

Michell Silva da Costa

**ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO
DA SUBESTAÇÃO RIO TINTO II 69kV**

João Pessoa - PB

Fevereiro de 2014

Michell Silva da Costa

ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO DA SUBESTAÇÃO RIO TINTO II 69kV

Relatório de Estágio Supervisionado submetido ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista

Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Departamento de Engenharia Elétrica

Orientador: Alexandre César Castro

João Pessoa - PB

Fevereiro de 2014

Michell Silva da Costa

ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO DA SUBESTAÇÃO RIO TINTO II 69kV

Trabalho aprovado. João Pessoa - PB, fevereiro de 2014:

Michell Silva da Costa
Aluno

Alexandre César Castro
Orientador

Luiz Alberto Leite Filho
Supervisor da empresa

Helon David de Macêdo Braz
Professor avaliador

João Pessoa - PB
Fevereiro de 2014

IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

EMPRESA

Nome: Prener - Comércio e Construção

Endereço: Av. Barão do Triunfo,270

Bairro:Varadouro

Cidade / Estado: João Pessoa / Paraíba

Cep:58010-400

Tel.:+55(83) 3222-7270

Home page: <http://prener.com.br/>

Email: edmund@prener.com.br

ESTÁGIO

Área da empresa: Setor de obras e serviços.

Data de início: 10/12/2013

Data de término:10/02/2014

Carga horária semanal:30h

Carga horária total: 180h

Supervisor do estágio: Luiz Alberto Leite Filho

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo Diagrama Unifilar	12
Figura 2 – Modelos de placas de identificação em equipamentos de potência	13
Figura 3 – Modelo de Subestação	13
Figura 4 – Pátio externo e pátio interno da SE	14
Figura 5 – Disjuntor 15kV e 69kV	16
Figura 6 – Pessoa sujeita a tensão de toque	18
Figura 7 – Pessoa sujeita a tensão de passo	19
Figura 8 – Tensão de passo por descarga atmosférica	20
Figura 9 – Camada de brita na subestação	20
Figura 10 – Conexão do aterramento na malha de terra e nas partes metálicas da SE	21
Figura 11 – Elementos de um SPDA	22
Figura 12 – Proteção contra descargas atmosféricas em SE com método eletrogeo- métrico	22
Figura 13 – Diagrama unifilar SE Rio Tinto II	24
Figura 14 – Diagrama unifilar e imagem da gaiola de 69kV	24
Figura 15 – Diagrama unifilar e imagem da base dos trafos de 69kV	25
Figura 16 – Diagrama unifilar e imagem da gaiola de 13,8kV	25
Figura 17 – Painéis metálicos de 15kV e 69kV	26
Figura 18 – Quadros de distribuição QDCA e QDCC	26
Figura 19 – Banco de capacitor 15kV	27
Figura 20 – Construção da base dos transformadores e casa de comando	28
Figura 21 – Proteção SPDA com método eletrogeométrico adotado na SE Rio Tinto II	28
Figura 22 – Caixa de óleo e fossa séptica	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de equipamentos da SE	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
NBR	<i>Norma brasileira</i>
NTU	<i>Norma de Transmissão Unificada</i>
QDCA	<i>Quadro de Distribuição de Corrente Alternada</i>
QDCC	<i>Quadro de Distribuição de Corrente Contínua</i>
RO	<i>Rotina de Operação</i>
SE	<i>Subestação</i>
TP	<i>Transformador de potencial</i>
TC	<i>Transformador de corrente</i>
SPDA	<i>Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas</i>

SUMÁRIO

	Sumário	7
1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos do estágio	9
1.2	A empresa	9
1.2.1	História	10
1.2.2	Atividades	10
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	11
2.1	Projeto Elétrico	11
2.1.1	Diagrama Unifilar	11
2.1.2	Codificação Operacional	12
2.2	Subestação	13
2.2.1	Classificação de subestação	14
2.2.2	Equipamentos instalados na subestação	14
2.3	Proteção e Coordenação	15
2.3.1	Proteção de Sistemas Primários	16
2.3.2	Relés Secundários de Sobrecorrente Digitais	16
2.3.3	Conexão dos relés	17
2.4	Sistemas de aterramento	17
2.4.1	Tensão de contato ou de toque	18
2.4.2	Tensão de passo	18
2.4.3	Componentes de uma malha de terra	19
2.5	Proteção contra descargas atmosféricas	20
2.5.1	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA	21
2.5.2	Componentes do SPDA	21
2.5.3	Métodos de proteção contra descargas atmosféricas	21
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	23
3.1	Análise de projeto	23
3.1.1	Barramento principal e barramento de transferência	23
3.2	Projeto de painel metálico	23
3.3	Listas de material	25
3.4	Vistorias do canteiro de obras	26
4	CONCLUSÃO	29

Referências 30

1 INTRODUÇÃO

O estágio dispõe ao aluno a oportunidade de aplicar a teoria adquirida no decorrer do curso em atividades reais, despertando suas habilidades e integrando-o ao mundo profissional, de forma que as condições do dia-a-dia estimulem a sua capacidade de resolver problemas e gerenciar os conflitos existentes na função.

Este estágio foi desenvolvido no canteiro de obras na construção da subestação Rio Tinto II 69kV pertencente à concessionária Energisa Paraíba S.A. Subestação esta com tensão nominal de 69kV que é transformada para 13,8kV por dois transformadores de 10/12,5MVA, tendo sido construída visando ampliar o suprimento de energia elétrica na região, a flexibilidade operacional do sistema de distribuição e garantir a qualidade de energia para seus consumidores, melhorando os índices de confiabilidade do sistema. A PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS foi a empresa responsável pela execução desta obra, na qual foi realizada o estágio.

O estagiário foi supervisionado e assessorado pela equipe de funcionários da Prener: Engenheiro eletricitista: Luiz Alberto, supervisor: Carlos Góes, encarregado das obras civis: Naldo, encarregado da eletromecânica: Cicero e o técnico responsável da obra pela concessionária, Humberto. O estagiário autor deste relatório, exerceu diversas atividades durante o período de estágio, as quais são descritas a partir da seção 3.1 do capítulo 3 especifica para este fim, assim como será apresentado o embasamento teórico aplicado nas atividades.

1.1 Objetivos do estágio

O objetivo do estágio consiste em acompanhar, compreender e auxiliar nas etapas de construção da subestação Rio Tinto II 69KV, focando na execução das atividades da obra buscando maior eficiência, comprometimento, respeitando os procedimentos de segurança estabelecidos nas normas, executando a construção conforme o projeto aprovado e sempre correspondendo menor custo com qualidade.

1.2 A empresa

A PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICAS (PEREIRA, 2014) é uma empresa genuinamente paraibana, especializada em comercialização de materiais elétricos e serviços em engenharia elétrica, capacitando e desenvolvendo equipes de profissionais aptas a fornecer serviços de qualidade, com a finalidade de complementar as necessidades

dos seus clientes.

1.2.1 História

A PRENER COMÉRCIO DE MATERIAIS ELÉTRICOS foi fundada em novembro de 1995. Há 16 anos no mercado, tem o intuito de trazer inovação ao mercado de engenharia elétrica, com a missão de atender completamente seus clientes, além de possuir uma loja com estoque diversificado em parceria com os melhores fabricantes e capaz de atender a todos os setores consumeristas, desde residenciais até os industriais.

1.2.2 Atividades

Como resultado das inovações, uma ampla variedade de serviços prestados são disponibilizados aos seus clientes, como:

- Aluguel de equipamentos;
- Consultoria em eficiência energética;
- Instalação de diversos equipamentos elétricos;
- Construções de subestações de média e alta tensão;
- Construções de linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Trabalho especializado em linha viva de 13,8kV;

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Projeto Elétrico

A elaboração do projeto elétrico de uma instalação deve ser precedida do conhecimento dos dados relativos às condições de suprimento e fornecimento na qual a subestação irá atender. O projetista recebe do cliente um conjunto de informações, como: planta da localização, tensão de suprimento, tensão de fornecimento, número de alimentadores primários, potência a ser instalada, previsão de crescimento. O projeto deve conter o memorial descritivo, com as informações necessárias para o entendimento do projeto, tais como:

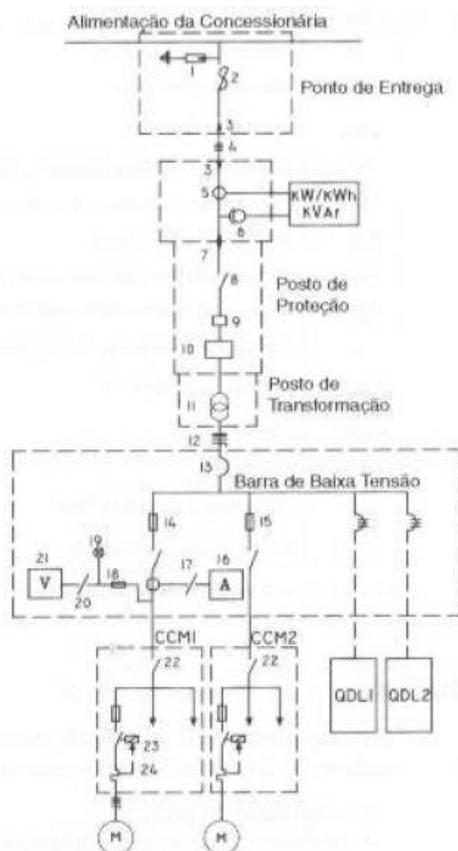
- Finalidade do projeto
- Endereço comercial do proprietário e o endereço do ponto de entrega de energia
- Carga prevista
- Tipo de subestação
- Proteção e comando de todos os aparelhos utilizados
- Características completa de todos os equipamentos de proteção, comando e transformadores
- Memorial de cálculo
- Relação completa de material

2.1.1 Diagrama Unifilar

Para o entendimento da operação de uma instalação é necessário a elaboração de diagrama unifilar figura (1), ou seja, devem estar representados todos os equipamentos elétricos instalados, conforme simbologia adequada para cada equipamento descrito nas normas ABNT (ABNT, a) e padrão da concessionária (EPB, a), destacando o tipo, natureza e seu estado, de modo a assegurar um elevado padrão técnico na operação da instalação.

2.1.2 Codificação Operacional

O projeto deve conter placa de identificação conforme figura (2) em cada componente, equipamentos e situações de alerta através de identificação alfanumérica, código de cores e mensagens.



fonte: (FILHO, 2010)

Figura 1 – Modelo Diagrama Unifilar

A RO-005/2008 (EPB, b) da concessionária determina os procedimentos gerais desta codificação operacional, demonstrados a seguir:

- Estabelecida através de caracteres alfanuméricos sendo no máximo com 7 dígitos, contemplado todo o sistema elétrico e os serviços auxiliares;
- Estabelecida em caráter individual para cada componente ou equipamento elétrico;
- Será confeccionada em material refletivo e fixada diretamente nos equipamentos, componentes ou na estrutura suporte, em local visível de fácil associação;
- Deverá ser atualizada e preservada para garantir a segurança operacional;

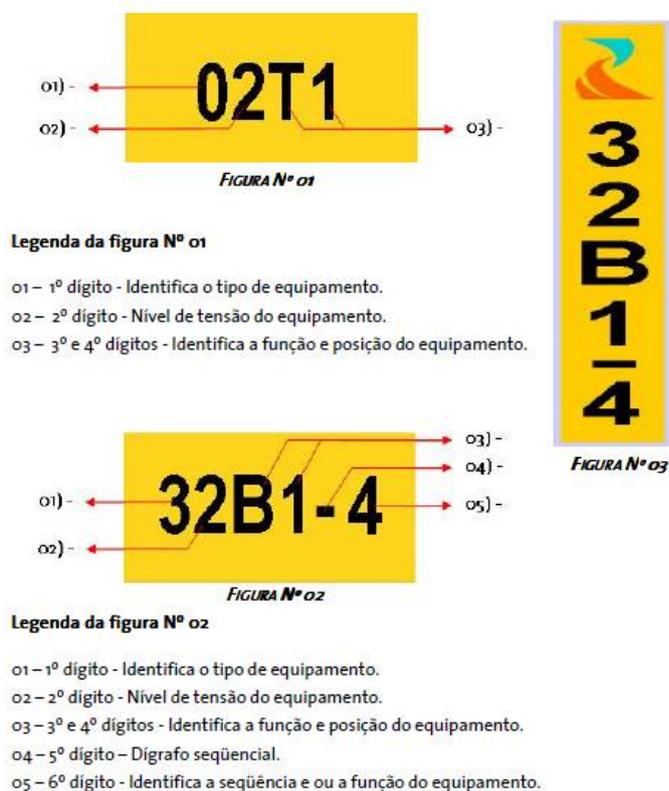


Figura 2 – Modelos de placas de identificação em equipamentos de potência

2.2 Subestação

Define-se subestação como um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos associados para modificar as características elétricas (tensão e corrente), permitindo a distribuição aos consumidores com diversos níveis de utilização, elas são equipadas com dispositivos de proteção capazes de detectar faltas de energia e seccionar trechos com falhas. Para exemplificar, considere a subestação apresentada na figura (3).



fonte: (PERNAMBUCO, 2014)

Figura 3 – Modelo de Subestação

2.2.1 Classificação de subestação

As subestações podem ser classificadas (FILHO, 2010) como:

- Subestação central de transmissão: Construída ao lado das usinas produtoras de energia com a finalidade de elevar os níveis de tensão fornecidos pelos geradores para transmitir a potência gerada aos grandes centros de consumo.
- Subestação receptora de transmissão: Construída próxima aos grandes centros consumidores, conectada através de linhas de transmissão as centrais de transmissão.
- Subestação de subtransmissão: Construída no centro de um grande bloco de carga, conectada a subestação receptora através de linha de transmissão, dessa subestação se originam os alimentadores que atendem diretamente os transformadores de distribuição e/ou subestações de consumidor.
- Subestação de consumidor: Construída em propriedade particular, conectada aos alimentadores de distribuição primários que suprem os pontos finais de consumo.

A área instalada da subestação, conforme ilustração da figura (4) é dividida em duas partes distintas:

- Pátio interno - Área onde são instalados os equipamentos, componentes elétricos e aterramento das instalações delimitado pela caixa de brita;
- Pátio externo - Área de circulação limitada entre o muro delimitador da caixa de brita e cerca de limitação territorial;



fonte: própria

Figura 4 – Pátio externo e pátio interno da SE

2.2.2 Equipamentos instalados na subestação

Na subestação existem diversos equipamentos com diferentes funcionalidades que estão apresentados na tabela (1) com suas respectivas funcionalidades.

Tabela 1 – Tabela de equipamentos da SE

	Equipamentos	Função
Equipamentos de transformação	Transformador de força	Eleva ou abaixa os níveis de tensão de acordo com a necessidade da instalação.
	Transformadores de Instrumentos	Os Tc's e Tp's tem a finalidade de reduzir níveis de tensão e corrente a valores suportáveis dos relés e medidores.
Equipamentos de manobra	Disjuntores	Dispositivo de proteção e manobra capaz de operar com carga, manuseio manual e remoto.
	Chaves seccionadoras	Dispositivo de manobras destinados a isolar equipamentos ou barramentos, podendo ser operado apenas sem carga, ou sob tensão.
Equipamento para compensação de reativos	Capacitor de derivação ou série	Dispositivo de compensação de reativos com a finalidade de corrigir o fator de potência.
Equipamentos de proteção	Pára-raios	Dispositivo de proteção destinado a limitar surtos de tensão originados de descargas atmosféricas.
	Relés	Dispositivo de proteção interligados com os disjuntores capaz de proteger o sistema elétrico contra curtos circuitos e faltas de tensão.

2.3 Proteção e Coordenação

No esquema de proteção de um sistema elétrico (FILHO, 2010) existem várias etapas envolvidas, desde a seleção dos dispositivos de atuação até a escolha dos parâmetros adequados para a calibração destes dispositivos, nos quais deverão atender os requisitos fundamentais:

- Seletividade – Capacidade que o sistema de proteção possui em selecionar a parte defeituosa da rede e desabilitá-la sem afetar os demais circuitos;
- Exatidão e segurança – Garantir ao sistema elétrico confiabilidade;
- Sensibilidade – Faixa de operação e não operação do dispositivo de proteção;

2.3.1 Proteção de Sistemas Primários

A norma NBR 14039/2003 (ABNT, a) estabelece os critérios da proteção primária. Segundo esta norma, é considerada proteção geral de uma instalação de média tensão o dispositivo situado entre o ponto de entrega de energia e a origem da instalação. A norma estabelece duas condições básicas:

1. Instalação com carga instalada igual ou inferior a 300 kVA, nesse caso a proteção geral na media tensão deve ser realizada por disjuntor acionado através de relés secundários equipados de unidades instantâneas (50) e temporizadas (51) de fase e de neutro. Podendo ser utilizado chave seccionadora e fusível, neste caso, será obrigatória a utilização de disjuntor para proteção geral no lado de baixa tensão.
2. Instalação com carga instalada superior a 300kVA, nesse caso a proteção geral na média tensão deverá ser exclusivamente por disjuntor de 15kV e 69kV ilustrado na figura(5) acionado através de relés secundários equipados de unidades instantâneas (50) e temporizadas(51) de fase e de neutro.



fonte: própria

Figura 5 – Disjuntor 15kV e 69kV

2.3.2 Relés Secundários de Sobrecorrente Digitais

Em meados da década de 1980 surgiram os primeiros relés com memória de dados. Nesse ponto os relés deixaram de ser apenas um elemento que exercia sua atividade de proteção para um elemento capaz de armazenar informações e interagir com um computador programado para receber suas informações e remeter ordens baseadas nelas. Assim muitas atividades operacionais realizadas pelo homem foram substituídas por

programas inteligentes, dando surgimento às subestações digitalizadas. Os sistemas com relé secundário de proteção (FILHO, 2010) podem ser: automatizados e digitalizados. A diferença está relacionada com o tipo de relé utilizado, ou seja, no sistema elétrico automatizado os relés são do tipo eletromecânico, eletrônico e até mesmo digital e aos quais (eletromecânico e eletrônico) são acoplados transdutores que se conectam ao computador com a finalidade de processar as informações de estado e grandezas elétricas, podendo o computador retornar com ordem de disparo para os disjuntores ou atuação de sinais luminosos/sonoros nos quadros de comando. No sistema elétrico digitalizado todos os relés aplicados são do tipo numérico e os disjuntores têm em geral chaves de abertura com comando motorizado submetido a um programa operacional.

Os relés digitais têm algumas vantagens perante aos relés eletromecânicos, sendo elas: Possibilidade de controlar remotamente, armazenamento de informações de cada evento, espaço reduzido nos painéis de comando, ajuste dos relés sem desligamento do sistema, podendo ser manuseado remotamente, alta confiabilidade, por ser auto supervisionado. Este tipo de relé traz como características gerais: proteção de sobrecorrente de fase e neutro na mesma unidade; proteção contra falha do disjuntor; proteção trifásica de sobrecorrente instantânea e temporizada e de neutro; registro dos valores de vários parâmetros relativos aos últimos eventos; curvas de tempo e ajuste duplo quando da mudança do ajuste principal para o secundário.

2.3.3 Conexão dos relés

Os relés digitais são dispositivos elétricos que necessitam de informações sobre as grandezas elétricas (tensão, corrente e frequência) do sistema para poderem atuar com suas funções de proteção. Os relés mais utilizados recebem informações de tensão através dos TP's e corrente através dos TC's.

2.4 Sistemas de aterramento

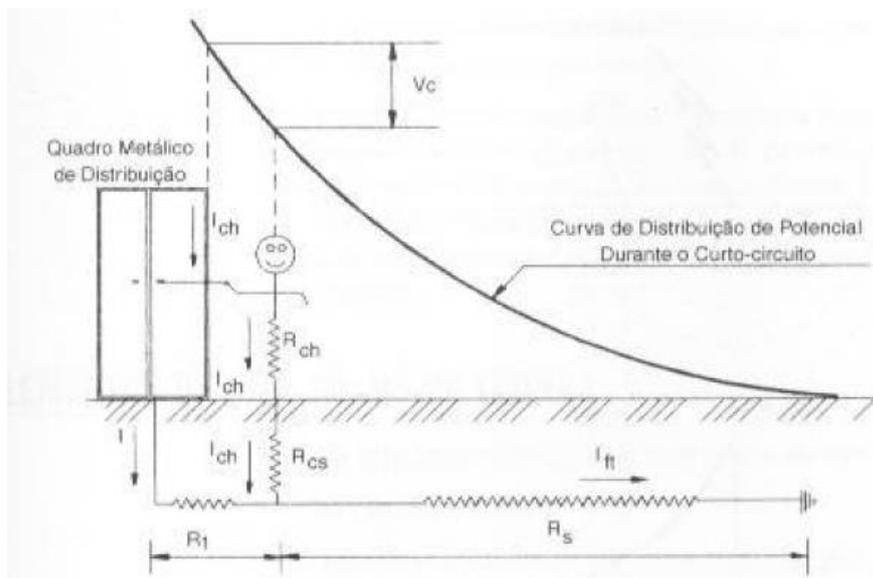
Todas as instalações elétricas para funcionar com bom desempenho e com segurança contra riscos de acidentes fatais deve conter um sistema de aterramento (FILHO, 2010) dimensionado adequadamente para as condições de cada projeto. Um sistema de aterramento tem como finalidade:

- Segurança de atuação da proteção;
- Proteção das instalações contra descargas atmosféricas;
- Proteção das pessoas contra contatos com partes metálicas da instalação energizadas acidentalmente;

- Uniformização do potencial em toda área do projeto, prevenindo contra lesões perigosas que possam surgir durante uma ocorrência de falta fase – terra;

2.4.1 Tensão de contato ou de toque

É aquela que o corpo humano tem contato com partes metálicas energizadas acidentalmente, conforme figura(6). O valor máximo de tensão de toque que o corpo humano suporta sem que ocorra fibrilação ventricular está expresso na equação (2.1):



fonte: (FILHO, 2010)

Figura 6 – Pessoa sujeita a tensão de toque

$$E_m = \frac{116 + 0,174 * \rho_s}{\sqrt{T_f}} (V) \quad (2.1)$$

E_m - Tensão de toque

ρ_s - Resistividade

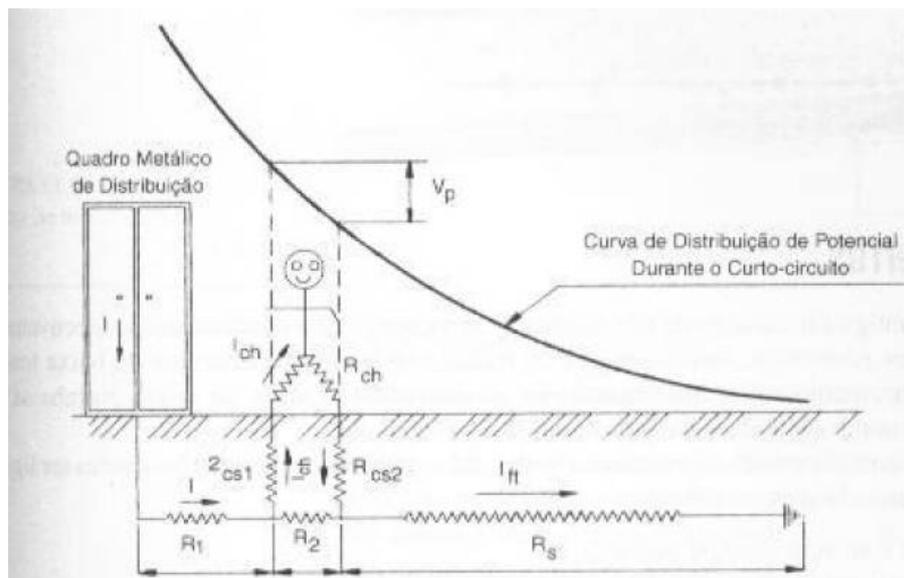
T_f - Tempo máximo de permanência da corrente

2.4.2 Tensão de passo

Quando a pessoa se encontra na área de uma malha de terra, e através dela, flui naquele instante uma corrente de defeito, a pessoa fica submetida a uma tensão entre os dois pés, conforme se observa na figura(7).

Quando a corrente elétrica proveniente de uma descarga atmosférica entra no solo através de eletrodos ou diretamente, ela se dispersa em forma de arcos centrada no local da penetração, podendo provocar uma tensão de passo, conforme figura(8).

Para redução dessa perigosa tensão de passo, são inseridas nas subestações uma camada de brita com espessura entre 10 e 20cm para melhorar o nível de isolamento



fonte: (FILHO, 2010)

Figura 7 – Pessoa sujeita a tensão de passo

conforme figura(9). O valor máximo de tensão de passo que o corpo humano suporta sem que ocorra fibrilação ventricular está expresso na equação(2.2):

$$E_{pa} = \frac{116 + 0,7 * \rho_s}{\sqrt{Tf}} (V) \quad (2.2)$$

E_{pa} - Tensão de passo

ρ_s - Resistividade

Tf - Tempo máximo de permanência da corrente

2.4.3 Componentes de uma malha de terra

A malha de terra é composta pelos seguintes elementos:

- Eletrodos de terra - Podem ser constituídos de aço galvanizado e aço cobreado, a utilização da haste com aço galvanizado é restrito devido seu material sofrer efeitos da corrosão. A haste de aço cobreado tem maior resistência a corrosão, devido a camada de cobre que envolve a o vergalhão de aço, mantendo suas características ao longo do tempo;
- Condutores de aterramento - São cabos de cobre nu, sua seção é definida em função das características do solo e o nível de corrente de defeito entre fase e terra;
- Conectores de proteção - São dispositivos utilizados para a ligação das partes definidas para ser aterrada a malha de terra parcial e principal;

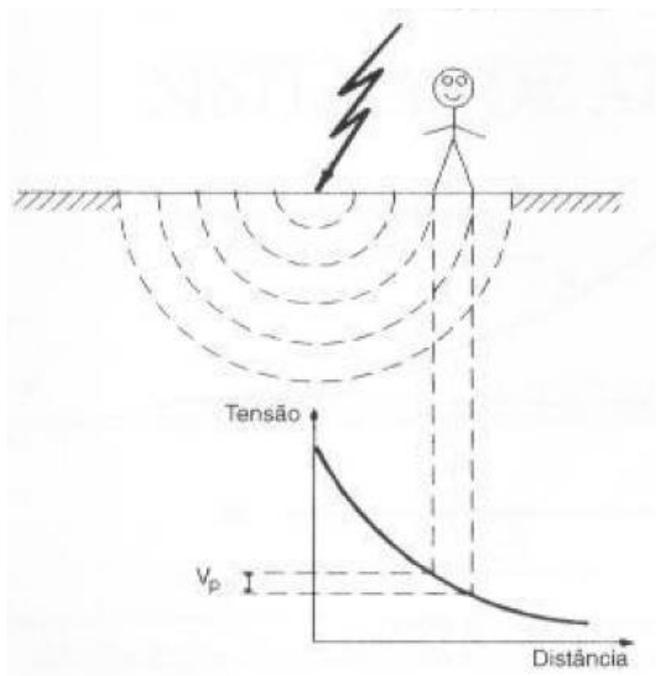


Figura 8 – Tensão de passo por descarga atmosférica

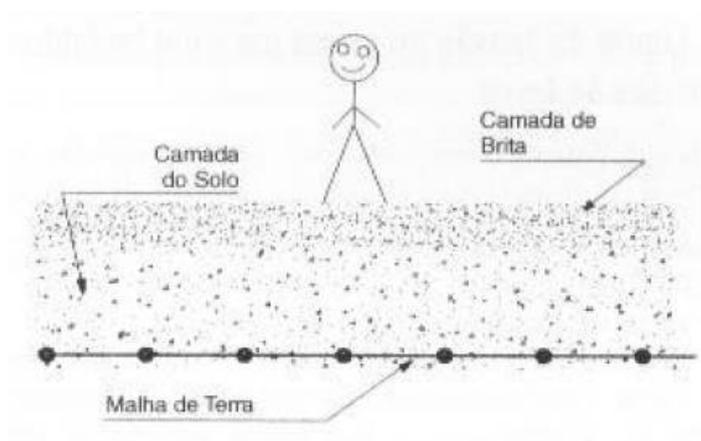


Figura 9 – Camada de brita na subestação

A figura(10) mostra como exemplo a conexão na malha de aterramento e partes metálicas da SE.

A NBR 5410/04 (ABNT, b) estabelece a seção mínima dos condutores de proteção e as condições de instalação e operação.

2.5 Proteção contra descargas atmosféricas

As redes aéreas de transmissão e distribuição sofrem varias perturbações oriundas de descargas atmosféricas. Elas induzem surtos de tensões que podem chegar a centenas de kV, por este motivo são adotados os SPDA.



fonte: própria

Figura 10 – Conexão do aterramento na malha de terra e nas partes metálicas da SE

2.5.1 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA

A estrutura que se quer proteger define os requisitos básicos para instalação de um SPDA e os elementos necessários para sua composição, conforme figura(11), seguindo a regulamentação da ABNT conforme (ABNT, c).

2.5.2 Componentes do SPDA

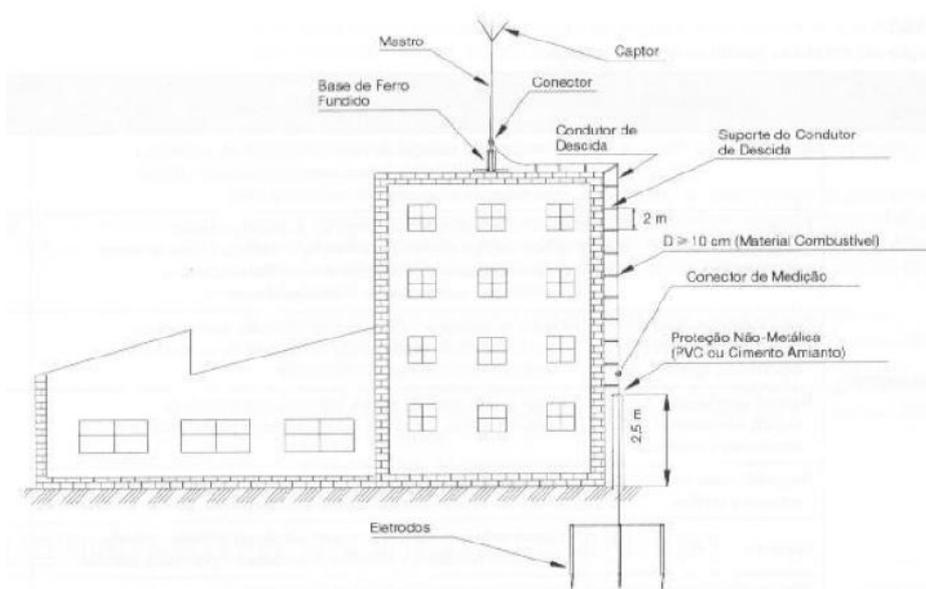
O SPDA é composto por:

- Captor – elemento constituído de um mastro ou haste fixado no isolador e conectado ao condutor de descida;
- Condutor de descida – Cabo para ligação do captor com a malha de terra ou eletrodo de terra;
- Eletrodo de terra – Responsável pela dispersão da corrente elétrica ao solo, podem ser instalados na posição vertical ou horizontal do solo e são conectados ao condutor de descida através de conectores;

2.5.3 Métodos de proteção contra descargas atmosféricas

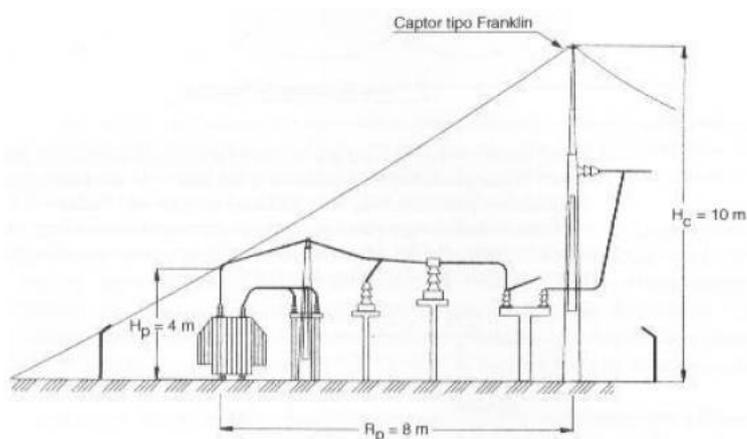
São três métodos (FILHO, 2010) de proteção contra descargas atmosféricas:

- Método de Franklin – adotado para uma determinada altura da construção não superior a 20m, consiste em determinar o volume de proteção por um cone, cujo ângulo da geratriz com a vertical varia segundo o nível de proteção desejado;
- Método de Faraday – Indicado para edificações não tão altas e com grande distribuição horizontal, consiste em envolver a parte superior com uma malha captora de condutores elétricos nus;
- Método Eletrogeométrico – adotado para estruturas com grande altura e formas arquitetônicas complexas, conhecido como método da esfera rolante, baseado na delimitação do volume de proteção dos captores, podendo ser utilizadas hastes e cabos ou mesmo uma combinação dos dois, ilustrado na figura(12);



fonte: (FILHO, 2010)

Figura 11 – Elementos de um SPDA



fonte: (FILHO, 2010)

Figura 12 – Proteção contra descargas atmosféricas em SE com método eletrogeométrico

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período do estágio foram realizadas diversas atividades relacionadas à construção da SE, a seguir apresentaremos todas as etapas minuciosamente.

3.1 Análise de projeto

Para conhecimento da obra de construção da SE Rio Tinto II 69kV, foi apresentado o memorial descritivo do projeto aprovado pela Energisa com todas as plantas em Auto CAD® do projeto elétrico, civil e eletromecânico. A configuração da SE tem uma estrutura moderna que evidencia a proteção do sistema elétrico nela instalado, de modo a garantir segurança e confiabilidade. A primeira planta analisada foi EPB-A1-RTT-SE-1000, onde descreve o diagrama unifilar principal da SE ilustrado na figura (13) com suas respectivas gaiola de 69kV ilustrado na figura (14), transformação ilustrado na figura (15) e 13,8kV ilustrado na figura (16). A partir desta planta foi possível conhecer a divisão da SE e a distribuição dela na área destinada à construção.

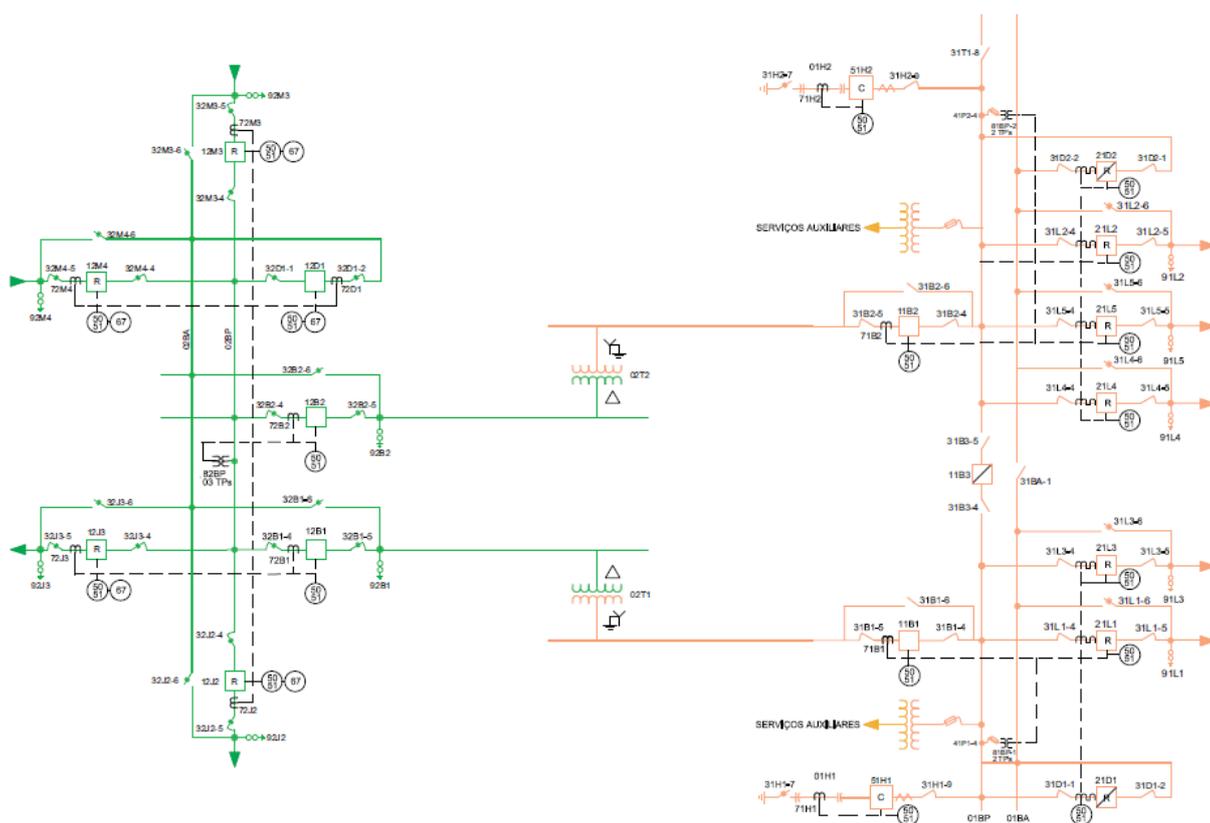
As demais plantas foram todas verificadas para conhecer os serviços que estavam sendo executados por todas as equipes no canteiro da obra, desde a construção civil até os equipamentos elétricos, uma vez que todas as dúvidas que surgiam na leitura dos projetos pelos executores deveriam ser resolvidas pela supervisão e estagiário.

3.1.1 Barramento principal e barramento de transferência

A configuração da instalação da SE Rio Tinto II 69kV para as gaiolas de 69kV e 13,8kV são constituídas de dois barramentos, o barramento principal onde as cargas são interligadas e barramento de transferência que fica como reserva para qualquer eventualidade, esse arranjo da SE permite que haja manutenção em qualquer um dos barramentos sem interrupção do fornecimento de energia aos clientes, podendo ser identificado no diagrama unifilar das figuras (13), (14) e (16).

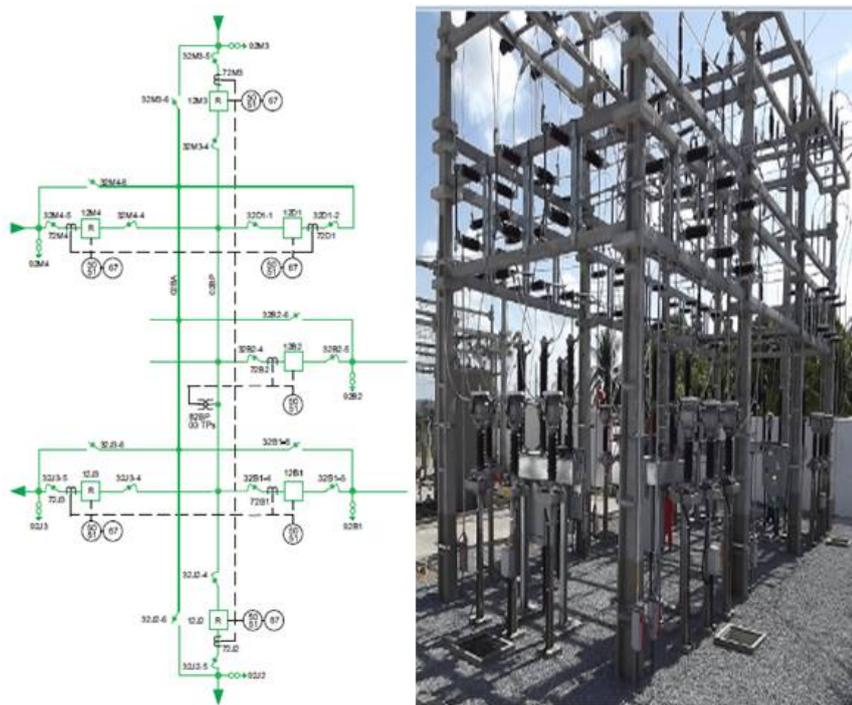
3.2 Projeto de painel metálico

Os disjuntores de 69kv e 15kV não comportavam os relés de proteção na sua estrutura, havendo necessidade de projetar uma estrutura metálica para instalá-los, foi elaborado um desenho em papel milimetrado com o modelo dos painéis metálicos com todas as dimensões dos relés para serem confeccionados na metalúrgica. A figura (17) ilustra os modelo dos painéis projetados.



fonte: (PARAÍBA, 2013)

Figura 13 – Diagrama unifilar SE Rio Tinto II



fonte: própria

Figura 14 – Diagrama unifilar e imagem da gaiola de 69kV

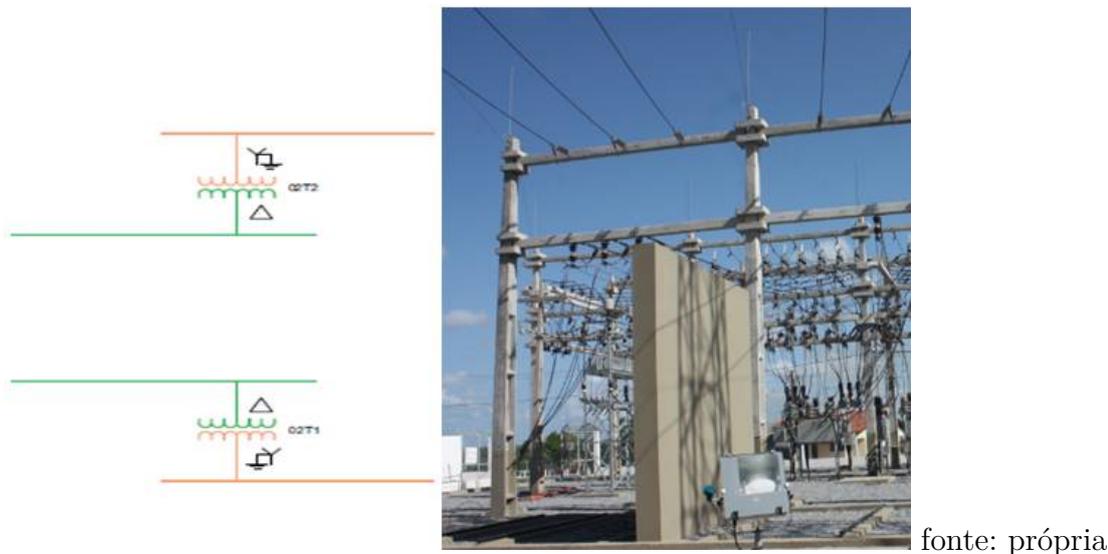


Figura 15 – Diagrama unifilar e imagem da base dos trafos de 69kV

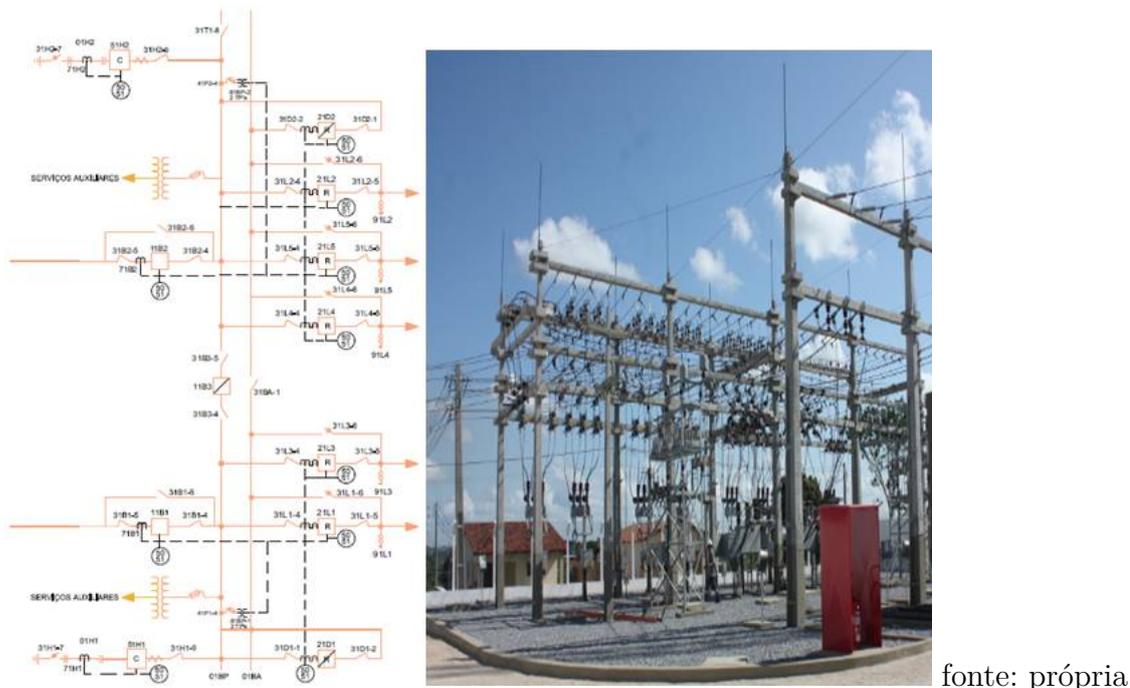


Figura 16 – Diagrama unifilar e imagem da gaiola de 13,8kV

3.3 Listas de material

As plantas foram analisadas e as listas de materiais conferidas para avaliar se estavam coerentes com o projeto, no entanto foram identificados alguns problemas relacionados a materiais necessários para obra que não estavam relacionados, como por exemplo, os materiais do QDCA e QDCC, conforme figura(18). Após isso foi feita a relação de todos os materiais em falta para a solicitação de compra e montagem.



fonte: própria

Figura 17 – Painéis metálicos de 15kV e 69kV



fonte: própria

Figura 18 – Quadros de distribuição QDCA e QDCC

3.4 Vistorias do canteiro de obras

Uma das atividades mais importantes do estágio foi a realização de vistorias ao canteiro de obras da SE, uma vez que o engenheiro tem a responsabilidade de gerenciar

todas as pessoas envolvidas na construção, garantir a perfeita execução do projeto, cobrar utilização dos procedimentos de segurança e evitar desperdício de material e mão de obra. Diversas etapas da construção foram acompanhadas passo-a-passo com intuito de contribuir para uma perfeita execução dos serviços, como instalação do banco de capacitores de 15kV ilustrado na figura (19), construção da base dos transformadores e casa de comando ilustrado na figura (20).

Os itens de segurança da SE também foram vistoriados, tais como: caixa de brita com 20cm para garantir um maior isolamento diminuindo os riscos com a tensão de toque e tensão de passo e o SPDA que foi adotado o modelo Eletrogeométrico, com hastes fixadas no topo das gaiolas de 69kV e 13,8kV e dois cabos para proteger os bancos de capacitores ilustrado na figura (21).



fonte: própria

Figura 19 – Banco de capacitor 15kV

As vistorias também contribuíram para solução de problemas na execução da obra, como por exemplo: o painel do relé de 15 kV conforme projeto não havia espaço físico para instalação, então o supervisor o estagiário e o técnico da concessionária analisaram cada situação possível até encontrar a melhor solução obedecendo critérios técnicos e físicos. A caixa de óleo dos transformadores estava localizada numa posição que não era possível sua instalação, pois coincidia com a fossa séptica e a estrutura do banco de capacitores, daí foi necessária sua realocação ilustrado na figura (22).



fonte: própria

Figura 20 – Construção da base dos transformadores e casa de comando



fonte: própria

Figura 21 – Proteção SPDA com método eletrogeométrico adotado na SE Rio Tinto II



fonte: própria

Figura 22 – Caixa de óleo e fossa séptica

4 CONCLUSÃO

Este estágio deu oportunidade de aplicar diversos conceitos adquiridos na formação da graduação em engenharia elétrica e ampliar esses conhecimentos, assim como despertou a habilidade de encarar os problemas relativos à função e encontrar as soluções. Também foi possível agregar valores pessoais, obtidos através de contatos com diversos profissionais nas mais variadas funções, que não mediram esforços em compartilhar seus conhecimentos.

A maior dificuldade encontrada durante o estágio foi a falta de atividades práticas e visitas técnicas no decorrer do curso, tendo em vista que o aluno é preparado com conhecimentos teóricos, mas falta um equilíbrio com as atividades de campo que demonstrem o trabalho que será exercido na vida profissional.

Assim, o acompanhamento da obra da subestação da SE Rio Tinto II 69kV serviu para demonstrar o dinamismo da profissão de engenheiro, onde se exige uma enorme variedade de conhecimentos, variando desde gerenciamento de pessoas, atividades técnicas, controle de material e conhecimentos sobre construção. Exigindo assim, que o profissional esteja sempre se qualificando e inovando suas ações e pensamentos para poder acompanhar as necessidades do mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. *NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 16.

ABNT. *NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Citado na página 20.

ABNT. *NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas*. Citado na página 21.

EPB. *NORMA DE TRANSMISSÃO UNIFICADA - NTU 05*. Citado na página 11.

EPB. *Rotina de operação 005*. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.

FILHO, J. M. *Instalações Elétricas Industriais*. [S.l.]: Ed.8, 2010. Citado 9 vezes nas páginas 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

PARAÍBA, E. *Projeto elétrico SE Rio Tinto II 69 kV*. 2013. Planta: DE-A1-RTT-PB-1001-Model. Citado na página 24.

PEREIRA, E. *Prener Comércio de materiais elétricos LTDA*. 2014. Site: prener.com.br. Acessado em 25/01/2014. Citado na página 9.

PERNAMBUCO, G. site: <http://www.secopa.pe.gov.br/pt/noticias/ultimas/62/subestao-arena-inaugurada>. 2014. Acessado em 05/02/2014. Citado na página 13.