

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

YURI NÓBREGA DE MEDEIROS

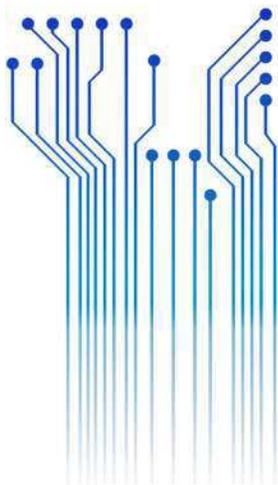


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

YURI NÓBREGA DE MEDEIROS

PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Elétrica.*

Área de Concentração: Distribuição de Energia

Orientador:

Célio Anésio da Silva, D. Sc.

Campina Grande
2018

YURI NÓBREGA DE MEDEIROS

PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica
da Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Elétrica.*

Área de Concentração: Distribuição de Energia

Aprovado em / /

Antonio Barbosa de Oliveira Neto, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho aos meus pais,
companheiros fiéis, dedicados e exemplares,
como se tudo isso não bastasse, escreve minhas
dedicatórias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço também à minha mãe, Lúcia, e ao meu pai, Marcos, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por terem me alimentado com saúde, força e coragem, as quais foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Agradeço em especial aos meus professores, em especial meu professor orientador Célio Anésio da Silva, pela colaboração, ao meu orientador de estágio Brenno Arruda Pereira de Assis, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos e a todos os colaboradores da PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA pelo apoio durante essa jornada.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

"Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino".

(Paulo Freire)

RESUMO

O Estágio oportuniza o aluno a vivenciar na prática todo o conceito teórico adquirido durante o percurso acadêmico, construindo assim, uma ponte entre a teoria e a prática. Visto isto, o relatório em questão tem por objetivo descrever a vivência do trabalho realizado durante o estágio supervisionado do aluno Yuri Nóbrega de Medeiros realizado na Subestação de Energia da cidade de Sertânia PE. O referido trabalho foi a construção de uma subestação de manobra executado pela empresa PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA durante o período compreendido entre Dezembro de 2017 e Março de 2018. O aluno esteve sob a supervisão do Engº Brenno Arruda Pereira de Assis juntamente a uma equipe de funcionários durante a execução das atividades que foram incumbidas ao estagiário. Em geral, as atividades de responsabilidade do estagiário foram: acompanhamento da execução da obra, gestão do grupo e documentação da obra.

Palavras-chave: Equipamentos, Estágio, Malha de aterramento, PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA, Rede de distribuição, Subestação.

ABSTRACT

The Internship allows the student to experience in practice all the theoretical concept acquired during the academic course, thus building a bridge between theory and practice. The purpose of this report is to describe the experience of the work carried out during the supervised internship of the student Yuri Nóbrega de Medeiros at the Energy Substation of the city of Sertânia - PE. This work was the construction of a substation of maneuver executed by the company PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA during the period between December 2017 and March 2018. The student was under the supervision of Engineer Brenno Arruda Pereira de Assis together with a team of employees during the execution of the activities that were assigned to the intern. In general, the activities of responsibility of the intern were: monitoring of the execution of the work, management of the group and documentation of the work.

Keywords: Distribution Network, Equipment, Grounding Loop, Internship, PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA, Substation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sede Administrativa da PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA.....	15
Figura 2: Subestação de Energia Sertânia – PE (SRN).	16
Figura 3: Chave Seccionadora com Lâmina Vertical e Lâmina de Terra.....	20
Figura 4: Chave Seccionadora com Lâmina Horizontal e sem Lâmina de Terra.	21
Figura 5: Disjuntor SIEMENS 69 KV	22
Figura 6: Disjuntor SCHNEIDER 69 kV.....	22
Figura 7: Relé de Proteção ZIV - IRV e suas Especificações.	25
Figura 8: Hastes Captoras SPDA.	27
Figura 9: Para-raios 69 kV – 10 kA.	27
Figura 10: Transformador de Corrente Artech CA-72 e suas Especificações.	29
Figura 11: Transformador de Potencial Artech URU-72 e suas Especificações.	30
Figura 12: Equipamentos de Proteção Individual.	36
Figura 13: Subestação de Manobra SRN.	37
Figura 14: Hierarquia da Equipe de Subestação.....	39
Figura 15: Reunião da Equipe para orientações diárias.	39
Figura 16: Planilha de Medição.	40
Figura 17: Monitoramento de Materiais.....	42
Figura 18: Malha de Aterramento.	46
Figura 19: Engastamento de Poste para desvio de Linha de Transmissão.	47
Figura 20: Montagem de Disjuntor 69 kV.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação, Função e Modo de Instalação de uma Subestação.....	19
Tabela 2: Especificação Disjuntor Schneider SB6-72.....	23
Tabela 3: Especificação Disjuntor Siemens 3AP1 FG3.....	24
Tabela 4: Modelos de Relés ZIV e Suas Especificações.....	25
Tabela 5: Especificações dos Para-Raios Poliméricos Balestro.....	28
Tabela 6: Especificações dos Transformadores de Corrente Arteché.....	29
Tabela 7: Especificações do Transformador de Potencial Arteché (URU-72).....	30
Tabela 8: Processo para Admissão e Demissão: Documentos e Exames.....	41
Tabela 9: Exemplo de lista de material fornecida Pela Celpe.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV	Subestação Arcoverde - PE
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
CELPE	Companhia Energética do Pernambuco
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CPE	Consultoria de Projetos Elétricos Ltda
CTGÁS-ER	Centro de Tecnologias do Gás e Energia Renováveis
CTPS	Carteira de Trabalho e Previdência Social
DDS	Diálogo Diário de Segurança
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
GFIP	Guia de Recolhimento do FGTS e de informações à Previdência Social
LTDA	Limitada
NR	Norma Regulamentadora
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIS	Programa de Integração Social
RH	Recursos Humanos
SE	Subestação de Energia
SRN	Subestação Sertânia - PE
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1	Objetivos do Estágio.....	14
1.2	Estrutura do Relatório do Estágio.....	14
1.3	A Empresa.....	15
1.4	Local do Estágio.....	16
2	Embasamento Teórico.....	17
2.1	Projetos.....	17
2.1.1	Projetos Cívicos.....	17
2.1.2	Projetos Elétricos.....	17
2.1.3	Projetos Eletromecânicos.....	18
2.2	Subestação.....	19
2.2.1	Chaves Seccionadoras.....	20
2.2.2	Disjuntores.....	21
2.2.3	Relés de Proteção.....	25
2.2.4	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).....	27
2.2.5	Transformadores de Corrente.....	28
2.2.6	Transformadores de Potencial.....	30
2.3	Equipamentos de Segurança no Trabalho.....	31
3	Atividades Desenvolvidas.....	37
3.1	Atividades Administrativas.....	38
3.1.1	Gestão de Colaboradores da Empresa.....	38
3.1.2	Gestão de Controle e Material.....	42
3.1.3	Confecção de Relatórios.....	43
3.1.4	Segurança no Trabalho.....	44
3.2	Análise de Projetos.....	45
3.2.1	Malha de Aterramento.....	45
3.2.2	Engastamento de Postes.....	46
3.2.3	Montagem de Equipamentos.....	47
4	Conclusão.....	49
	Referências.....	50
	ANEXO A – Diagrama Unifilar SRN.....	52

1 INTRODUÇÃO

O Estágio Supervisionado é uma disciplina que exige do aluno o cumprimento de uma carga horária entre 180 e 360 horas para que se possa concluir o curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, campus de Campina Grande.

Desta forma, o relatório explicita todas as atividades desenvolvidas pelo aluno Yuri Nóbrega de Medeiros durante o período de 23 de Novembro de 2017 à 09 de Março de 2018, cumprindo no lócus do estágio um total de 300 horas, o qual foi realizado na empresa PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

A realização do Estágio Supervisionado na empresa PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA teve como objetivo inserir o aluno do curso de Engenharia na prática profissional, onde pudesse articular a contextualização da teoria e dos conceitos aprendidos durante o percurso acadêmico do aluno ao mercado de trabalho.

Para tanto, tal objetivo foi perseguido através da gestão da execução das seguintes atividades:

- Ampliação da SE Sertânia - PE;
- Gestão de grupo de colaboradores da empresa;
- Gestão de documentação acerca de contrato da obra.

1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DO ESTÁGIO

O presente relatório está dividido em 4 capítulos. No primeiro capítulo encontra-se a parte introdutória, onde se apresenta os objetivos, a estrutura do trabalho, uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio e o local do estágio. O segundo capítulo expõe as características dos projetos das subestações e equipamentos que as

constitui, juntamente com o embasamento sobre segurança no trabalho dentro das subestações. Enquanto que, o terceiro capítulo, aborda as atividades administrativas e técnicas desenvolvidas durante o estágio. E por fim, o quarto capítulo, é dedicado a conclusão.

1.3 A EMPRESA

A empresa escolhida para lócus do estágio foi a PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA, com sede localizada no estado da Paraíba, precisamente na cidade de João Pessoa, com sede administrativa situada na Rua José Vasconcelos de Carvalho, 102, Geisel, Figura 1. A referida empresa atua há mais de 20 anos no mercado de vendas e instalações de materiais elétricos de baixa, média e alta tensão, onde executa construção e montagens de subestações de até 138 kV, bem como linhas de transmissão de até 138 kV.

Alguns dos clientes mais importantes para quem a PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA forneceu equipamentos elétricos ou executou obras, são: Energisa, Celpe, Hiberdrola, Petrobras, Ceal, Consórcio Acauã (Marquise, VIA Engenharia, Queiroz Galvão), MRV Engenharia, entre outros.

Figura 1: Sede Administrativa da PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA.



Fonte: PRENER, 2017.

1.4 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado precisamente na cidade de Sertânia, no estado de Pernambuco, local no qual está sendo implantada uma rede de transmissão entre uma subestação do Ministério da Integração, que foi construída junto à transposição do São Francisco, e a subestação da cidade (SRN), assim, a ampliação da subestação na cidade de Sertânia, tem como desígnio o melhoramento e a confiabilidade da alimentação da subestação, pois essa possui uma única alimentação vinda da subestação da cidade de Arco Verde – PE (ACV).

Com esta finalidade, aumenta-se a segurança da alimentação da subestação da cidade de Sertânia - PE e da cidade de Monteiro - PB, tendo em vista que existe uma linha de transmissão em 69 kV que interliga as subestações dessas duas cidades.

Na Figura 2, podemos ver uma foto aérea da SRN antes da construção da subestação de manobra. A referida subestação encontra-se localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 8°05'13.3"S 37°15'42.1"W.

Figura 2: Subestação de Energia Sertânia – PE (SRN).



Fonte: Google Maps, 2017.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo, é apresentado um embasamento teórico necessário ao entendimento das atividades desenvolvidas pelo estagiário na subestação SRN. Além disso, são explanados fundamentos relacionados a componentes e equipamentos pertinentes à empresa e aos serviços realizados, assim como é feita uma abordagem sobre projetos e segurança no trabalho.

2.1 PROJETOS

A preparação de projetos de uma subestação deve ser precedida de conhecimentos de dados referentes às condições de fornecimento no qual a SE irá operar. Deverá ser entregue um conjunto de informações ao projetista como: tensão de alimentação, planta de localização, número de alimentadores primários, demanda a suprir, potência instalada, previsão de crescimento, etc.

Os projetos que compreendem a composição básica de uma SE de grande porte são: Projetos Elétricos, Projetos Eletromecânicos e Projetos Cíveis (BARROS, 2014).

2.1.1 PROJETOS CIVIS

Os projetos civis envolvem a obra como um todo, em que é preciso ter a descrição do canteiro de obras e todos os detalhes, como: levantamento planialtimétrico, drenagem, caixas de passagem, terraplanagem, pavimentação, cercas, portões, os muros, base para os equipamentos, estruturas, instalações hidrossanitárias, entre outros.

Cada projeto civil, descrito detalhadamente, deve conter anexado lista de material, memorial de cálculo e desenhos, obedecendo em sua descrição e elaboração as normas correspondentes às suas especificações.

2.1.2 PROJETOS ELÉTRICOS

Os projetos elétricos de uma subestação precisam englobar desde o sistema de proteção até o memorial descritivo. Este, por sua vez, deve conter sucintamente o sistema

básico de operação da instalação abrangendo distinções específicas da ligação de equipamentos e esclarecimentos precisos para a interpretação do projeto, bem como, o memorial de cálculos.

Portanto, o projeto deve abranger a identificação de todos os componentes, equipamentos e as situações que alertam por meio do código de cores, identificação alfanumérica e mensagens. Assim, estes projetos elétricos de SE são divididos em:

- Aterramento;
- Circuitos;
- Diagrama Unifilar Básico;
- Especificação de Equipamentos;
- Estudos Preliminares;
- Memorial Descritivo;
- Plantas e Cortes;
- Proteção;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

Vale salientar que cada projeto precisa atender os padrões adotados pela concessionária responsável, de modo a assegurar maior confiabilidade e segurança desde à sua operação de instalação, até o seu funcionamento.

2.1.3 PROJETOS ELETROMECAÑICOS

Os projetos eletromecânicos têm como características a presença de plantas que descrevam a situação, desde a locação, arranjos físicos, estrutura de suporte, detalhes de instalação, barramentos, lista de material, lista de desenhos e memorial de cálculos. Destacam-se como parte dos projetos eletromecânicos de uma subestação:

- Estruturas;
- Pórticos e Ferragens;
- Projeto do Barramento.

2.2 SUBESTAÇÃO

A subestação é constituída de um conjunto de máquinas/equipamentos que administra um fluxo de energia em um sistema de potência. Segundo o Centro de Tecnologias do Gás e Energia Renováveis- CTGÁS-ER a subestação é:

Uma subestação (SE) é um conjunto de equipamentos de manobra e/ou transformação e ainda eventualmente de compensação de reativos usado para dirigir o fluxo de energia em sistema de potência e possibilitar a sua diversificação através de rotas alternativas, possuindo dispositivos de proteção capazes de detectar os diferentes tipos de faltas que ocorrem no Sistema e de isolar os trechos onde estas faltas ocorrem (2012, p. 36).

Em uma subestação pode-se encontrar alguns equipamentos, entre eles: transformadores, chaves seccionadoras, transformadores de potencial (TP), transformadores de corrente (TC), disjuntores, religadores, reguladores de tensão e para-raios. As subestações podem ser classificadas de acordo com sua função e modo de instalação no meio ambiente, conforme pode ser visto na Tabela 01.

Tabela 1: Classificação, Função e Modo de Instalação de uma Subestação.

FUNÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	Subestação Transformadora: é aquela responsável por converter a tensão de suprimento para um nível diferente; denomina-se SE Transformadora Elevadora aquela que eleva o nível da tensão e, conseqüentemente, SE Transformadora Abaixadora aquela que diminui o nível de tensão.	Subestação de Manobra, Seccionadora ou de Chaveamento: é aquela que interliga circuitos de suprimento, os quais são alimentados pelo mesmo nível de tensão. Este tipo de subestação é capaz de realizar manobras, seccionar, energizar e multiplicar circuitos.
MODO DE INSTALAÇÃO EM RELAÇÃO AO MEIO	Subestação Externa: é aquela em que os equipamentos são instalados ao ar livre (ao tempo) e, portanto, sujeitos as intempéries atmosféricas, como: vento, poluição, etc., exigindo assim manutenções mais frequente componentes (ver figura 2).	A Subestação Interna ou Abrigada: é a subestação na qual os equipamentos são instalados ao abrigo do tempo, este abrigo pode consistir de uma edificação ou de uma câmara subterrânea.

Fonte: Adaptado CTGÁS-ER (2012, p. 36).

A subestação construída durante o estágio na SRN foi uma subestação de manobra em 69 kV. Os principais equipamentos utilizados em uma subestação desse tipo são descritos nas subseções a seguir.

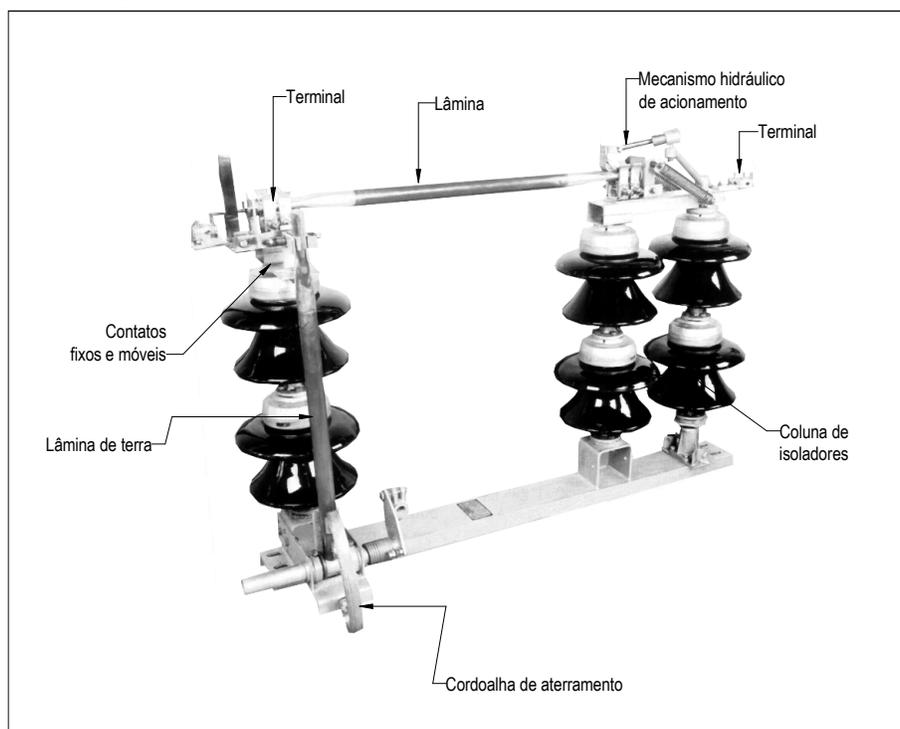
2.2.1 CHAVES SECCIONADORAS

A chave seccionadora é um dispositivo de manobra que quando se encontra na posição fechada mantém a continuidade do circuito elétrico e quando se encontra na posição aberta assegura uma distância de isolamento. Em uma instalação pode ser utilizada para manobrar circuitos, isolar equipamentos e proporcionar o by-pass dos equipamentos.

Na SRN foram utilizadas três tipos de chaves seccionadoras, as quais estão listadas abaixo, onde a primeira e a terceira da lista encontram-se ilustradas nas Figuras 3 e 4:

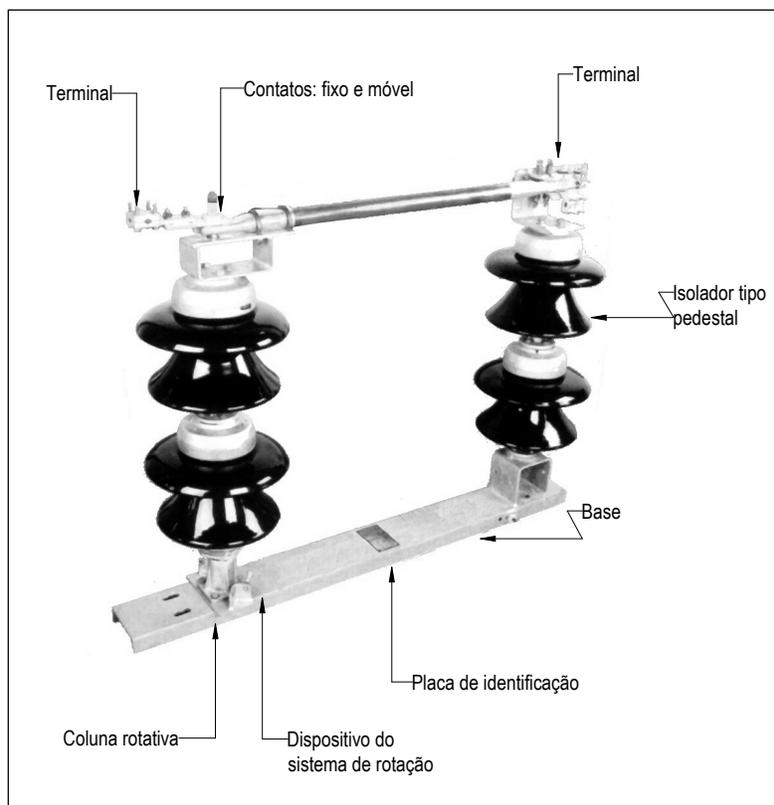
- Chave seccionadora com lâmina horizontal sem lâmina de terra 1250 A – 69 kV;
- Chave seccionadora com lâmina vertical sem lâmina de terra 1250 A – 69 kV;
- Chave seccionadora com lâmina vertical com lâmina de terra 1250 A – 69 kV.

Figura 3: Chave Seccionadora com Lâmina Vertical e Lâmina de Terra.



Fonte: CPE, 2018.

Figura 4: Chave Seccionadora com Lâmina Horizontal e sem Lâmina de Terra.



Fonte: CPE, 2018.

2.2.2 DISJUNTORES

Os disjuntores de proteção são dispositivos mecânicos de manobra capazes de conduzir ou interromper a corrente no circuito. Se automáticos, estão interligados aos relés de proteção, que são os aparelhos que controlam a abertura e o fechamento dos disjuntores. Os disjuntores de alta tensão são os principais elementos de proteção das subestações. Nas Figuras 5 e 6, respectivamente, podem ser vistas as ilustrações dos disjuntores de alta tensão Siemens e Schneider, similares aos que foram instalados na subestação de manobra construída.

No projeto foram utilizados 4 disjuntores, um Schneider (SB6-72), conforme especificações vistas na Tabela 02, e três Siemens (3AP1 FG3), conforme especificações vistas na Tabela 03. k

Figura 5: Disjuntor SIEMENS 69 KV.



Fonte: Direct Industry, 2018.

Figura 6: Disjuntor SCHNEIDER 69 kV.



Fonte: Scribd, 2018.

Tabela 2: Especificação Disjuntor Schneider SB6-72.

SCHNEIDER ELETRIC ALTA TENSÃO LTDA CNPJ Nº 30.261.507/0001-00 - INDUSTRIA BRASILEIRA					
Tipo		SB6-72			
Nº série		B01024-SB1 / 2001			
Tensão Nominal		69	kV		
Tensão Nominal Máxima		72,5	kV		
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		350	kV		
Tensão suportável nominal a frequência industrial		140	kV		
Frequência nominal		60	Hz		
Corrente nominal		1600	A		
Capacidade de interrupção nominal em curto-circuito	Sim	25	kA		
	Comp. Cc	40	%		
Capac. de estabelecimento nom. em curto-circuito		62,5	kAcr		
Capacidade de interrupção de linhas a vazio		30	A		
Tempo de interrupção nominal		60	ms		
Duração nominal de corrente de curto circuito		1	s		
Fator de 1º pólo		1,5			
Tempo de abertura		36 ± 5	ms		
Sequência nominal de operações		0-0,3s-CO-3min,-CO			
Gás SF6 (20°C)	Pressão nominal	7	bar		
	Baixa pressão 1º estágio	6,2	bar		
	Baixa pressão 2º estágio	6	bar		
Manual de instruções		4SD5511R06			
Norma aplicável		IEC-56/87			
Circuitos auxiliares					
	Fechamento		Abertura		Ilum. Aquec. Tomada
U nominal	125	Vcc	125	Vcc	220 Vca
I nominal	0,7	A	1,8	A	10 A
U mínima	100	Vcc	100	Vcc	187 Vca
U máxima	137,5	Vcc	137,5	Vcc	242 Vca
Frequência	xxxxx		xxxxx		60 Hz
Circuito do motor		125Vcc +10% -20%			
Peso do painel de comando		162	kgf		
Potência do motor		250	W		
Corrente de partida do motor		6	A		
Esquema elétrico		3SD5423E01			
Manual de instruções		4SD5511R06			

Fonte: Autoria própria, 2018.

Tabela 3: Especificação Disjuntor Siemens 3AP1 FG3.

SIEMENS LTDA - BRASIL					
CNPJ Nº 44.013.159/0031-31					
Tipo		3AP1 FG3			
Nº série		9638 / 2017			
Tensão Nominal		72,5	kV		
Tensão Nominal Máxima		X	kV		
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		350	kV		
Tensão suportável nominal a frequência industrial		140	kV		
Frequência nominal		60	Hz		
Corrente nominal		1600	A		
Capacidade de interrupção nominal em curto-circuito	Sim	31,5	kA		
	Comp. Cc	XXX	%		
Capac. de estabelecimento nom. em curto-circuito		81,9	kAcr		
Capacidade de interrupção de linhas a vazio		XXX	A		
Tempo de interrupção nominal		XXX	ms		
Duração nominal de corrente de curto circuito		1	s		
Fator de 1º pólo		1,5			
Tempo de abertura		XXX	ms		
Sequência nominal de operações		0-0,3s-CO-3min,-CO			
Gás SF6 (20°C)	Pressão nominal		6	bar	
	Baixa pressão 1º estágio		5,2	bar	
	Baixa pressão 2º estágio		5	bar	
Manual de instruções		927 10251 071			
Norma aplicável		IEC 62271 -100			
Circuitos auxiliares					
	Fechamento		Abertura		Ilum. Aquec. Tomada
U nominal	125	Vcc	125	Vcc	220 Vca
I nominal	2,49	A	2,49	A	XXX A
U mínima	100	Vcc	100	Vcc	198 Vca
U máxima	137,5	Vcc	137,5	Vcc	242 Vca
Frequência	xxxxx		xxxxx		60 Hz
Circuito do motor		125Vcc +10% -20%			
Peso do painel de comando		XXX	kgf		
Potência do motor		812	W		
Corrente de partida do motor		19	A		
Esquema elétrico		XXXXXXXXXX			
Manual de instruções		927 10251 071			

Fonte: Autoria própria, 2018.

2.2.3 RELÉS DE PROTEÇÃO

Os relés de proteção são os instrumentos que recebem as informações dos tps, tes e do Centro de Operações Integradas (COI), processam tais informações, e acionam os comandos de fechamento ou abertura dos disjuntores.

Na SRN foram utilizados réles ZIV (IRV), conforme Figura 07. Foram utilizados 4 réles de proteção, um para cada disjuntor de proteção. Esse modelo conta com vários tipos de proteções, como sobrecorrente de fases e de neutro, sobrecorrente direcional de fases e de neutro, tensões e correntes máximas e mínimas, dentre outras, conforme pode ser visualizado na Tabela 04.

Figura 7: Relé de Proteção ZIV - IRV e suas Especificações.

	TERMINAL MULTIF. DE PROT. E CONTROLE	
	Modelo	8IRV-J1F-22CNA0SMQ
	In ϕ	5 A
	In N	5 A
	Vn	50/230 Vca
	Freq.	60 Hz
	Uaux FA	48-250 Vcc/Vca
	Uaux ED's	125 Vcc
	Nº série	137090
	Man. Instruções	PIRV0701A

Fonte: ZIV Brasil, 2018.

Tabela 4: Modelos de Relés ZIV e Suas Especificações.

ZIV DO BRASIL LTDA									
Especificações									
Funções	ANSI	IRV	IRX	DRV	IDV	BCV	DCV	RTV	ZLV
Sobrecorrente de fases	50/51	X	X	X	X	X	X		X
Sobrecorrente de neutro	50N/51N	X	X	X	X	X	X		X
Sobrecorrente sequência negativa	50Q/51Q	X	X	X	X	X	X		X
Sobrecorrente neutro sensível	50Ns/51Ns	X	X	X					
Sobrecorrente desequilíbrio neutro	50Nd/51Nd					X	X		
Sobrecorrente contra faltas a terra	50G				X				
Sobrecorrente do enrolamento terciário (restrição 2º e 5º)	50FA				X				
Sobrecorrente de restrição por tensão	51V	X	X	X					
Sobrecorrente direcional fases	67	X	X	X					X
Sobrecorrente direcional neutro	67N	X	X	X	X				X
Sobrecorrente direcional neutro sensível	67Ns	X	X	X					
Sobrecorrente direcional neutro isolado	67Na	X	X			X			
Sobrecorrente dir. neutro compensado	67Nc	X	X			X			
Sobrecorrente direcional de sequência negativa	67Q	X	X						X

ZIV DO BRASIL LTDA (Continuação)									
Proteção de distância	21				X				X
Lógica de alimentação fraca (<i>Weak Infeed</i>)	27WI								X
Detector de fechamento sobre falta (<i>Close-onto-Fault</i>)	50SOF								X
Superv. de sobrecorrente para detecção de distância	50Sup								X
Proteção <i>Stub Bus</i>	50STUB								X
Esquema de teleproteção	85	X							X
Supervisão de circuitos de manobra	3	X	X	X	X	X	X		X
Detector de discordância de pólos	2					X			X
Localizador de faltas	FL	X	X	X					X
Registrador oscilográfico	OSC	X	X	X	X	X	X	X	X
Proteção diferencial trifásica para 2 ou 3 enrolamentos	87						X		X
Proteção diferencial sem restrição	87/50				X				
Proteção diferencial contra faltas restritas	87N	X	X	X	X				
Detecção sobrecorrente residual	61	X	X						
Sobretensão de neutro	64	X	X	X	X	X	X		
Sobrecorrente sequência negativa (desq. I)	46	X	X	X		X			X
Sobretensão sequência negativa (desq. V)	47	X	X	X		X			
Regulador de tensão	90							X	
Unidade de detecção de corrente	50D	X	X			X			
Unidade térmica	49	X	X	X	X				X
Unidade térmica de neutro	49G				X				
Mínima corrente	37	X	X	X					
Mínima tensão	27	X	X	X	X	X	X		X
Máxima tensão	59	X	X	X	X	X	X		X
Máxima tensão de neutro	59N	X	X	X		X			X
Máxima tensão zero	59G				X				
Detecção de falha em circuito de tensão	60				X	X	X		
Máxima / mínima frequência	81M/M	X	X	X	X				X
Derivada de frequência	81D	X	X	X	X				X
Salto vetor	78	X	X	X					
Direcional de potência	32P/Q	X	X	X					
Falha disjuntor	50BF	X	X	X	X	X	X		X
Proteção de sobreexcitação (69V/Hz ou 59/81)	24				X				
Verificação de sincronismo	25	X	X	X					X
Religador	79	X	X	X					X
Posição diferencial de barras				X			X		
Automatismo com 1/2 escala/e com calendário (I, V, FP, P e Q)						X	X		

Fonte: ZIV Brasil, 2018.

2.2.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas é uma exigência regulamentada pela ABNT segundo a NBR 5419 e seu objetivo é evitar danos aos equipamentos e linhas de transmissão provocados pelos efeitos das descargas atmosféricas. Na SRN foram utilizados dois tipos de proteções: haste captora, conforme exemplos apresentados na Figura 08; para-raios poliméricos Balestro (PBPE 72/10/2/H/P), que pode ser observado na Figura 09. As especificações do para-raio podem ser encontradas na Tabela 05.

Figura 8: HASTES CAPTORAS SPDA.



Fonte: Proluz, 2018.

Figura 9: Para-raios 69 kV – 10 kA.



Fonte: Balestro, 2018.

Tabela 5: Especificações dos Para-Raios Poliméricos Balestro.

BALESTRO BRASIL							
Modelo	Tensões Nominais Ur (kV)	Tensões de Operação Contínua MCOV Uc (kV)	Tensão Residual para Corrente de Descarga Nominal 8/20 μ s (kV)	Tensão Residual para Impulso de Corrente de Manobra 500 A (kV)	Tensão Residual para Impulso Inglês, 10 kA (kV)	Invólucro	
						Distância de Arco (mm)	Distância de Escoamento (mm)
PBPE 6/10/2/N/X	6	5,1	15,7	12,7	18,5	200	370
PBPE 12/10/2/N/X	12	10,2	31,5	25,3	37	200	370
PBPE 12/10/2/N/X	12	10,2	31,5	25,3	37	200	550
PBPE 15/10/2/N/X	15	12,7	39,2	31,6	45,1	200	370
PBPE 15/10/2/N/X	15	12,7	39,2	31,6	45,1	200	550
PBPE 21/10/2/N/X	21	17	54,8	44,2	63	280	535
PBPE 21/10/2/N/X	21	17	54,8	44,2	63	280	800
PBPE 27/10/2/N/X	27	22	70,5	56,9	84	380	750
PBPE 27/10/2/N/X	27	22	70,5	56,9	84	380	1140
PBPE 30/10/2/N/X	30	24,2	78,3	63,2	90	380	750
PBPE 30/10/2/N/X	30	24,2	78,3	63,2	90	380	1140
PBPE 36/10/2/N/X	36	29	94	75,9	108,1	380	750
PBPE 36/10/2/N/X	36	29	94	75,9	108,1	380	1140
PBPE 42/10/2/N/X	42	34	109,6	88,4	126	560	1070
PBPE 42/10/2/N/X	42	34	109,6	88,4	126	560	1600
PBPE 60/10/2/N/X	60	48	156,6	126,4	180,1	660	1295
PBPE 60/10/2/N/X	60	48	156,6	126,4	180,1	660	1940
PBPE 60/10/2/N/X	60	58	156,6	126,4	180,1	750	2280
PBPE 72/10/2/N/X	72	58	187,9	151,7	216,1	750	1480
PBPE 72/10/2/N/X	72	58	187,9	151,7	216,1	750	2280
PBPE 75/10/2/N/X	75	60	195,9	158	225,2	780	1510
PBPE 75/10/2/N/X	75	60	195,9	158	225,2	780	2310
PBPE 120/10/2/N/X	120	98	320	258,2	368	1120	2595
PBPE 120/10/2/N/X	120	98	320	258,2	368	1120	3880
PBPE 120/10/2/N/X	120	98	320	258,2	368	1330	4450

Fonte: <http://www.balestro.ind.br/?p=1398>, 2018.

2.2.5 TRANSFORMADORES DE CORRENTE

O TC opera com tensão variável, dependente da corrente primária e da carga ligada no seu secundário. A relação de transformação das correntes primária e secundária é inversamente proporcional à relação entre o número de espiras dos enrolamentos primário e secundário. Na Figura 10, pode-se ver o TC Artech (CA-72) utilizado em conjunto com os disjuntores de proteção na subestação. Na Tabela 06, são demonstradas as especificações do referido TC.

Figura 10: Transformador de Corrente Arteche CA-72 e suas Especificações.

TRANSFORMADOR DE CORRINTE ARTECHE				
Modelo	CA-72			
PRIM.	P1-P2		P3-P4	
Ip	300/400X600/800			A
Is	5	5	5	A
TERM.	1S1-1S2	1S1-1S3	2S1-2S2	2S1-2S3
EXATIDÃO	0,3C2,5 a 50		10B200	
VA	2,5 a 50		50	
ISOLANTE	ÓLEO		USO EXTERIOR	
NORMA/ANO	NBR 6856/2015			
Man. Instruções	MAT CAT CA-72			

Fonte: Arteche, 2018.

Tabela 6: Especificações dos Transformadores de Corrente Arteche.

ARTECHE									
MODELO	Tensão máxima de serviço (kV)	Tensões de ensaio			Linha de fuga padrão (mm)	Dimensões			Peso (kg)
		Frequência industrial (kV)	Impulso (kVp)	Manobra (kVp)		A (mm)	T(mm)	H (mm)	
CA-36	36	70	170	X	900	350	1185	1625	250
CA-52	52	95	250	X	1300	350	1185	1625	260
CA-72	72,5	140	325	X	1825	350	1335	1775	280
CA-100	100	185	450	X	2500	350	1335	1775	290
CA-123	123	230	550	X	3075	350	1665	2095	300
CA-145	145	275	650	X	3625	350	1665	2095	310
CA-170	170	325	750	X	4250	350	1895	2335	330
CA-245	245	460	1050	X	6125	450	2755	3055	560
		395	950						
CA-300	300	460	1050	850	7500	450	3170	3580	650
CA-362	362	510	1175	950	9050	600	3875	4355	870
CA-420	420	630	1425	1050	10500	600	3875	4355	920
		575	1300			600			
CA-525	(525) 550	680	1550	1175	13125	600	4530	5365	1200
CA-550	(525) 550	800	1800	1175	13750	600	5205	5960	1700
CA-765	(765) 800	880	1950	1425	15300	600	5770	6590	2050
		975	2100	1550		600			

Fonte: Arteche, 2018.

2.2.6 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Os transformadores de potencial, assim como os TCs, são equipamentos que permitem os instrumentos de medição e proteção funcionarem, sem qualquer dano, sem que seja necessário possuir tensão de isolamento de acordo com a da rede à qual estão ligados. Eles alimentam os relés de tensão para atuação da proteção. Nas Figuras 11 e Tabela 07, podem ser vistos, respectivamente, o modelo de TP, utilizado no projeto da subestação, e suas especificações.

Figura 11: Transformador de Potencial Arteché URU-72 e suas Especificações.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL ARTECHE					
Modelo	URU-72				
Umáx.	72.5				kV
Freq.	60				Hz
P. term.	400				VA
Up	6900/V3				V
Us	115	115/V3	115	115/V3	V
Terminais	1X1-1X3	1X2-1X3	2X1-2X3	2X2-2X3	-
Rn	350	600	350	600	-
Exatidão	0.3 P75		0.6 P75		-
Manual	MI-17002085				

Fonte: Arteché, 2018.

Tabela 7: Especificações do Transformador de Potencial Arteché (URU-72).

ARTECHE											
Características Elétricos											
Código	Relação de transformação	Tensão Primário (V)	Tensão Secundário (V)	Precisão IEEE	Fator de Voltagem (Un)	Relação do Fator de Voltagem 30s (Un)	Carga Térmica (VA)	Voltagem Nominal (kV)	BIL (kV)	Tensão Suportável de Frequência de Energia (1 min)	
										Primário & Secundário (kVrms)	Enrolamento Secundário (kVrms)
757551350	350:1	440250/69000GY	115	0.3 W,X,M,Y,ZZ	1.1	1.73	2500	69	350	140	2.5
757553600	350/600:1	440250/69000GY	115/67.08	0.3 W,X,M,Y,Z	1.1	1.73	2500	69	350	140	2.5
757572600	350/600 350/600:1	440250/69000GY	115/67.08 115/67.08	0.3 W,X,M,Y,Z 0.3 W,X,M,Y,Z	1.1	1.73	1250 1250	69	350	140	2.5

Fonte: Arteché, 2018.

2.3 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

As Normas Regulamentadoras (NR's) são legislações obrigatórias às empresas privadas e à administração pública direta e indireta. Assim, também os órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, caso possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), devem levar em consideração o cumprimento dessas Normas (GUIA TRABALHISTA, 2004).

Essas normas são definidas pelo Ministério do Trabalho tendo em vista o art. 200 da CLT, com redação dada pela Lei 6.514/77, que aprovou as Normas Regulamentadoras pela Portaria 3.214/78. Assim, o art. 200 da CLT afirma que cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer disposições complementares às normas de que trata este Capítulo, tendo em vista as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho.

É de responsabilidade do empregado cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho, como usar o equipamentos seguros nas atividades, de qualidade e que possam ter durabilidade e garantia.

Para tanto, a responsável pela fiscalização nacional da segurança e medicina do trabalho é a Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho (SSST). Sobre segurança no trabalho Chiavenato afirma que:

A segurança no trabalho envolve um conjunto de medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas, empregadas para prevenir acidentes, eliminando as condições inseguras do ambiente ou instruindo e convencendo as pessoas da implantação e uso de práticas preventivas. (CHIAVENATO, 2009, p. 150).

Portanto, esta segurança é exigida por lei e cabe ao trabalhador fazer valer estas medidas apontadas pelo Ministério de Trabalho.

Segundo Benite (2004, p.25), “na época da revolução industrial, as preocupações na área de segurança não tinham o foco na prevenção de acidentes e sim na reparação dos danos à saúde e à integridade física dos trabalhadores”. A criação do Ministério de Educação e Saúde no ano de 1930 no Brasil já abordava questões relacionadas à proteção ao trabalhador decretando leis sobre saúde pública em geral. Nas décadas de 50 e 60, surge o entendimento de que o ambiente de inserção do trabalhador pode influir decisivamente no seu estado de saúde.

De acordo com Althoff (2007, p. 89):

A criação de leis regulamentando condições de trabalho, horários, equipamentos de proteção e diversas outras obrigações para com o trabalhador visando melhorar as características de saúde e segurança no trabalho, por si só não são suficientes para uma redução aceitável dos índices de doenças e acidentes de trabalho, sendo necessária a introdução de sistemas de gestão de segurança e saúde.

Assim, é preciso que cada empresa tenha um programa administrativo que possa desenvolver melhor a prevenção do trabalhador no que se refere aos danos físicos e à saúde. Se faz necessário que os trabalhadores e toda a organização coloquem em prática todas as ações de prevenção orientadas neste programa. Assim, as atividades no ambiente de trabalho, por exemplo na subestação em que foi realizado o estágio, podem ser realizadas de forma segura para cada indivíduo.

Diante do exposto, com relação aos trabalhadores que atuam diretamente na Subestação, normas regulamentadoras devem ser levadas em consideração para que as atividades sejam executadas de maneira segura. A Norma em questão é a NR16, que trata de caracterizar e classificar quais as atividades são consideradas como sendo atividades e operações perigosas.

Neste sentido, outra Norma Regulamentadora é a NR10, do Ministério do Trabalho e Emprego, que trata da Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade e estabelece as orientações precisas para os trabalhadores desempenharem suas atividades com segurança e saúde. Ressaltando que, essa norma se aplica a todas as pessoas que tenham proximidade com atividades elétricas. É uma obrigatoriedade das empresas terem a documentação a respeito das instalações elétricas, como também, de outros documentos que tratem da análise preliminar de risco ou permissões para executarem o devido trabalho. Esses documentos são de suma importância, pois favorece a segurança de quem interage com as instalações.

De acordo com a NR10 (2004), devem ser respeitadas as medidas de controle coletivas e individualizadas necessárias, tais medidas são evidenciadas nas seguintes situações:

- É necessário que todas as intervenções em instalações elétricas apliquem medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, visto que, a análise preliminar de risco, antecipa as

possibilidades de risco, a fim de evitar possíveis acidentes de trabalho, garantindo a segurança e a saúde no trabalho;

- As medidas de controle utilizadas devem integrar-se às demais iniciativas da empresa, no âmbito da preservação da segurança, da saúde e do meio ambiente do trabalho;
- As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

Referindo-se ainda ao que diz respeito as medidas de controle da NR10, salienta-se que para estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no último parágrafo apresentado, no mínimo:

- Conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- Especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
- Documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- Resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- Certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- Relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações.

Outro ponto importante a ser levado em consideração no que abrange as medidas de controle, de acordo com a NR10, numa indústria, empresa ou atividade que opere instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência, devem constituir prontuário com o conteúdo mencionado para carga instalada superior a 75 kW, e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:

- Descrição dos procedimentos para emergências;
- Certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual

O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade. Os documentos técnicos previstos no Prontuário de Instalações Elétricas devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado. (GUIA TRABALHISTA, 2004, p.22).

Tendo a empresa estabelecido os equipamentos de necessários para o trabalhador utilizar, ou seja, todos os padrões estabelecidos, destaca-se ainda os equipamentos de proteção dos funcionários, onde estes, obrigatoriamente, devem ser utilizados pelos mesmos garantindo uma proteção em caso de acidentes.

Assim, é preciso que se identifiquem todos os riscos possivelmente existentes na subestação, considerando os níveis de ação acima dos quais devem ser desenvolvidas ações preventivas, de forma a minimizar a probabilidade de ultrapassagem dos limites de riscos, implementando-se medidas para o monitoramento periódico da atividade dos trabalhadores. As NR sobrepeem-se aos trabalhadores avulsos, às entidades ou empresas que lhes tomem o serviço e aos sindicatos representativos das respectivas categorias profissionais.

Caso a empresa não cumpra com as medidas de segurança e higiene do trabalho, de forma a proteger seus funcionários dos possíveis riscos de acidentes do trabalho ou doenças do trabalho, utilizando-se de medidas de proteção coletivas ou Equipamentos de Proteção Individual, além das sanções legais por não cumprir as NR, do Ministério do Trabalho e Emprego, responderá por crimes de homicídio, lesões corporais, ou crimes de perigo comum.

Portanto, torna-se preciso destacar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) dos quais são importantes para proteção e prevenção dos profissionais da subestação, que segundo a NR-06 são essenciais e obrigatórios. Areaseg (2002) vem destacar que esta segurança torna-se um conjunto de medidas que devem ser adotadas para minimizar ou evitar não tão somente acidentes de trabalho, mas, doenças ocupacionais, além de proteger a probidade e capacidade do trabalhador efetivar suas atividades no ambiente de trabalho.

O EPI deve ser fornecido pela empresa, além disto o trabalhador deve apresentar os exames médicos necessários referidos também nas normas, o mesmo responderá por penas aplicadas às leis. Segundo a NR6 (GUIA TRABALHISTA, 2004, p. 15), ente os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) dos quais são importantes para proteção e prevenção para uso de eletricitistas:

- Capacete de Segurança: utilizado para proteção contra choques elétricos e impactos de objetos sobre o crânio.
- Óculos de Segurança: utilizados para proteção dos olhos contra impacto de partículas volantes (estilhaços ou fagulhas), luminosidade intensa, radiação ultravioleta e infravermelha e respingos de produtos químicos.
- Luva de Segurança: utilizada para proteção das mãos contra choques elétricos. Há ainda uma luva de cobertura que serve para proteger a luva de borracha; apesar de não ser considerada EPI, é de fundamental importância e devem ser utilizadas em conjunto.
- Calçado de Segurança: as botas são utilizadas para proteção dos pés contra impacto mecânico (queda de objetos, agentes cortantes, etc.), choques elétricos, agentes térmicos e respingos de produtos químicos.
- Protetor Auricular: utilizado para proteção do sistema auditivo contra elevados níveis de ruídos.
- Cinturão de Segurança: conhecido como “Cinto de Segurança Tipo Paraquedista”. É utilizado para proteção do usuário contra risco de queda em atividades acima de 2m de altura.
- Vestimenta de Segurança: formado por calça e blusão; serve para proteção do tronco e membros superiores e inferiores contra chamas.

Para tanto, quando a empresa adquire todo o equipamento necessário, deve orientar seus trabalhadores quanto a importância e dever de usar o material de proteção segundo as exigências das Normas Regulamentadoras.

Para tanto, o Ministério do Trabalho e Emprego (TEM) trouxe grandes contribuições para as definições do EPI, do qual orienta que cada empresa precisa ter cadastro do fabricante ou ainda do importador do material EPI comprado para sua equipe. Deve estar atento ao selo (certificação) de autenticação destes equipamentos, verificando a fiscalização da qualidade, validade dos mesmos, bem como, procurar quando necessário, procurar às competências quando não estão dentro dos padrões corretos para as devidas penalidades.

Vale salientar que caso a empresa seja fiscalizada pelo Ministério do Trabalho, o empregador também responderá se os seus trabalhadores não estiverem equipados de acordo com as devidas proteções necessárias.

Os equipamentos de proteção individual necessários ao electricista estão ilustrados abaixo na figura 12.

Figura 12: Equipamentos de Proteção Individual.



Fonte: Adaptado DicasdoEletricista, 2015.

Portanto, utilizando-se destes equipamentos torna-se mais seguros o desenvolvimento das atividades, cumprindo assim, com as normas de segurança e demais medidas de prevenção de acidentes.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Feita todas as descrições anteriores, destaca-se neste capítulo as atividades desenvolvidas pelo estagiário junto à empresa, abordando as atividades administrativas e técnicas durante o estágio supervisionado objetivando a construção de uma Subestação de manobra na SE Sertânia para acréscimo de uma nova linha de entrada em 69 kV, ampliando assim, a confiabilidade do sistema de fornecimento de energia elétrica na região. Na Figura 13, pode-se ver a subestação construída durante o estágio.

Figura 13: Subestação de Manobra SRN.



Fonte: Autoria própria, 2018.

As atividades foram realizadas na PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA, sob a supervisão do Engº Brenno Arruda Pereira de Assis. O estágio objetivou a participação em:

- Ampliação da SE Sertânia;
- Gestão de documentação acerca do contrato da obra;
- Gestão de grupo de colaboradores da empresa.

Certo de que com a descrição da empresa, o embasamento teórico abordado, os esclarecimentos à respeito de uma subestação, os materiais e equipamentos precisos, bem como, os equipamentos necessários para a efetividade do trabalho destacam-se a seguir as atividades realizadas sob a orientação do engenheiro Brenno na subestação construída pela PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA.

3.1 ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

Atividade administrativa nada mais é do que a gestão de bens, interesses e serviços. As atividades administrativas são de fundamental importância para que o cronograma da obra seja cumprido satisfatoriamente. Essa está presente no cotidiano de qualquer obra e de qualquer engenheiro, onde em suma, são essenciais para o desenvolvimento correto de qualquer projeto presente numa empresa, viabilizando maiores lucros e otimização dos serviços.

3.1.1 GESTÃO DE COLABORADORES DA EMPRESA

Para dar início a ampliação da Subestação, a equipe escalada para este serviço foi gerenciada pelo engenheiro, que apresentou o estagiário, apresentando a função do mesmo no período da ampliação. Bem como, discutiu-se brevemente sobre o trabalho a ser desenvolvido, o projeto e a necessidade de cada um fazer sua atividade laboral centrada na segurança e efetividade do serviço. Desta forma, a equipe para o trabalho da Subestação é constituída por:

Encarregados;

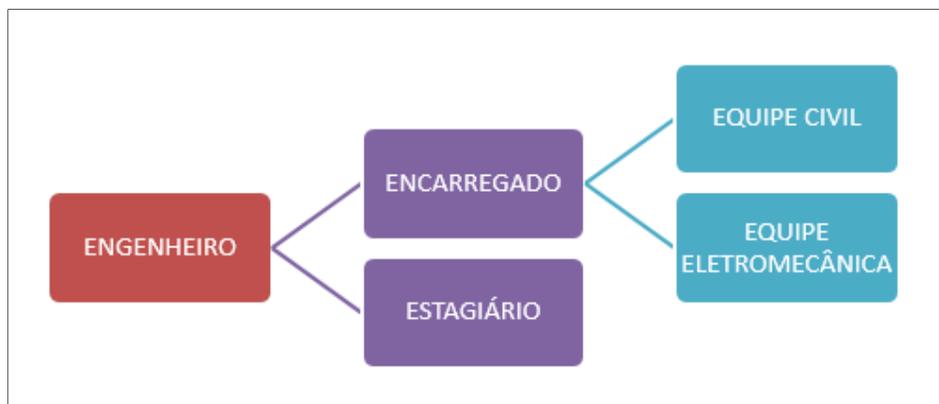
Engenheiro;

Equipe Civil: pedreiros, armadores, auxiliar de obras, operador de betoneira, armadores (ferreiros);

Equipe eletromecânica: Eletricistas, montadores, auxiliares;

Estagiário.

Vale destacar que os encarregados são responsáveis por toda obra civil, deste modo, a equipe civil está submetida a eles. Esta equipe faz a instalação e montagem eletromecânica da obra. A hierarquia da equipe pode ser vista na Figura 14:

Figura 14: Hierarquia da Equipe de Subestação.

Fonte: Autoria própria. 2017.

O encarregado tem como função conduzir toda a obra civil, a qual é necessária para que a equipe elétrica possa fazer a instalação e toda montagem eletromecânica da subestação. Sendo assim, o encarregado é o elo entre a administração da obra e a execução.

As reuniões diárias, revisões de equipamentos e as orientações das atividades do dia, torna-se rotina todas as manhãs, de modo que toda a obra seja monitorada e focada no cronograma estabelecido pela empresa. Neste momento, são feitas todas as orientações sobre o uso do equipamento de segurança. Abaixo, na Figura 15, pode-se ver uma das orientações sendo realizadas.

Figura 15: Reunião da Equipe para orientações diárias.

Fonte: Autoria própria, 2017.

Todos os relatórios da obra eram encaminhados para o engenheiro que fazia mensalmente as medições do andamento das equipes, isto é tanto para a equipe civil como a eletromecânica. O uso de planilhas de acompanhamento era indispensável para o monitoramento e avaliação do desempenho da equipe. Nesta etapa, era verificado o andamento da obra e conseqüentemente a ampliação acontecendo. Na Figura 16, pode ser visto um exemplo de planilha de medição utilizada pelo engenheiro.

Figura 16: Planilha de Medição.

CÓDIGO BS	DESCRIÇÃO	%FAT.	%PEND.	UND.	QTD.	VALOR UNITÁRIO	VALOR Unikappa	VALOR TC EVEN
NSEBU0055III	SOLDA P/ MALHA DE TERRA	100%	0%	CDA	106	R\$ 12,15	R\$ 1285	R\$
NSEBU0055IIII	MALHA DE TERRA	113%	-13%	M	600	R\$ 12,15	R\$ 7290	R\$
NSEBU0056III	BRITAMENTO DO PÁTIO			M2		R\$ 12,15	R\$ 1215	R\$
NSEBU0064III	FUNDO POSTE DT ACIMA DE 14M	100%	0%	CDA	17	R\$ 12,15	R\$ 206,55	R\$

Fonte: Obtida junto aos relatórios do engenheiro, 2017.

São com as planilhas, como a observada na Figura 16, que se calcula a produção dos trabalhadores: ao ser convertida a medição do andamento da construção da subestação se faz conversão percentual sobre o valor contratual de cada trabalhador. Segundo o engenheiro “o valor total equivalente a uma obra desta que envolve construção civil e montagem eletromecânica, é aproximadamente R\$ 1,3 milhão, em que se acrescenta ainda 15% do valor total pela contratante para eventuais imprevistos”.

No que se refere à gestão de pessoas, a demissão e admissão faz parte deste processo. Assim, uma das atividades desenvolvidas durante o estágio foi o auxílio na execução desse procedimento administrativo. Neste era necessário que o trabalhador a ser contratado ou demitido fosse orientado a se direcionar ao setor de RH com a posse de documentos, conforme consta na Tabela 08.

Tabela 8: PROCESSO PARA ADMISSÃO E DEMISSÃO: DOCUMENTOS E EXAMES.

ADMISSÃO	DEMISSÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Documentos solicitados para a admissão de empregados: • Carteira de Trabalho e Previdência Social – CTPS – obrigatória para qualquer emprego, mesmo temporário; • Atestado de Saúde Ocupacional (ASO); • Título de eleitor, para maiores de 18 anos; • Certificado de Reservista ou alistamento militar, para os empregados brasileiros de sexo masculino, com idade entre 18 e 45 anos; • Certidão de Nascimento ou Casamento; • RG e CPF; • Inscrição no PIS/PASEP; • Cópia da Certidão de Nascimento de filhos menores de 14 anos, para o recebimento do salário-família; • Outros documentos que podem ser solicitados: • Carta de referência; • Atestado de escolaridade; • Fotos; • Carteira de Habilitação Profissional, expedida por órgão de classe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empregados com menos de 1 ano: • Termo de Rescisão de Contrato; • CTPS-Carteira de Trabalho e Previdência Social; • Livro ou Ficha de Registro de Empregados; • Aviso Prévio; • CD-Comunicado de Dispensa Requerimento do Seguro-desemprego; • Extrato do FGTS (nos casos de dispensa pelo empregador); • Atestado Médico Demissional. • Empregados com mais de 1 ano: • Termo de Rescisão de Contrato; • Cheque administrativo nominal ao ex-funcionário – no valor das verbas rescisórias; ou dinheiro, no caso de analfabeto; ou depósito bancário. • CTPS-Carteira de Trabalho e Previdência Social; • Livro ou Ficha de Registro de Empregados; • Comprovante de Aviso Prévio; • CD-Comunicado de Dispensa Requerimento do Seguro-desemprego; • Extrato do FGTS (nos casos de dispensa pelo empregador). • Atestado Médico Demissional; • 06 últimas guias do FGTS – GFIP; • GRFP paga. • GRs das contribuições sindical, assistencial e confederativa do empregado – referentes ao exercício; • Carta de Preposto.

Fonte: Condensp, 2014.

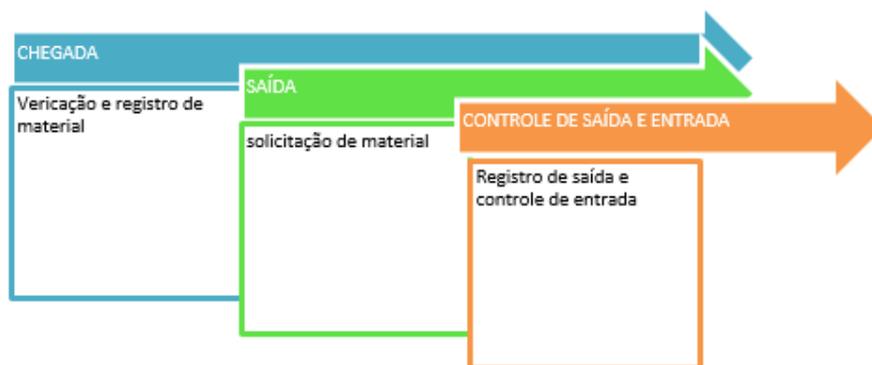
Toda parte burocrática para demissão e admissão eram encaminhados para o Setor de RH da empresa. Neste processo, o estagiário era o portador a fornecer e receber informações entre o setor responsável e os funcionários. Inclusive em contatar com a clínica onde o funcionário deveria fazer o exame de admissão ou de demissão, o Atestado de Saúde Ocupacional (ASO).

3.1.2 GESTÃO DE CONTROLE E MATERIAL

Para a realização da obra, é enviado para a equipe material necessário para execução das tarefas, neste caso, é preciso conferir todo o material necessário, sua medição e cumprimento das obras, o material a chegar precisa está confirmado e organizado segundo o estoque preciso. Este controle garante a efetividade das atividades.

O monitoramento dos materiais fazia-se preciso para que se pudesse listar a reposição de estoque, assim, podia-se fazer a solicitação de compras e manter o estoque atualizado. Para tanto, o uso da planilha faz-se necessário para registro nos arquivos em planilhas, e todos os materiais devem estar com suas notas fiscais paralelas.

Figura 17: Monitoramento de Materiais.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Quando um trabalhador necessita de ferramentas, a mesma é registrada em seu nome no banco de entradas e saída. Garantindo assim, que o serviço seja realizado e que todo o material preciso esteja à disposição do trabalhador e conseqüentemente a construção da Subestação seja realizada dentro do programado.

O estagiário também era responsável por receber todos os equipamentos descritos no projeto necessários para a montagem da subestação, como disjuntores, relés, tps, tcs, entre outros, os quais eram fornecidos pela contratante. A lista de um desses carregamentos está descrita na Tabela 09.

Tabela 9: Exemplo de lista de material fornecida Pela Celpe

LISTA DE MATERIAL 69 kV			
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.
1	PARA-RAIOS 72 Kv - 10 kA	12	CDA
2	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 69 kV	12	CDA
3	CHAVE SECCIONADORA LMV S/LT 1250 A - 69 kV	8	CONJ.
4	CHAVE SECCIONADORA LMV C/LT 1250 A - 69 kV	00	CONJ.
5	CHAVE SECCIONADORA VMH S/LT 1250 A - 69 kV	3	CONJ.
6	CHAVE SECCIONADORA VMH C/LT 1250 A - 69 kV	2	CONJ.
7	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 69 kV	5	CDA
8	DISJUNTOR 69 kV	4	CDA
9	SUPORTE METÁLICO PARA TC'S 69 kV	4	CDA
10	CABO 636 MCM CAA GROSBEAK	350	kg
11	CABO 336,4 MCM CAA LINNET	245	kg
12	CONECTOR IMPACT AL 336,4 CAA / 336,4 CAA	6	CDA
13	CONECTOR IMPACT AL 636 CAA / 636 CAA	124	CDA
14	CONECTOR IMPACT AL 636 CAA / 336,4 CAA	45	CDA
15	BARRA TERMINAL 336,4/NEMA 4 FUROS	00	CDA
16	BARRA TERMINAL 636/NEMA 4 FUROS	151	CDA
17	CABO NU ACO/AL 3/0 AWG	270	kg
18	CONECTOR IMPACT BR 95/70 mm ²	46	CDA
19	QAD - QUADRO DE AQUISIÇÃO DE DADOS	3	CDA
20	HASTE CAPTORA PARA SPDA 2,4m	17	CDA
21	ISOLADOR BASTÃO POLIMÉRICO 69 kV	48	CDA
22	CONECTOR BIMETÁLICO 336,4 CAA/70mm ² COBRE	3	CDA
23	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 69 kV ENERGISA	3	CDA
24	TRANSFORMADOR DE CORRENTE 69 kV ENERGISA	2	CDA
25	MANILHA 8000 daN	48	CDA
26	ENGATE ELO BOLA 8000 daN	48	CDA
27	CONCHA OLHAL 8000 daN	48	CDA
28	GRAMPO DE ANCORAGEM 336,4 - 636 MCM CAA	54	CDA

Fonte: Autoria Própria, 2018.

3.1.3 CONFECÇÃO DE RELATÓRIOS

A elaboração de relatórios diários foi uma atividade delegada ao estagiário, em que era preciso registrar todos as ocorrências. O relatório era encaminhado para o engenheiro que fazia sua análise e enviava para empresa, em que se registrava:

- Atividades realizada pela equipe;
- Falhas ocorridas;
- Problemas técnicos;
- Registros de acordos verbais;

- Documentos;
- Atas;
- Nome completo dos atuais funcionários das equipes civil e eletromecânica ligados à obra;
- Condições climáticas dos dias da semana;
- Anexo de fotos da construção.

O engenheiro avaliava e, caso fosse necessário, solicitava correção de algum dos registros, pois estes relatórios era uma das exigências do contratante para poder acompanhar a evolução da construção da SE. Quando aprovado o relatório era encaminhado pelo estagiário ao fiscal contratante.

3.1.4 SEGURANÇA NO TRABALHO

Com relação à segurança dos trabalhadores o estagiário percebeu que a empresa, atendendo às NR, cobrava diariamente de todos os trabalhadores o uso de seus equipamentos de segurança pessoal e coletivo, os EPI e EPC. A empresa se encarregava de entregar todos estes equipamentos gratuitamente aos seus trabalhadores.

Durante o período do estágio, o departamento de Segurança no Trabalho proporcionou aos colaboradores um curso de segurança no trabalho focado em atividades em postes, assim como o resgate, em caso de acidente com o colaborador ou até mesmo em caso do colaborador passar mal em uma dessas atividades.

Os Diálogos Diários de Segurança (DDS) eram feitos também pelo estagiário, com a ajuda do engenheiro e do encarregado, sendo este diálogo imprescindível para que o trabalho dos colaboradores ocorresse dentro dos padrões indicados. Estes DDS também ocorrem quando acontece algum acidente de modo a compreender que todos precisam cooperar. Estes momentos de informações são essenciais para o desempenho do funcionário.

3.2 ANÁLISE DE PROJETOS

A análise de projetos faz-se preciso inicialmente para que se possa compreender de forma concreta como o serviço está programado para a ampliação da obra SE de Sertânia.

O engenheiro possuía todas as plantas dos projetos elétricos, eletromecânicos e civis em seu computador pessoal em formato de arquivo AutoCAD®. Também foram fornecidas pela contratante as plantas impressas em formato A1. A primeira planta a ser visualizada foi o Diagrama Unifilar principal da subestação, no qual se descreve o tipo do barramento, entrada de 69 kV, saídas de 13,8 kV e 69kV e SE de transformação. A SE Sertânia de transformação é composta basicamente por um barramento principal, um ramal de entrada em 69kV, seis ramais de saídas de 13,8 kV, um transformador de 5 MVA, um regulador de tensão 3 x 6,67MVA, um banco de capacitores de 2,4 Mvar e diversas chaves seccionadoras, disjuntores, TP e TC. A SE Sertânia de manobra é composta por dois ramais de entrada em 69 kV, um que antes alimentava diretamente a SE de transformação, que agora é alimentada por um ramal de saída da subestação de manobra, e outro ramal que vem da SE do Ministério da Integração.

O estagiário ainda teve a oportunidade de analisar inúmeras outras plantas que estavam sendo executadas pelas equipes, desde a construção civil até as montagens e instalações elétrica. Devido a experiência, os encarregados tinham boa noção de leitura de projeto, porém as dúvidas que surgiam durante a execução deveriam ser resolvidas pelo supervisor e pelo estagiário.

3.2.1 MALHA DE ATERRAMENTO

O projeto da malha de terra foi constituído por 16 hastes de aterramento distribuídas por todo o terreno e interligadas por um cabo de cobre nú de 70mm² por 63 soldas exotérmicas. Foram necessários a solda, também exotérmica, de 16 rabichos para a interligação dos equipamentos da subestação na malha de aterramento. A malha ainda conta com 4 caixas de inspeção. Na Figura 18, pode ser visto uma foto da malha de aterramento sendo interligada. No final, a malha foi conectada à malha da subestação de transformação para que a mesma ficasse interligada.

Figura 18: Malha de Aterramento.

Fonte: Autoria própria, 2017.

3.2.2 ENGASTAMENTO DE POSTES

A supervisão do engastamento de postes também foi direcionada ao estagiário. A subestação de manobra contou com o engastamento de 32 postes de tamanhos variados e com a remoção de 13 postes nas mais diversas situações.

Foram feitas implantações e remoções de postes também para o desvio de algumas linhas de transmissão, juntamente com a equipe de ‘linha-viva’ da CELPE, para que o trabalho pudesse ter continuidade sem ser necessário o desligamento da rede.

Na Figura 19, pode ser visto um exemplo de engastamento de poste para desvio de linha feito sob a supervisão do estagiário.

Figura 19: Engastamento de Poste para desvio de Linha de Transmissão.



Fonte: Autoria própria, 2017.

3.2.3 MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS

A montagem dos Equipamentos era uma das principais atividades incumbida ao estagiário. O mesmo era responsável por inspecionar a montagem de cada equipamento, verificando junto ao diagrama unifilar se o mesmo se encontrava no devido lugar, assim como o lançamento dos cabos do barramento da subestação. O cabo utilizado do barramento principal foi o cabo de alumínio nú com alma de aço (CCA) 636 MCM Grosbeak. Nos demais vãos, foi utilizado cabo de alumínio nú com alma de aço (CCA) 336,4 MCM LINNET.

Ao final da obra, foram instalados 4 disjuntores, 4 relés, 14 tcs, 12 para-raios, 13 conjuntos de chaves seccionadoras, 8 tps, 3 quadros de aquisição de dados (QAD), onde estavam localizados os relés de proteção, e foram lançados 7 vãos com cabo 636 e 4 vãos com cabo 336,4. As 17 hastes captoras de SPDA ficaram para ser implantadas posteriormente pela equipe de 'linha-viva' da CELPE, pois quando o material chegou na obra, os equipamentos já estavam energizados. Abaixo podemos ver um disjuntor de 69 kV sendo montado na SRN.

Figura 20: Montagem de Disjuntor 69 kV.



Fonte: Autoria própria, 2017.

O estagiário acompanhou também a interligação entre os relés, os equipamentos de medição e os disjuntores verificando os níveis de tensão e corrente da saída dos equipamentos de leitura e da entrada dos relés, assim como os níveis da saída dos relés e da entrada de acionamento dos disjuntores. Todos esses dados estão descritos nas tabelas do Capítulo 2 desse trabalho.

A subestação contou também com a implantação de 6 pontos de iluminação distribuídas uniformemente nas laterais da mesma. Foram utilizadas luminárias e refletores fornecidos pela contratante.

4 CONCLUSÃO

Ao concluir o relatório de Estágio Supervisionado é extremamente gratificante a oportunidade de poder praticar os conhecimentos construídos no ambiente acadêmico no curso profissional de engenharia.

Entende-se que ao participar da ampliação da SE, direcionar uma equipe, compreende-se que a responsabilidade de estar responsável por uma obra desta faz-se lembrar de todo o percurso de estudos. A pesquisa, os estudos, a busca por melhorias de aprendizagens, exercer o administrativo é precisamente uma oportunidade de levar o conhecimento de cada uma das disciplinas que contribuíram com a formação do estagiário.

Na definição dos objetivos verifica-se que os mesmos foram alcançados, visto que o estagiário vivenciou toda a ampliação da SE, atuou diretamente com a gestão de pessoas, em que a equipe contribuiu com o administrativo e efetividade do seu serviço, não havendo registro de nenhum acidente.

O estagiário teve oportunidade de presenciar todos os momentos da obra, e concluiu que a experiência adquirida foi de grande valia contribuindo com o aprendizado para futuras decisões profissionais e também pessoais, tendo em vista a oportunidade de lidar com profissionais de diversos setores e culturas diferentes.

A obra foi concluída com sucesso no dia 27 de fevereiro de 2018, dentro do cronograma previsto, que previa o fim da obra em 15 de março de 2018.

De um modo geral, a disciplina obrigatória de estágio foi extremamente gratificante e satisfatória, em que o estagiário teve a oportunidade de ver os conceitos das disciplinas de Sistemas Elétricos, Equipamentos Elétricos, Distribuição de Energia Elétrica e Proteção de Sistemas Elétricos, atendendo ao seu objetivo de inserir o futuro engenheiro no meio profissional e de colocar em prática parte dos conhecimentos adquiridos durante toda a graduação.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 10520 - Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 7). 2002.

ABNT. NBR 6023 - Informação e documentação - Referências - Elaboração. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 24). 2002.

ABNT. NBR 6028 - Informação e documentação - Resumo - Apresentação. (p. 2). *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. 2003.

ABNT. NBR 6034 - Informação e documentação - Índice - Apresentação. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 4). 2005.

ABNT. NBR 14724 - Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 11). 2011.

ABNT. NBR 14724 - Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 9). 2011.

ABNT. NBR 6028 - Informação e documentação - Resumo - Apresentação. (p. 2). *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. 2003.

ALTHOFF, Carlos Henrique. Fatores Críticos de Sucesso no Desenvolvimento de Sistemas de Gestão: o caso das bases distribuidoras de petróleo. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 09- Programa de prevenção de riscos ambientais. Rio de Janeiro, 2008.

BENITE, Anderson Glauco. Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho: conceitos e diretrizes para a implementação da norma OHSAS 18001 e guia ILO OSH da OIT. 1.ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

CEPEL-CRESESB. Energia Solar: Princípios e Aplicações. 2008. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acessado em 30 de março de 2015.

CPE-Consultoria em Projetos Elétricos. Disponível em: <http://www.cpe-ce.com.br>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2018.

CHIAVENATO, Idalberto. Remuneração, benefícios e relações de trabalho. 6 ed. ver. atual. Barueri, São Paulo. 2009.

FERREIRA, T. V. Estimativa Inteligente da Poluição de Isolamentos Elétricos Baseada nos Vecese do Ruído Ultrassônico. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Elétrica, Campina Grande. 2011.

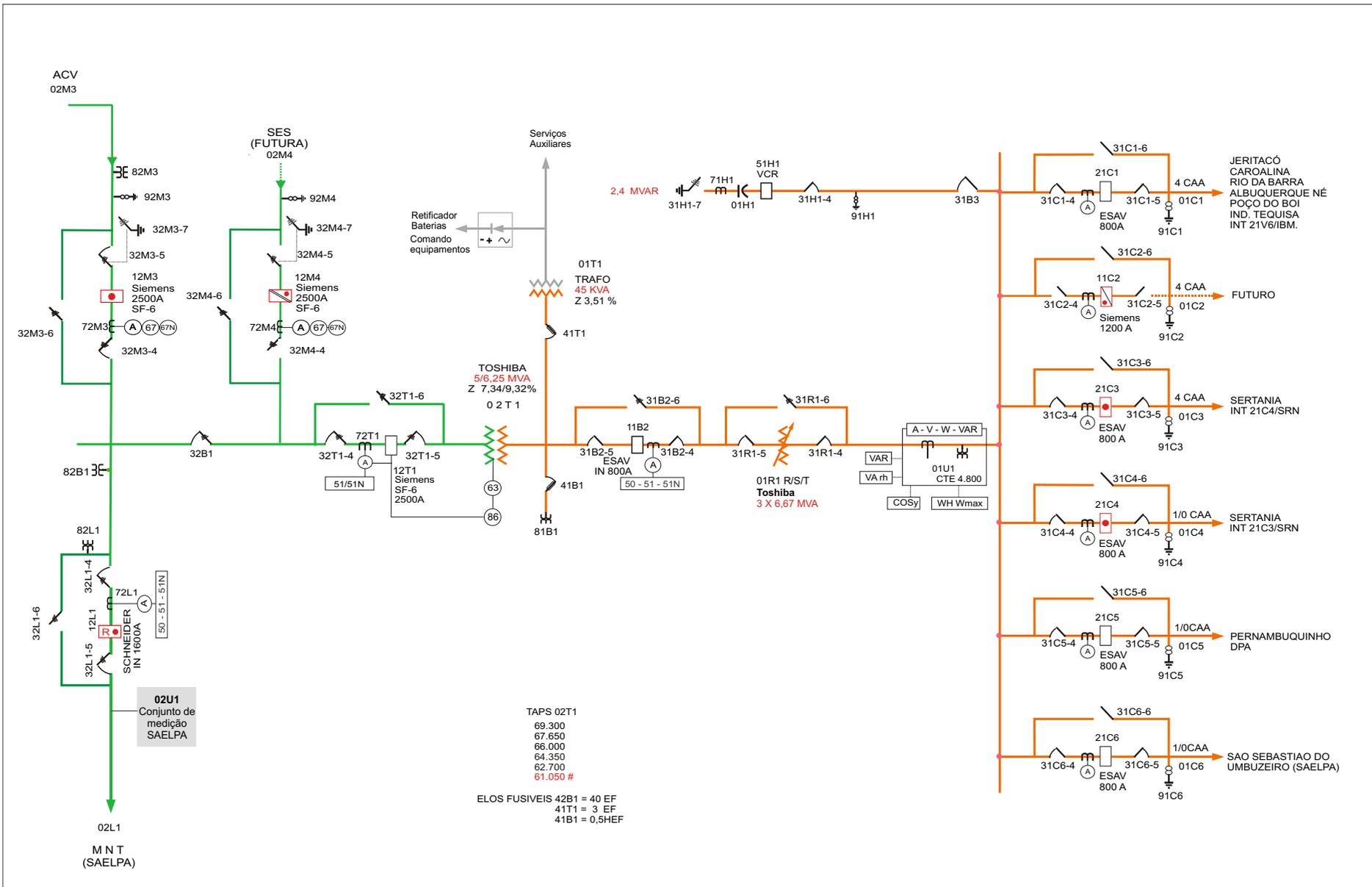
GUIA TRABALHISTA. NORMA REGULAMENTADORA 6 - NR 6 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI. 2004. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>>

INMETRO. (2010). *Unidades Legais de Medida*. Disponível em Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp?iacao=imprimir>> Acesso em 12 de fev de 2018

Normas Técnicas de Engastamento. Acesso em 10 de março de 2018, disponível em: <https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/003%20705%20%E2%80%93%20Engastamento%20de%20Postes,%20Contrapostes%20e%20Estais%20de%20%C3%82ncora.pdf>

UFF. Universidade Federal Fluminense. Subestações: Tipos, Equipamentos e Proteção. Disponível em: <<http://www.uff.br/lev/downloads/apostilas/SE.pdf>>. Acesso em 12 de outubro 2017.

ANEXO A – DIAGRAMA UNIFILAR SRN



Dados das Alterações

Natalicio /07.02.12	Relocação do 81B1 com representação da chave 41B1
Natalicio /15.09.16	Substituição do Banco 01R1 ITB, por Banco Toshiba 3x6,67MVA
Natalicio /29.12.17	Energização novo setor 69kV da Sec SRN, entrada em operação 12T1/SRN
Natalicio /24.01.18	Energização/entrada em operação 12M3/SRN

LEGENDA

	ABERTO		230 kV
	ESPECIAL		138 kV
	NORMAL COM RELIGAMENTO		69 kV
	ESPECIAL C/ RELIGAMENTO		13.8 kV
	FECHADO		380 V
			220 V
			Diversos



COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO
SOM - OOS - OOST
GESTOR / OOST- Eng. André Tavares

SERTÂNIA - SRN