materiais
- Vivenciar rotina de gerenciamento de um Engenheiro Eletricista

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo serão descritos os conhecimentos necessários para a realização das atividades deste estágio. Primeiramente será apresentada a NR 10, Norma Reguladora 10, que diz respeito a segurança em instalações e serviços em eletricidade. Em seguida, será apresentada a NR 18, que diz respeito a segurança em instalações e serviços em construção civil. Por fim, serão apresentados os conhecimentos referentes a subestações elétricas.

2.1 NR10

A Norma Regulamentadora 10 tem como objetivo determinar requisitos e condições mínimas que devem ser atendidas para que os trabalhadores que interajam com eletricidade estejam em segurança e tenham sua saúde preservada. Esta norma abrange toda operação que envolva direta ou indiretamente eletricidade, seja nas etapas de projeto, construção, montagem, operação ou manutenção nas fases de geração, transmissão, distribuição e consumo [1].

Os principais tópicos da NR10 [1] para o desenvolvimento deste estágio são:

10.2.1 Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho;

10.2.8.1 Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores;

10.2.8.2 As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica conforme estabelece esta NR e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança;

10.2.9.1 Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR 6;

10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa;

10.3.3 O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção;

10.14.1 Os trabalhadores devem interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

2.2 NR 18

Devido a escavação de bases e canaletas, colocação de postes, suspensos por guindautos, trabalhadores em alturas elevadas, colocando estruturas eletromecânicas, é necessário o conhecimento e utilização da NR 18, para evitar acidentes.

Esta Norma Regulamentadora NR - 18 estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. A mesma não se dirige exclusivamente aos empregadores cujo objeto social é a construção civil e que, portanto, enquadram-se nos Códigos de Atividade Específica constantes do Quadro I da Norma Regulamentadora - NR 4. As obrigações se estendem aos empregadores que realizem atividades de qualquer tipo de construção, independentemente de seu objeto social. Os principais tópicos da NR18 [1] para o desenvolvimento deste estágio são:

18.2.1 É obrigatória a comunicação à Delegacia Regional do Trabalho, antes do início das atividades, das seguintes informações:

- a) endereço correto da obra;
- b) endereço correto e qualificação (CEI,CGC ou CPF) do contratante, empregador ou condomínio;
- c) tipo de obra;
- d) datas previstas do início e conclusão da obra;
- e) número máximo previsto de trabalhadores na obra.

18.4.1 Os canteiros de obras devem dispor de:

- a) instalações sanitárias;
- b) vestiário;
- c) alojamento;
- d) local de refeições;

- e) cozinha, quando houver preparo de refeições;
 - f) lavanderia;
 - g) área de lazer;
 - h) ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.
- 18.4.1.2 As áreas de vivência devem ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza.
- 18.4.2.4 A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mic-tório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.
- 18.6.7 As escavações com mais de 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros) de profundidade devem dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente do previsto no subitem 18.6.5.
- 18.6.12 Os acessos de trabalhadores, veículos e equipamentos às áreas de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.
- 18.7.1 As operações em máquinas e equipamentos necessários à realização da atividade de carpintaria somente podem ser realizadas por trabalhador qualificado nos termos desta NR.
- 18.8.1 A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra devem ser feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores.
- 18.11.1 As operações de soldagem e corte a quente somente podem ser realizadas por trabalhadores qualificados.
- 18.13.1 É obrigatória a instalação de proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção e materiais.
- 18.21.1 A execução e manutenção das instalações elétricas devem ser realizadas por trabalhador qualificado, e a supervisão por profissional legalmente habilitado.[2]
- 18.23.1 A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, consoante as disposições contidas na NR 6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI.
- 18.24.1 Os materiais devem ser armazenados e estocados de modo a não prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos

equipamentos de combate a incêndio, não obstruir portas ou saídas de emergência e não provocar empuxos ou sobrecargas nas paredes, lajes ou estruturas de sustentação, além do previsto em seu dimensionamento.

18.27.1 O canteiro de obras deve ser sinalizado com o objetivo de:

- a) identificar os locais de apoio que compõem o canteiro de obras;
- b) indicar as saídas por meio de dizeres ou setas;
- c) manter comunicação através de avisos, cartazes ou similares;
- d) advertir contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos;
- e) advertir quanto a risco de queda;
- f) alertar quanto à obrigatoriedade do uso de EPI, específico para a atividade executada, com a devida sinalização e advertência próximas ao posto de trabalho;
- g) alertar quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste;
- h) identificar acessos, circulação de veículos e equipamentos na obra;
- i) advertir contra risco de passagem de trabalhadores onde o pé-direito for inferior a 1,80m (um metro e oitenta centímetros);
- j) identificar locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radioativas.

2.3 Subestações Elétricas

Subestação pode ser descrita como um conjunto de equipamentos elétricos interligados entre si e tem como finalidade controlar as manobras e o fluxo de potência, modificar as tensões e realizar a proteção do sistema elétrico.[3]

Em seguida será apresentado sucintamente aspectos teóricos sobre subestações;

2.3.1 Classificação

As principais classificações das subestações são quanto ao nível de tensão, à transformação de tensão, à função no sistema elétrico e ao tipo de instalação [3].

- a) Subestação de Baixa Tensão: Para nível de tensão até 1 kV;
- b) Subestação de Média Tensão: Para nível de tensão entre 1 kV e 34,5 kV;
- c) Subestação de Alta Tensão: Para nível de tensão entre 34,5 kV e 230 kV;

d) Subestação de Extra-Alta Tensão: Para nível de tensão maior que 230 kV.

Quanto à transformação de tensão, tem-se:

- a) Subestação de Manobra: Interliga os circuitos de suprimento sob o mesmo nível de tensão;
- b) Subestação Elevadora: Eleva os níveis de tensão;
- c) Subestação Abaixadora: Diminui os níveis de tensão.

Quanto à função no sistema elétrico, tem-se:

- a) Subestação de Transmissão: Subestações Elevadoras localizadas próximo ao sistema gerador;
- b) Subestação de Subtransmissão: Responsável pela realocação de grandes blocos de energia e por alimentar os transformadores de distribuição;
- c) Subestação de Distribuição: Subestações Abaixadoras que recebem energia da subtransmissão e as transporta para a rede de distribuição.

Quanto ao tipo de instalação, tem-se:

- a) Subestação Externa ou a Céu Aberto: São construídas ao ar livre ficando expostas às condições atmosféricas;
- b) Subestação Interna ou Abrigada: São construídas em locais abrigados não ficando expostas às condições atmosféricas.

2.3.2 Materiais Utilizados

Em geral, as subestações apresentam equipamentos de transformação, de manobra, de compensação de reativos, de proteção e de medição [4].

Os equipamentos de transformação, são:

- a) Transformador de Força: Transmite potência de um circuito a outro;
- b) Transformadores de Instrumentos (transformador de corrente - TC e transformador de potencial - TP): Reduz a corrente ou tensão a níveis compatíveis com os relés e medidores.

Os equipamentos de manobra, são:

- a) Disjuntores: Dispositivo eletromecânico que funciona como interruptor automático, protegendo o sistema elétrico contra sobrecargas e curto-circuitos;
- b) Chaves Seccionadoras: Dispositivos mecânicos de manobra capaz de seccionar (isolar) um circuito elétrico.

Os equipamentos de compensação de reativos, são:

- a) Reator derivação ou série;
- b) Capacitor derivação ou série;
- c) Compensador síncrono;
- d) Compensador estático.

Os equipamentos de proteção, são:

- a) Pára-Raios: Protegem o sistema contra descargas atmosféricas e surtos de manobra;
- b) Relés: Protegem o sistema contra faltas;
- c) Fusíveis: Protegem o sistema contra curto-circuitos. Os equipamentos de medição têm a finalidade de medir medidas, como corrente, tensão e fator de potência.

2.3.3 Malha de Aterramento

Aterramento é uma conexão elétrica à terra, representando o valor da resistência de aterramento, a eficiência desta ligação para muitos autores está relacionado diretamente ao valor da resistência, quanto menor for, melhor será a malha de aterramento. Há várias maneiras para aterrar um sistema elétrico, desde a mais simples esfera, passando por placas de formas e tamanhos diversos, fitas metálicas que se prolongam por faixas de terrenos, chegando as mais complicadas configurações de cabos enterrados no solo.[5] É possível ver através do apêndice A o projeto da malha de aterramento da subestação de Tejipió. Uma malha de aterramento é constituído basicamente de:

- Condutores de malha, que são cabos utilizados para conectar os componentes não aterrados às hastes de aterramento.

Figura 6 – Condutor de malha.



Fonte:[7]

- Hastes de aterramento, que são condutores aterrados ao solo cuja finalidade é drenar as descargas atmosféricas assegurando um afetivo contato com o solo.

Figura 7 – Haste de aterramento.



Fonte:[7]

- Soldas exotérmicas, que fazem a conexão dos cabos.

Figura 8 – Soldas exotérmicas.



Fonte:[7]

- Conectores, que são utilizados na conexão entre condutores da malha, as hastes de aterramento, equipamentos.

Figura 9 – Conectores de aterramento



Fonte:[7]

2.3.3.1 Resistividade do Solo

A terra, pode ser considerada como um condutor pelo qual a corrente elétrica irá se dissipar. A resistividade do solo pode variar muito através da profundidade, devido as diferenças na porcentagem de umidade, tipo do material que compõe o solo, temperatura, idade de formação geológica, entre outras.[6]

2.3.3.2 Estabelecimento de uma Geometria Básica de Malha

O projeto do sistema de aterramento de uma subestação é realizado para a condição de falta para a terra e envolve o dimensionamento do condutor da malha, para suportar os esforços térmicos decorrentes da circulação de correntes de curto-circuito, e o estabelecimento de uma geometria de malha adequada para o controle dos potenciais de passo e toque, causados pelo processo de dissipação da malha para o solo de parte ou de toda a corrente de falta [9].

A etapa inicial do dimensionamento de uma malha de aterramento consiste na seleção de uma geometria básica, que deve considerar a delimitação da área da subestação(SE) a ser abrangida pela malha e o arranjo inicial dos condutores [9].

A área a ser abrangida pela malha deve incluir no mínimo o pátio da SE. Uma vez escolhida a área a ser abrangida pela malha, cumpre determinar uma configuração inicial para o lançamento dos eletrodos que a constituirão. O critério de definição da geometria inicial da malha deve levar em consideração a distribuição dos equipamentos e edificações existentes no interior da área em questão, bem como o modelo de solo [9].

2.3.3.3 Dimensionamento do Condutor da Malha

O condutor da malha de terra é dimensionado considerando as solicitações mecânicas e térmicas devidas às correntes elétricas que ele possa suportar.

2.3.3.4 Recomendações Técnicas para Projeto de Aterramento

A ABNT NBR 15751 apresenta no item 10.4 uma série de recomendações para aterramento dos diversos equipamentos que compõem uma subestação.

Cada equipamento tem alguma particularidade para o aterramento que a norma detalha, principalmente, em relação aos pontos a serem aterrados, à bitola do condutor de interligação, à fixação e aos tipos de conectores para esta interligação e forma (quantidade) de ligações à malha. De forma geral, os equipamentos possuem terminais identificados para o aterramento. Estes terminais devem ser interligados diretamente à malha de terra por meio de um condutor de mesma seção que o da malha. No caso de transformadores, o projeto da subestação deverá especificar detalhadamente os pontos de aterramento em função do tipo de transformador e ligações envolvidas [8].

No Brasil, infelizmente, as normas de aterramento encontram-se, no mínimo, defasadas, como a Norma Brasileira Registrada – NBR – 7117. Quanto as exigências de resistência, tem-se referências na NBR-5419 – Proteção contra Descargas Atmosféricas e na NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão [8]. Geralmente os projetistas de aterramentos baseiam-se no padrão internacional IEEE-80 atualmente em sua revisão 2000. Há tendência que os principais parâmetros de projeto recomendados neste guia, sejam adotados pela Norma Brasileira em elaboração [9].

Além das normas referidas de acordo com o assunto, se faz necessário consultar outras normas técnicas. O conhecimento técnico e a tecnologia utilizada por fornecedores de equipamentos, empresas de engenharia de segurança do trabalho e medicina do trabalho, concessionárias de serviços públicos, associações e organizações existentes no Brasil e no mundo, deverão ser consideradas e assimiladas. Trata-se da aquisição dos conhecimentos técnicos acumulados pelas empresas, fabricantes de equipamentos, universidades, e centros de pesquisas, os quais são da mais alta importância em termos da técnica e da segurança [9].

3 Atividades Realizadas

Neste capítulo serão apresentadas de forma detalhada as principais atividades e experiências realizadas durante o período de estágio.

3.1 Subestação Olinda

Foi proporcionado pelo estágio também, a oportunidade de conhecer outra subestação, a subestação de Olinda. A obra da subestação de Olinda, trata-se de uma atualização da estrutura, onde foi realizado um novo projeto utilizando estruturas metálicas no lugar de concreto, o que torna a construção muito mais rápida, devido a já ter todos os materiais prontos, e fazer apenas os encaixes. Pode-se ver algumas partes da subestação como ilustrado nas Figuras 10, 11, 12 e 13.

Figura 10 – TC's e TP's da seção 69kV.



Figura 11 – Chaves seccionadoras.



Figura 12 – Transformadores.



Figura 13 – TC's e TP's da seção 13,8kV.



3.1.1 Transformador Móvel

O transformador de potência é um dos equipamentos mais importantes do sistema de distribuição, sendo responsável por transferir energia elétrica ou potência elétrica de um circuito a outro, transformando tensões e correntes de um circuito elétrico.

Em muitas situações, resultantes de contingências ou aumento de demanda por períodos pré-determinados, as redes de transmissão e distribuição estão limitadas quanto à realização de operações ou manobras, por estarem operando próximas ao limite de carregamento; ou não terem condições de realizar obras de expansão, em função da relação entre a necessidade e o tempo de obra. Nesses casos, são utilizados transformadores ou

subestações móveis que possibilitam a minimização dos transtornos e corte de cargas, decorrentes das condições impostas anteriormente.

Devido a atualização da subestação, foi necessário a mudança de local do transformador de 69kV, para tal mudança foi necessário o seu desligamento, mas como a subestação já estava em funcionamento não poderia ficar inativa, desta forma foi utilizado um transformador móvel da CELPE, mostrado na Figura 14, desta forma mantendo a subestação em funcionamento, sem prejudicar os consumidores.

Figura 14 – Transformador móvel.



3.1.2 Ensaios de Equipamentos

Após a montagem dos equipamentos foi necessário efetuar os ensaios dos mesmos, para analisar se estão em perfeitas condições de uso. Foi possível acompanhar os ensaios dos equipamentos realizado pela equipe especializada da Celpe. No apêndice D é possível verificar os resultados dos muitos ensaios realizados.

3.1.2.1 Resistência de Isolamento

O teste de resistência de isolamento tem como finalidade detectar, diagnosticar e prevenir falhas de sua isolação, atendendo aos valores mínimos especificados nas normas aplicáveis aos componentes da instalação. Esses valores são fornecidos pelos fabricantes de cada componente da instalação.

Deve sempre avaliar a placa dos equipamentos, referente a classe de isolamento, porem há itens como estrutura que envolve diversos itens instalados, sendo assim pode considerar as seguintes classes de isolamento conforme sua classe de tensão primaria [11].

- Estrutura: Objetivo deste ensaio é verificar isolamento compõe a estrutura como isoladores que sustentam os barramentos e demais componentes.

Considera-se estrutura: Para raio, tp, tc, barramentos, isoladores, entre outros. Resistencia ôhmica de isolamento mínimo aceitável: Classe de isolamento x 10 = MΩ.

- TC\TP: Objetivo deste ensaio é verificar isolamento entre Primário e secundário do equipamento, além de outros ensaios com relação de espira e tensão aplicada (executada com outros instrumentos).

Este ensaio deve ser feito por 1 min Resistencia ôhmica de isolamento mínimo aceitável: Classe de isolamento x 10 = MΩ.

- Secionadora(Chaves): Este ensaio tem o objetivo de avaliar o isolamento da estrutura da seccionadora e seus componentes como isoladores, bielas, estrutura metálica e isolamento entre fases x terra com chave fechada e isolamento entre contatos com chave abert a, analisando possíveis f alhas de isolamento ou fugas na estrutura citada.

Resistencia ôhmica de isolamento mínimo aceitável: Classe de isolamento x 10 = MΩ.

- Disjuntores: Este ensaio tem o objetivo de avaliar o isolamento da estrutura do disjuntor e componentes como isoladores, bielas, estrutura metálica e isolamento entre fases x terra com disjuntor fechado e isolamento entre contatos e seus líquidos isolantes com disjuntor aberto, analisando possíveis falhas de isolamento ou fugas na estrutura citada.

Resistencia ôhmica de isolamento mínimo aceitável: Classe de isolamento x 10 = MΩ.

3.1.2.2 Resistência de Contato

A medição da resistência ôhmica entre contatos (resistência de contato de disjuntores, chaves seccionadoras e comutadores), tem como finalidade a determinação do estado da camada de metalização (prata) dos contatos fixos e móveis, bem como visualizar o valor de resistência existente entre as conexões do equipamento até o barramento de alimentação. Nestes casos os valores devem estar compreendidos na faixa de micro ohms.[10]

Valores altos de resistência de contato provocam o surgimento de pontos quentes, e conseqüentemente ocorre à aceleração da deterioração da camada de metalização, gerando um efeito cascata até danificar o equipamento. O teste consiste em injetar corrente e medir o valor de tensão.

Chaves seccionadoras são dispositivos destinados a realizar manobras de seccionar e isolar um circuito elétrico. Em condições normais e com seus contatos fechados, elas devem

manter a condução de sua corrente nominal, inclusive de curto-circuito até a abertura do disjuntor, sem sobreaquecimento. Basicamente a seccionadora é uma extensão do condutor que, se desloca quando acionado, abrindo e fechando através dos contatos fixo e móvel. Normalmente em média tensão seu controle é manual através de alavanca ou bastão.

Os disjuntores utilizados na subestação são disjuntores a vácuo e o hexafluoreto de enxofre (SF₆). Nos disjuntores a vácuo, ao contrário, o arco não é resfriado. O plasma de vapor metálico tem alta condutibilidade e, por esse motivo, tem-se como resultado, uma tensão de arco extremamente pequena, que varia de 20 a 200V. Por esta razão e pelo pequeno tempo de arco, a energia entre contatos é muito pequena. A câmara de extinção é, devido a esta pequena solicitação, livre de manutenção. O disjuntor a vácuo representa a tendência mais moderna na área de Média Tensão até 38kV. O SF₆ é um gás que é usado em equipamento de energia eléctrica. É transparente, inodoro, não inflamável e quimicamente estável. Isto significa que em temperaturas não reage com qualquer outra substância. A estabilidade vem do arranjo simétrico dos seis átomos de fluoreto em torno do átomo central de enxofre. É esta estabilidade que faz este gás útil em equipamentos eléctricos.

O SF₆ pode ser dividida em dois tipos principais:

1. Disjuntor a dupla pressão, em que uma operação de abertura, quando o contato móvel inicia o seu afastamento do contato fixo, a válvula de sopro é aberta e um forte sopro de gás é dirigido contra o arco, esfriando-o, deionizando-o e acabando por extingui-lo. A válvula de sopro é, em seguida, fechada e o compressor transfere o excesso de gás da câmara para o reservatório de alta pressão, através de filtros de alumina (Al₂O₃), que retiram do gás os produtos de sua decomposição e os resíduos formados pela ação do arco sobre os contatos.
2. Disjuntor a pressão única, que em uma operação de abertura, o contato móvel se movimenta simultaneamente com um cilindro de sopro que tem, na sua parte interna, um pistão sobre o qual desliza. O gás SF₆ do interior do cilindro é comprimido e acaba sendo lançado contra o arco, através do bocal de sopro.

3.1.2.3 Resistência Ôhmica dos Enrolamentos

Este teste mede a resistência ôhmica dos enrolamentos do transformador. Devem ser comparados com os valores dos ensaios de fábrica e podem dar indicações sobre a existência de espiras em curto-circuito, conexões e contatos em más condições. A medição deve ser efetuada com corrente contínua a uma determinada temperatura.

3.1.2.4 Relação de Transformação

A medida da relação de transformação de um transformador é padronizada como ensaio de rotina e como teste básico em programas de manutenção preventiva em transformadores reparados ou submetidos a reformas ou, ainda, no comissionamento das unidades.[12]

Os métodos mais frequentemente empregados para a sua obtenção são:

- Método do voltímetro – medida da relação de tensões entre os enrolamentos de AT e BT, obedecendo-se o fechamento do transformador;
- Método do TTR – medida da relação de espiras por meio de um equipamento construído especificamente para este fim.

Qualquer método utilizado deve oferecer valores suficientemente precisos para que seja válido. Para avaliar um transformador, os resultados do teste, independentemente do método aplicado ou dos instrumentos de medição utilizados, devem possibilitar medidas com variação máxima admissível próximo a 0,5%, em todos os tapes de comutação.[12]

3.1.2.5 Medida de Tempo de Operação do Disjuntor

Disjuntores são elementos de proteção conectados a um circuito e têm como finalidade estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação, bem como intervir em condições anormais.

A corrente que circula pelos disjuntores pode ser interrompida por meio de dois sistemas de proteção: o térmico e o magnético. O tempo de atuação e a magnitude da corrente a qual o circuito é submetido determina qual dos dois sistemas será utilizado. Essa decisão será tomada com base na curva de tempo versus corrente presente em cada disjuntor. Desta forma o tempo de abertura e fechamento dos disjuntores deve ser ajustado para funcionar de maneira precisa, para evitar queima de equipamentos e acidentes devido a situações anormais.

3.2 Controle de Materiais Eletromecânicos

Nesta seção serão apresentadas as atividades relacionadas ao controle dos materiais necessários para a obra, que abrangem de porcas a postes.

3.2.1 Relação de Materiais

Em uma obra de tal proporção, que necessita de muitos materiais, e que muitos deles precisam ainda ser fabricados, é preciso ter um bom controle, sabendo o que está

em obra, o que falta para chegar e o que já está encomendado. A não existência de tal controle pode acarretar em sérios atrasos para a obra, de uma semana a meses parada, por exemplo um poste que falte demora em média uma semana para ser feito o pedido, fabricação e entrega, já materiais de ferro galvanizado esse processo pode levar 2 ou mesmo 3 meses. Desta forma foi entregue esta responsabilidade de controle de materiais, para sempre possuir os materiais quando necessitados. Na Figura 15 ilustra-se um exemplo de planilha de controle do material eletromecânico usado na obra.

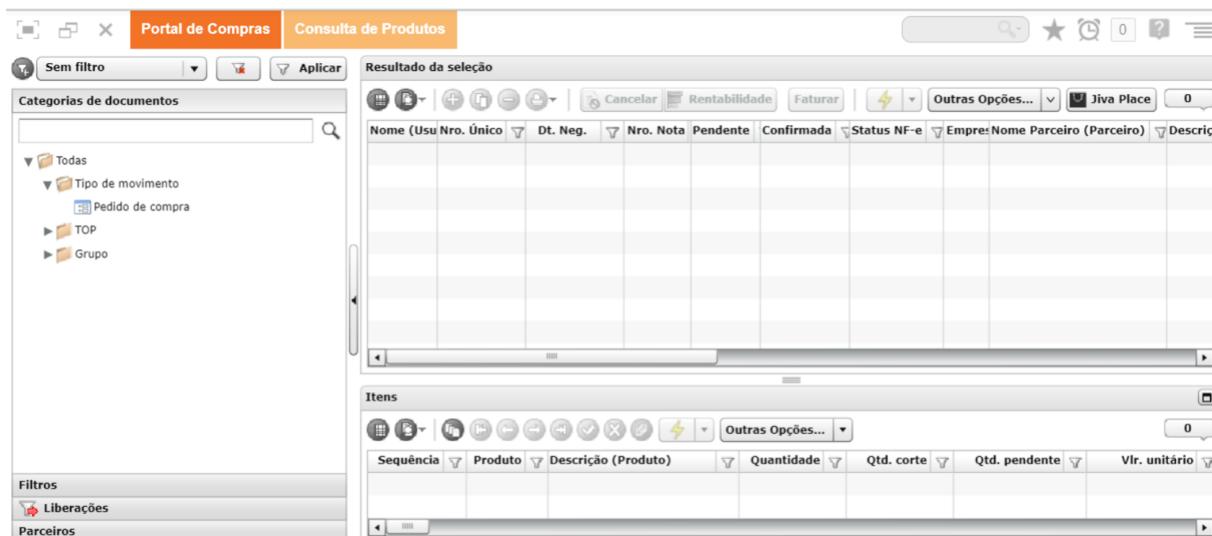
Figura 15 – Lista de materiais eletromecânicos.

 LISTA DE MATERIAIS PARA MONTAGEM ELETROMECÂNICA								
COD. SAP	DESCRIÇÃO	QDE	UNID.	FORNECIM.	NA OBRA	EM FALTA	RESERVA	OBS
MATERIAIS DE CONCRETO:								
ESTRUTURA 69KV								
3301570	POSTE CONCRETO ARMADO DT B-3 SE 1500daN, 12m	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
3301082	POSTE CONCRETO ARMADO DT B-3 SE 1500daN, 14m	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
3312229	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSV 5.900 mm	30,00	ud	CELPE	30,00	0,00	-	
3322035	SUPORTE JABAQUARA TIPO SSI - 1910 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
ESTRUTURA 13.8KV								
3300098	POSTE CONCRETO ARMADO DT 1500daN, 10 m	6,00	ud	CELPE	6,00	0,00	-	
3304048	COLUNA CONCRETO ARMADO DT 69KV 600H	2,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
3312265	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSV 5.940 mm	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
3312222	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSH 6.720 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
3312219	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSH 7.090 mm	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
3312218	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSH 6.760 mm	2,00	ud	CELPE	2,00	0,00	-	
3312220	VIGA CONCRETO ARMADO TIPO VSH 6.500 mm	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
-	ANEL CONCRETO ARMADO TIPO ADD 280x360 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
-	ANEL CONCRETO ARMADO TIPO AST 280x360 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
-	ANEL CONCRETO ARMADO TIPO AST 240x360 mm	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
-	ANEL CONCRETO ARMADO TIPO ATD 280x360 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	
-	ANEL CONCRETO ARMADO TIPO ADT 240x320 mm	2,00	ud	CELPE	2,00	0,00	-	
3320142	ANEL CONCRETO CAPITEL 600x600MM	1,00	ud	CELPE	1,00	0,00	-	
3322039	SUPORTE JABAQUARA TIPO SSL - 1100 mm	2,00	ud	CELPE	2,00	0,00	-	
3322038	SUPORTE JABAQUARA TIPO SST - 1100 mm	4,00	ud	CELPE	4,00	0,00	-	
-	SUPORTE JABAQUARA TIPO SSD - 1100 mm	1,00	ud	CELPE	1,00	0,00	-	
3310021	CRUZETA CONCRETO TIPO T 1910 mm	8,00	ud	CELPE	8,00	0,00	-	2 do 13.8kv e 6 para banco de capacitor

3.2.2 JIVA

A prener utiliza-se da ferramenta Jiva para efetuar seu controle de pedidos, no qual os funcionários em obra passam os pedidos dos materiais necessários através dele para o setor de suprimentos da prener, que por sua vez realizam uma cotação de preços com seus fornecedores e realizam a compra, e depois através do jiva repassam a documentação de reserva de material. Na Figura 16 pode-se ver a tela inicial do jiva.

Figura 16 – Jiva - Controle de Pedidos.



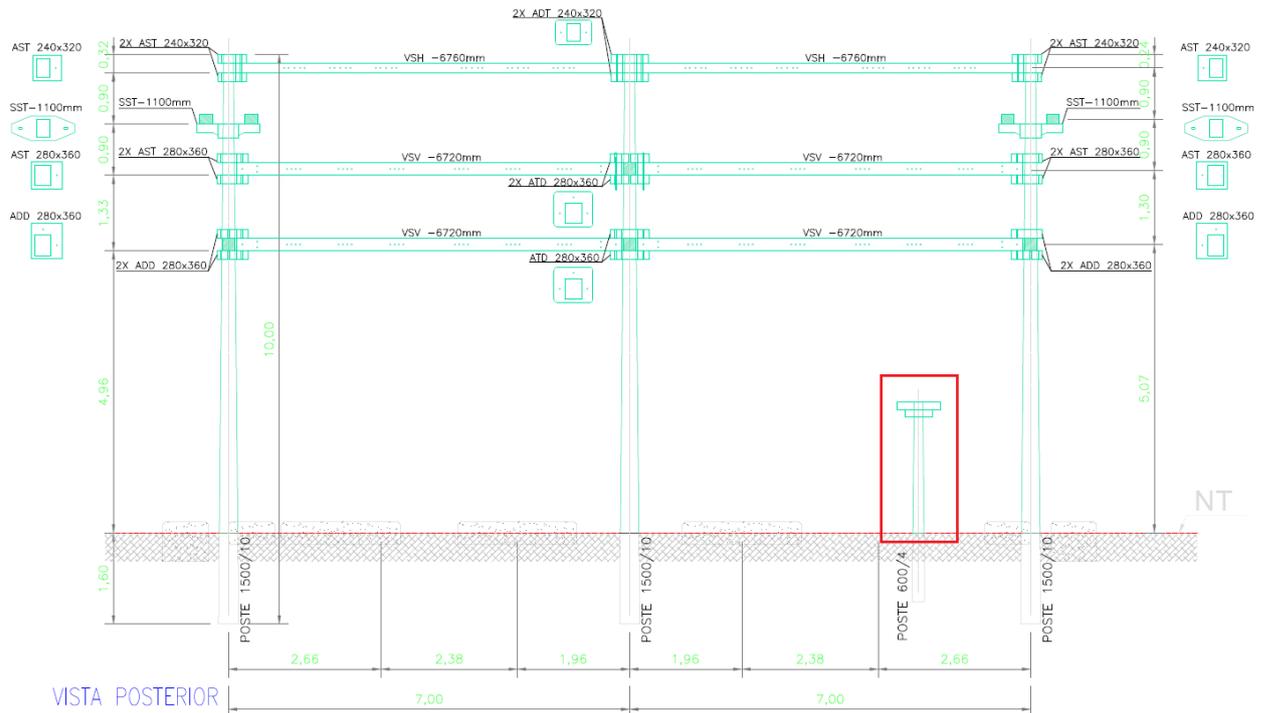
3.3 Avaliação e Verificação de Projetos

É comumente exigido a avaliação e verificação dos projetos da obra para que se possa identificar erros e alterações no projeto, além de verificar posições de montagem de postes, vigas, anéis e equipamentos em geral.

No apêndice B pode-se verificar o projeto do setor 69kV, no qual é possível verificar posição de postes, vigas e anéis, assim como a descrição dos mesmos.

Na Figura 17 é apresentado um exemplo de um caso em que foi necessário tanto a verificação para colocação de postes, sequência de anéis e vigas, e também a ausência de informação sobre um poste auxiliar, que com a falta de informação sobre este poste foi preciso avalia-lo, pois não é possível fazer sua colocação sem informação precisa de sua altura do solo ao topo do poste, pois um erro em sua altura pode impedir passagem de cabos pelo mesmo, ou causar futuros acidentes, devido a isso, é preciso fazer a verificação de suas informações para poder ser implantado.

Figura 17 – Estrutura de concreto.



3.4 Relatório Diário de Obra

Muito importante em uma obra é o relatório diário de atividades, o qual terá muitas informações sobre o dia de trabalho em questão. Sua importância é de grande valia para melhor acompanhamento do engenheiro encarregado da obra de como esta o andamento do roteiro previamente preparado, além de ser de utilidade no momento de dar o parecer do desenvolvimento da obra para a empresa contratando, no caso Celpe.

A parte mais importante de tal relatório é a parte onde se diz as atividades realizadas naquele dia, e mais ainda os possíveis problemas apresentados naquele dia, como por exemplo chuva, que é um fator que dificulta o desenvolvimento e a execução do roteiro estabelecido.

Na Figura 18 ilustra-se uma exemplificação do relatório diário de obra, na qual contém várias informações, como condição meteorologia, número de funcionários e seus cargos, materiais utilizados na obra, assim como lista das atividades realizadas no dia em questão e também informações importantes sobre o dia, como por exemplo caminhão atolado, acidente de trabalho.

Figura 18 – Relatório diário de obra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	 RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA - RDO -																			RDO Nº:		Fih:				
2																										
3																										
4																										
5	Obra:	S/IE TEJIPIÓ																		BL Nº:						
6	Serviço:	Construção																		Obra:	S/IE TEJIPIÓ	Setor:	n/a			
7	Cliente:	CELPE																		Coordenador do projeto		Líder:	n/a			
8	Condições Metereológicas						Horário de Trabalho (h)						hh total do dia	Data de início da obra:	12/07/17											
9	<input type="checkbox"/>	Bom	<input checked="" type="checkbox"/>	Nublado	<input type="checkbox"/>	Chuvoso	07:00	às	12:00					Dias restantes:												
10	Tempo de chuva:						13:00	às	17:00					Percentual percorrido:												
11	Segurança do Trabalho																									
12	Tema do DDS:																									
13	EFETIVO DIRETO												EFETIVO INDIRETO													
14	1	MESTRE DE OBRAS	1	OPERADOR DE BETONEIRA	2	ENG. RESIDENTE	1	ENCARREGADO DE ELETROM																		
15	2	CARPINTEIRO	0	ELETRICISTA	0	GER. ADMINISTRATIVO	3	MONTADOR ELETRICISTA																		
16	5	PEDREIRO	0	ELETRÓTECNICO	1	TEC. SEGURANÇA	2	AJUDANTE DE ELETRICISTA																		
17	2	ARMADOR	1	OPERADOR GUINDAUTO	0	ALMOXARIFE																				
18	2	VIGIA	1	MOTORISTA	0	SECRETÁRIO																				
19	11	AJUDANTE DE OBRAS	0	TOPOGRAFO	1	SUPERVISOR DE ELETROME																				
20		SOLDADOR		TOTAL EFETIVO DIRETO		TOTAL EFETIVO INDIRETO	36	EFETIVO TOTAL																		
21	Equipamentos																									
22	0	MINERETROESCAVADEIF	2	MOTOR VIBRADOR	2	CONTEINER	0	VEICULO PEQUENO																		
23	1	POLICORTE	1	BETONEIRA	0	GERADOR DIESEL	0	CAMIONETE																		
24	0	PLACA VIBRATÓRIA	2	VIBRADOR	1	MAKITA	1	VANKOMBI																		
25	1	SERRA CIRCULAR	0	ESCAVADEIRA	1	FURADEIRA	0	CAMINHÃO CAÇAMBA																		
26	1	MARTELETE ROMPEDOR	1	SERRA DE BANCADA	1	LIXADEIRA	15	TOTAL EQUIPAMENTOS																		
27	Registros / Ocorrências / Comentários / Observações																									
28	Item	Executante / Prener												Item	Fiscalização / CELPE											
29	1	Colocação de Vigas												1												
30	2	Colocação de Para-Raios												2												
31	3	Construção de Muro de Arrimo												3												
32	4	Construção de Muro Corta Fogo												4												
33	5	Construção de Muro de Entrada												5												
34	6	Montagens de Formas												6												
35	7	Concretagem												7												
36	8													8												
37	9													9												
38	10													10												
39	11													11												
40	12													12												
41	13													13												
42	14													14												
43	15													15												
44	16													16												
45	17													17												
46	18													18												
47	19													19												
48	20													20												
49	Assinatura do Responsável-PRENER												Assinatura da Fiscalização-CELPE													
50	/ /												/ /													
51																										
52																										

4 Conclusão

Neste relatório foram apresentadas as principais atividades desenvolvidas pelo estagiário na Obra de Tejipió, através da empresa Prener. Também foi apresentado o embasamento teórico necessário para a realização das atividades e uma visão geral de como é o funcionamento de uma obra de subestação.

A realização deste estágio foi de grande ganho para o estagiário, não apenas em relação aos conhecimentos acadêmicos aplicados à vida profissional, mas também no âmbito pessoal.

Durante o período de estágio foi possível ter contato com várias pessoas no ambiente da empresa, receber atividades do seu supervisor e voltar com resultados, lidar com diferentes profissionais e saber lidar com situações adversas, permitindo ao estagiário vivenciar a realidade de uma obra. Em relação ao âmbito acadêmico foi possível colocar em prática conhecimentos adquiridos em disciplinas como Instalações Elétricas, Distribuição de Energia Elétrica e Proteção de Sistemas Elétricos.

Foi bastante interessante conhecer vários componentes que o estagiário só conhecia por fotos. Foi bastante enriquecedor conhecer uma subestação, acompanhar sua construção, mesmo que no começo, ofereceu vários ensinamentos, desde verificar se empresa contratada estava seguindo o projeto até entender as burocracias presentes durante uma obra, presenciando todos os procedimentos realizados.

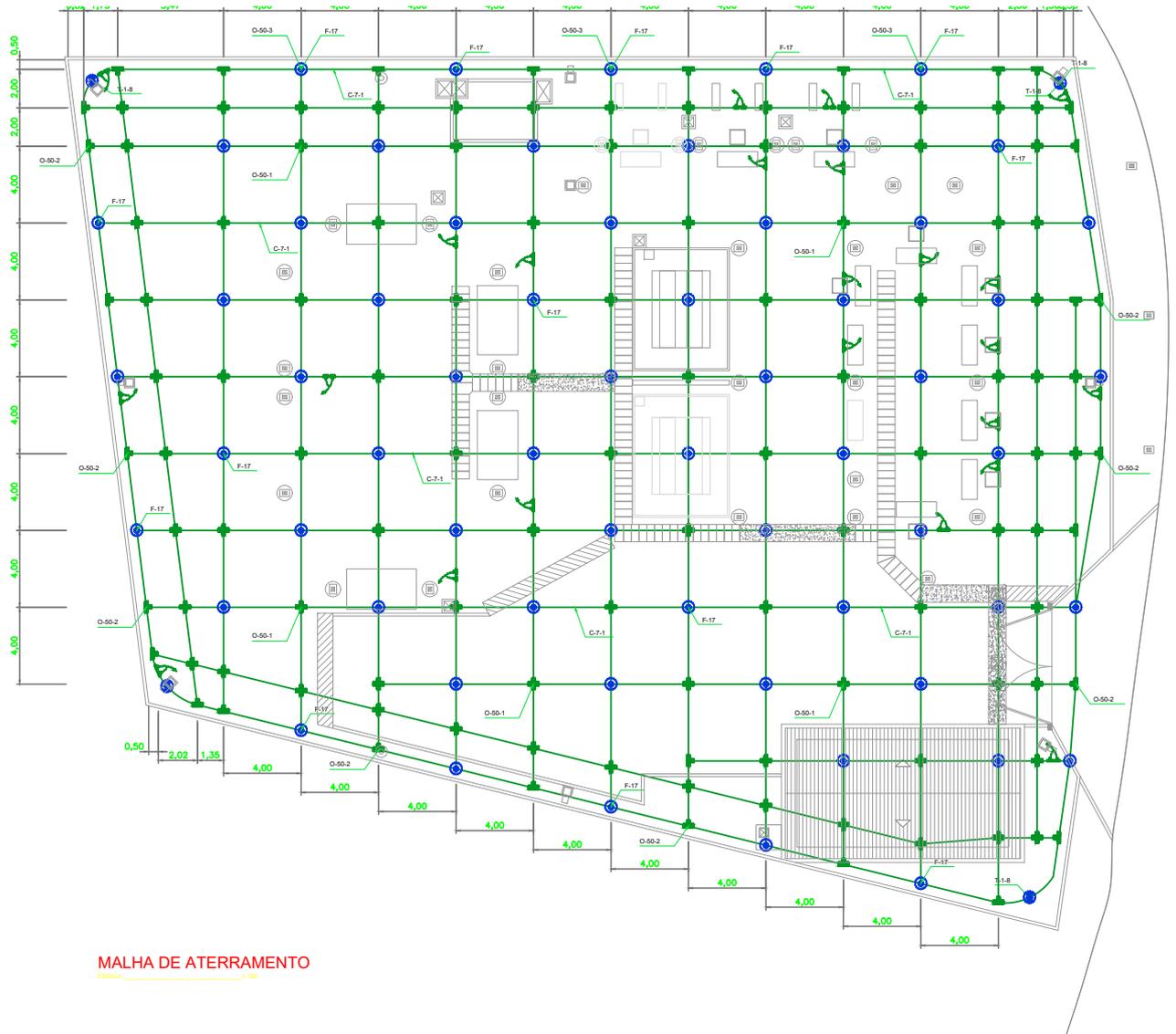
A experiência adquirida durante o estágio foi de enorme valor, mostrando ao estagiário a realidade de uma empresa e preparando-o para o mercado trabalho, agregando valor à sua formação e deixando o mesmo com a capacidade de decidir sobre seu futuro profissional.

Referências

- 1 MINISTÉRIO DO TRABALHO. *NR 10 : Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. 2004. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- 2 MINISTÉRIO DO TRABALHO. *NBR 18: Segurança em instalações e serviços em construção civil*. 2011. Citado na página 20.
- 3 MUZY, G. L. C. d. O. *Subestações Elétricas*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Citado na página 21.
- 4 DUAILIBE, P. *Subestações: Tipos, Equipamentos e Proteção*. CEFET-RJ, 1999. Citado na página 22.
- 5 BELTANI, J. M. *Medição de Malha de Terra em Subestações Energizadas*. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2007. Citado na página 23.
- 6 JOBSON MODENA E HÉLIO SUETA. *Métodos normalizados para medição de resistência de aterramento*. Fascículo, 2011. Citado na página 25.
- 7 ELÉTRICA, M. da. *Aterramento, peças para montagem*. 2016. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/aterramento-pecas-para-montagem/>>. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- 8 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15751: Sistemas de aterramento de subestações*. Rio de Janeiro, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- 9 FABIANO VILLAN. *Resistência Ôhmica de Contato*. 2016. Citado na página 30.
- 10 JOBSON MODENA e HÉLIO SUETA. *Projeto de aterramento de malhas de subestações elétricas: recomendações gerais e aterramento dos equipamentos*. Fascículo, 2011. Citado na página 26.
- 11 FABIANO VILLAN. *Resistência Ôhmica de Isolamento*. 2016. Citado na página 29.
- 12 MARCELO PAULINO. *Polaridade e relação em transformadores de potência*. 2014. Citado na página 32.

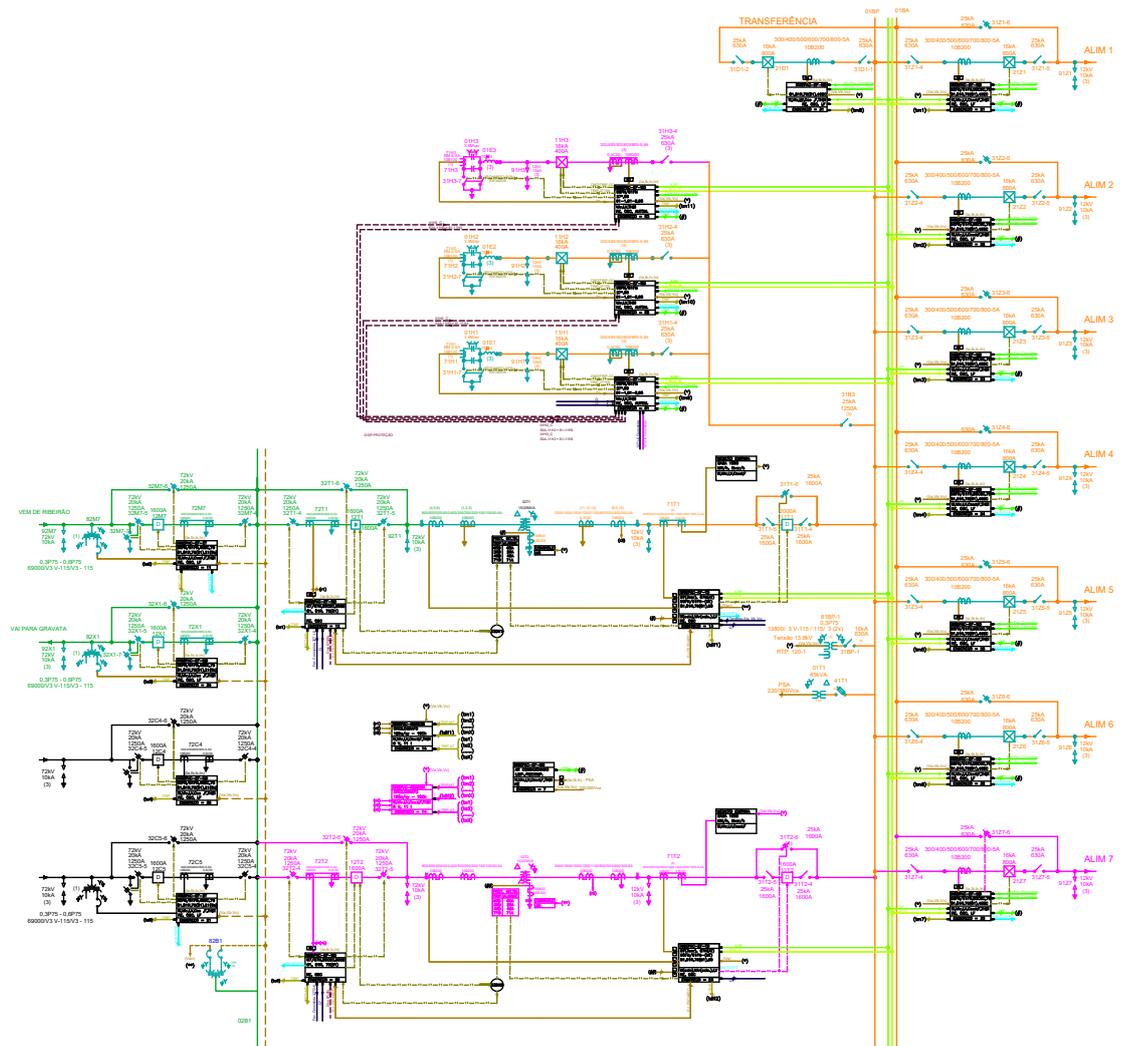
APÊNDICE A – Malha de Aterramento

Figura 19 – Malha de Aterramento.



APÊNDICE C – Diagrama Unifilar

Figura 21 – Diagrama Unifilar.



APÊNDICE D – Ensaios da Subestação de Olinda

D.1 Ensaios do Disjuntor

Figura 22 – Ensaio do Disjuntor a vacuo.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 28/03/2018		
EQUIPAMENTO: DISJUNTOR A VACUO		COD. EQUIP.: 21N4	TENSÃO: 57KV		
FABRIC.: SIEMENS	TIPO:	N.º SÉRIE:	ANO FAB.: 2012		
TIPO DE MANUTENÇÃO:	B	COMISSIONAMENTO			
ENSAIOS					
Temperatura (°C)	29,8°C	Umidade relativa do ar (%)	65%		
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO / CÂMARA DE EXTINÇÃO TANQUE UNICO					
ENCONTRADO		DEIXADO			
ENSAIO	VALOR	ENSAIO	VALOR		
1	35,5 GΩ	1			
2	804 GΩ	2			
3	3,58 TΩ	3			
INSTRUMENTO UTILIZADO		INSTRUMENTO UTILIZADO			
Fabricante:	INSIPONIC	Fabricante:			
Nº de Série:		Nº de Série:			
Tipo:		Tipo:			
Escala:	5KV/1MΩ/V	Escala:			
Data:		Data:			
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO					
<p>Teste 1</p>		<p>Teste 2</p>			
<p>Teste 3</p>					
LIGAÇÕES PARA OS ENSAIOS					
ENSAIO	LINE	EARTH	GUARDA	MEDIDO	DISJUNTOR
1	A1-B1-C1	Massa	xxxxxx	OLEO	Fechado
2	A1-B1-C1	Massa	Isolador	Câmaras	Aberto
3	A1-B1-C2	A2-B2-C3	Isolador	Entre fases	Fechado
OBS:					

Figura 23 – Ensaio de resistência de isolamento.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 10/04/2018		
EQUIPAMENTO: DISJUNTOR SF6		COD. EQUIP.: 6211	TENSÃO: 7,25KV		
FABRIC: SHONAF	TIPO:	N.º SÉRIE:	ANO FAB: 2011		
TIPO DE MANUTENÇÃO:	B	COMISSIONAMENTO			
ENSAIOS					
Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar (%)			
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO / CÂMARA DE EXTINÇÃO EM POLO INDIVIDUAL					
ENCONTRADO		DEIXADO			
ENSAIO	VALOR	ENSAIO	VALOR		
1	82,3 GΩ	1			
2	742 GΩ	2			
INSTRUMENTO UTILIZADO		INSTRUMENTO UTILIZADO			
Fabricante:	METREL	Fabricante:			
Nº de Série:		Nº de Série:			
Tipo:		Tipo:			
Escala:	SKULLAMENTO	Escala:			
Data:		Data:			
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO					
LIGAÇÕES PARA OS ENSAIOS					
ENSAIO	LINE	EARTH	GUARDA	MEDIDO	DISJUNTOR
1	A1-B1-C1	Massa	xxxxxx	Coluna	Fechado
2	A1-B1-C1	A2-B2-C2	Isolador	Câmaras	Aberto
OBS: CARGA DE GAS SF6 7,3 BAR (NOMINAL 7,0 BAR)					

Figura 24 – Ensaio de resistência de contato.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CONTATO (μΩ)					
UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 05/04/2018	TIPO:	
EQUIPAMENTO: DISJUNTOR SF6		SÉRIE:		FABRICANTE: SIEMENS	
CODIGO EQUIP.: 6213		TENSÃO: 7,25KV		UMIDADE REL. DO AR (%): 52%	
TIPO DE MANUTENÇÃO: COMISSIONAMENTO		TEMP. (°C): 33,8°C			
INSTRUMENTO UTILIZADO					
FABRICANTE: C.F	SÉRIE:	TIPO:	ESCALA: 200/20m2		
ENSAIO			RESISTÊNCIA DEIXADA		
FASE	RESISTÊNCIA ENCONTRADA		RESISTÊNCIA DEIXADA		
A	36 VΩ				
B	35 VΩ				
C	36 VΩ				
VALORES DE REFERÊNCIA					
EQUIPAMENTO	TIPO / MODELO	RESISTÊNCIA EM MICROHOMS			
		MANUT. TIPO B	MANUT. TIPO C		
Religador a Óleo	ESM e PRM	600	400		
Religador a Vácuo	ESAV e ESV	220	160		
Disjuntor PVO		100	70		
Disjuntor GVO		1000	500		
Disjuntor SF6		50	40 *		
Chave de abertura em carga	VCR	600	500		
	VCS3	150	125		
	VBM	130	90		
Nota: Os valores de cada fase não devem variar mais que 10 % um do outro.					
OBS:					

Figura 25 – Ensaio de medida de tempo de operação.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: SE OLINDA	DATA: 02/04/2018
PATRIMÔNIO:	EQUIP: 205000000000	COD. EQUIP.: 6272	TENSÃO: 20,5kV
FABR.: ACS TDM	TIPO:	SÉRIE:	ANO FAB.: 2015
RELATÓRIO DE COMISSIONAMENTO			
ENSAIO DE MEDIDA DE TEMPOS DE OPERAÇÃO			
TEMPO DE ABERTURA, TEMPO DE FECHAMENTO E CORRENTE DA BOBINA			
DADOS DO INSTRUMENTO	FABRICANTE	TIPO	Nº DE SÉRIE
	PPG GAMMA		
ANÁLISE DE TEMPO DE FECHAMENTO			
FECHAMENTO	POLO A	POLO B	POLO C
RESULTADOS EM ms	51,2 ms	50,9 ms	52,3 ms
DIFERENÇA ENTRE POLOS EM ms	A - B: 0,3 ms	B - C: 0,4 ms	C - A: 0,1 ms
CORRENTE DA BOBINA	25 mA		
ANÁLISE DE TEMPO DE ABERTURA			
ABERTURA	POLO A	POLO B	POLO C
RESULTADOS EM ms	30,3 ms	30,0 ms	30,8 ms
DIFERENÇA ENTRE POLOS EM ms	A - B: 0,3 ms	B - C: 0,3 ms	C - A: 0,5 ms
CORRENTE DA BOBINA	25 mA		
VALOR REFERENCIAL: ABERT.: 31 ± 5 ms FECHA: 52 ± 5 ms DIF. MAX: 2,0 ms			

D.2 Ensaio do Transformador de Corrente

Figura 26 – Ensaio do TC.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: SE OLINDA	DATA: 20/05/2018
EQUIPAMENTO: TRANSFORMADOR DE CORRENTE	TIPO:	COD. EQUIP.: 7215000000	EXATIDÃO: 0,2% 0,5% 1,0%
FABR.: ARTECHE	TIPO:	Nº SÉRIE:	ANO FAB.: 2017
TENSÃO: 20,5kV	POLARIDADES: SUBTRATIVA	RELAÇÕES: 600/300 - 5A	
ENSAIOS			
Temperatura (°C): 30,5°C	Umidade relativa do ar (%): 57%		
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DC			
INSTRUMENTO UTILIZADO	FABRICANTE: DUSTAR	SÉRIE:	TIPO:
CONEXÕES	TENSÃO	RESIST. DE ISOLAMENTO (MΩ)	
1 A B C 5	5 kV	4,17 TΩ	
2 B A C 1	1 kV	50,6 GΩ	
3 A C B 5	5 kV	4,83 TΩ	
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO AC (FATOR DE POTÊNCIA) PARA EQUIPAMENTOS ≥ 69kV			
Conexões	Posição da chave de medição	Tensão de teste (kV)	Fator de Potência
AT BT	GROND	2,5	Medido
Fator de correção utilizado: CA // CAB			
RESISTÊNCIA ÔHMICA DOS ENROLAMENTOS			
ENSAIO	TERMINAIS DO EQUIPAMENTO	TEMPERATURA AMBIENTE °C	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)
1	1S1 - 1S2	30,5°C	57%
2	1S2 - 1S3		
3	2S1 - 2S2		
4	2S1 - 2S3		
5			
RESISTÊNCIA MEDIDA			
	VALOR	UNIDADE	VALOR CORRIGIDO PARA 75 °C
	325,2	mΩ	
	421,8	mΩ	
	328,0	mΩ	
	403,8	mΩ	
RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO			
ENSAIO	TERMINAIS EQUIP. ENSAIADO	CORRENTE (A)	RELAÇÃO PLACA
1	1S1 - 1S2	600	5
2	1S2 - 1S3	800	5
3	2S1 - 2S2	600	5
4	2S1 - 2S3	800	5
RELAÇÃO MEDIDA			
			179,26
			169,68
			180,08
			160,66
LIGAÇÃO DEIXADA			
INSTRUMENTO UTILIZADO			
FABRICANTE: DUSTAR			
SÉRIE: PARALELO			
TIPO: PARALELO			

D.3 Ensaio do Transformador de Potencia

Figura 27 – Ensaio do TP.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 02/03/2018						
EQUIPAMENTO: TRANSFORMADOR DE POTENCIAL		COD. EQUIP.: 89 LS MPA POT	EXATIDAO: 0,3725/0,117 75						
FABRIC.: ISOLET	TIPO:	N.º SERIE:	ANO FAB: 2012						
TENSÃO: 24,5KV	POLARIDADE: SUBTRATIVA	RELAÇÕES: 69000V3/115/115V3 V							
ENSAIOS									
Temperatura (°C)	30,59	Umidade relativa do ar (%)	57%						
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DC									
ENSAIOS	CONEXÕES			TENSÃO	RESIST. DE ISOLAMENTO (M W)	ENSAIO 1	ENSAIO 2	ENSAIO 3	
	CAPO	CAPO	CAPO	ENSAIO					
1	A	B	C	(KV)	5 minutos				
2	B	A	C		9,50 E-01				
3	A	C	B		28,56-01				
					2,5.00 77				
INSTRUMENTO UTILIZADO				FABRICANTE: MASTRONIC	SÉRIE:	TIPO:			
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO AC (FATOR DE POTÊNCIA) PARA EQUIPAMENTOS ≥ 69KV									
Conexões	Posição da chave de medição	Tensão de teste (KV)	Leituras obtidas				Fator de Potencia		Isolamento medido
			mVA		mW		Medido	Corrigido a 20°C	
AT	BT		Leitura	média	Leitura	média			
A	B-T	GROUND							
Fator de correção utilizado:									
INSTRUMENTO UTILIZADO				FABRICANTE:	SÉRIE:	TIPO:			
RESISTÊNCIA ÔHMICA DOS ENROLAMENTOS									
ENSAIO	TERMINAIS DO EQUIPAMENTO	TEMPERATURA AMBIENTE °C	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)	RESISTÊNCIA MEDIDA		VALOR CORRIGIDO PARA 75 °C			
				VALOR	UNIDADE				
1	1x1 - 1x3	30,5°C	57%	324,6	mΩ	0,00			
2	2x2 - 1x3			255,4	mΩ	0,00			
3	2x1 - 2x3			315,4	mΩ	0,00			
4	2x2 - 2x3			251,8	mΩ	0,00			
5									
6									
7									
INSTRUMENTO UTILIZADO				FABRICANTE: MEGARPODS	SÉRIE:	TIPO:			
RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO									
ENSAIO	TERMINAIS EQUIP. ENSAIADO	TENSÃO (V)		RELAÇÃO PLACA	RELAÇÃO MEDIDA	ERRO MAX % = * (Rmed - Rplac) x 100 / Rplac			
		PRIMÁRIA	SECUNDÁRIA						
1	1x1 - 1x3	40250	115	350	344,69	#DIV/0!			
2	2x2 - 1x3	40250	67,083333	600	600,44	#DIV/0!			
3	2x1 - 2x3	40250	115	350	344,58	#DIV/0!			
4	2x2 - 2x3	40250	67,083333	600	601,95	#DIV/0!			
5									
6									
7									
8									
INSTRUMENTO UTILIZADO				FABRICANTE: VANGUARD	SÉRIE:	TIPO:			
OBS:									

D.4 Ensaio de Chave Seccionadora

Figura 28 – Ensaio de chave seccionadora.

UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 30/03/2018
PATRIMÔNIO:	EQUIP: CHAVE SECCIONADORA	COD EQUIP: 3025	TENSÃO: 72,5KV
FABRIC: GEMIN	TIPO:	SÉRIE:	ANO FABRI: 2017
TEMPERATURA (°C): 31,7%	UMIDADE REL. DO AR (%): 55%		
RELATORIO DE COMISSONAMENTO			
INSTRUMENTO UTILIZADO			
FABRICANTE: GE	SÉRIE:	TIPO:	ESCALA: 200A/20mA
ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE CONTATO (μΩ)			
FASE	RESISTÊNCIA ENCONTRADA	RESISTÊNCIA DEIXADA	
A	75 μΩ		
B	70 μΩ		
C	81 μΩ		
INSTRUMENTO UTILIZADO			
FABRICANTE:	SÉRIE:	TIPO:	ESCALA:
ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO (Ω)			
FASE	RESISTÊNCIA ENCONTRADA	TIPO DE TESTE	
A	4,35 TΩ	Chave Aberta - Contato móvel para fixo	
B	3,98 TΩ	Chave Aberta - Contato móvel para fixo	
C	>5,00 TΩ	Chave Aberta - Contato móvel para fixo	
A-B-C	4,32 GΩ	Chave Aberta - AT-MASSA	
A-B-C	206 GΩ	Chave Fechada - AT-MASSA	
OBS:			

D.5 Ensaio de Para-Raio

Figura 29 – Ensaio de para-raio.

FICHA DE TESTES PARA PARARRAIOS			
UNIDADE:	NPL:	LOCAL: OLINDA	DATA: 01/04/2018
EQUIPAMENTO: PARA RAIO	SÉRIE:		TIPO:
CODIGO EQUIP.: 4025	TENSÃO: 72 KV	FABRICANTE: BALTEAV	
TIPO DE MANUTENÇÃO:	COMISSONAMENTO	TEMP. (°C): 32,3%	UMIDADE REL. DO AR (%): 55%
INSTRUMENTO UTILIZADO			
FAB: METREL	SÉRIE:	TIPO:	ESCALA: 5KV/1mA
ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO (Ω)			
FASE	RESISTÊNCIA ENCONTRADA	TIPO DE TESTE	
A	105 GΩ	AT - MASSA	
B	138 GΩ	AT - MASSA	
C	95,3 GΩ	AT - MASSA	
OBS:			