



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RODRIGO ABUD LESSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Maio de 2014

RODRIGO ABUD LESSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2014

RODRIGO ABUD LESSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à toda minha família.

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, Rossana, e meu Pai, Ricardo por ter se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

A Secretária Adail, o Secretário Tchaikovsky e ao Coordenador Damásio Fernandes, pelos incentivos e apoios constantes.

Agradeço a JPW Engenharia, em especial Marcos A. Alves e Marilda C. Alves, por todo o conhecimento e aprendizado transmitido durante o tempo transcorrido para a realização deste trabalho.

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

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

“Nenhuma grande descoberta foi feita jamais sem palpite ousado.”
Isacc Newton

RESUMO

O presente relatório tem por finalidade descrever as atividades realizadas durante o estágio integrado na empresa JPW Engenharia LTDA, empresa que fornece serviços de consultorias técnicas, elaboração e execução de projetos, montagem e manutenção em instalações industriais, subestações, usinas de geração de energia e linhas de transmissão. O estágio foi realizado na obra de ampliação da subestação Teresina II, localizado na cidade de Teresina - PI, no povoado do Junco. As atividades foram realizadas no período de 01 de novembro de 2013 a 01 de abril de 2014. A obra era um consorcio da WEG, com o fornecimento dos equipamentos e da JPW na construção e montagem da ampliação da subestação, tendo como cliente final a Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco (Chesf). Sob supervisão dos Engenheiros Marcos Antonio Alves e Juarez Castro, foram realizadas atividades de planejamento, supervisão, coordenação e execução dos projetos e serviços da obra, nos serviços de escavação, concretagem, montagens eletromecânicas, lançamentos de cabos, gerenciamento e controle do efetivo da obra.

Palavras-chave: Estágio, Subestação, Construção, Montagem, Teresina II, JPW.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Subestação 69/13,8 kV - 1x5/6,25 MVA.....	18
Figura 2 Lista de Documentos Civil - LDCV.....	21
Figura 3 - Lista de Documentos Eletromecânicos - LDEM	22
Figura 4 - Legenda do endereçamento dos cabos.....	24
Figura 5 - Parte do diagrama de interligação do painel 5UABZ1.	25
Figura 6 - Lançamento dos cabos do SDMPCCS e preparação das bobinas de cabos para serem colocadas nos cavaletes.....	26
Figura 7 - Cabos sendo direcionado para o seu painel de origem/destino no interior da cabana de relé de 500 kV.....	26
Figura 8 - Local de fixação da chapa de metal no piso do painel e em detalhe a chapa com os prensa cabo fixados.....	27
Figura 9 - Detalhe da recolocação da TAG que estava na ponta do cabo para perto do prensa cabo para agilizar a realização do Passo 2.	28
Figura 10 - Funcionário realizando a solda do "rabicho de terra" e a "ponta de lápis".	29
Figura 11 - Cabos dos painéis após serem desencapados, penteados, soldado os "rabichos de terra" e terem feito a "ponta de lápis".	29
Figura 12 - Início da laboração do chicote; os cabos estão sendo separados e presos de modo a formar um caminho, resistente e rígido, em direção a parte traseira do painel e em detalhe a identificação pé de cabo.	30
Figura 13 - Chicote do painel realizado com perfeição e em detalhe os rabichos de terra conectados a barra de cobre do aterramento do painel que esta conectada ao aterramento da cabana de relé.....	31
Figura 14 - Início da distribuição das veias para os bornes e régua. Os cabos são distribuídos de modo a ter uma sobra para uma eventual mudança de local do borne ou régua.....	32
Figura 15 - Vista da parte traseira do painel com todas as veias distribuídas de acordo com os diagramas de interligação que estão fixados na parte interna da porta.	33
Figura 16 - Detalhes das anilhas colocadas nas veias dos cabos e conectadas aos bornes. Quando o cabo esta conectado ao borne isso indica que o mesmo já foi conferido pela fiscalização e batido o ponto-a-ponto.....	34
Figura 17 - Painel após ser realizado todos os passos e esperando para ser batido o ponto-a-ponto.....	34
Figura 18 - Desenho do arranjo físico - corte do setor de 230 kV. A CS vertical é utilizada como <i>By Pass</i>	36
Figura 19 - Chave Seccionadora Vertical com identificação da viga VM202, dos contatos fixo e móvel, mostrando como a chave seccionadora ficaria se ocorresse o fechamento correto entre os contatos.....	37
Figura 20 - Detalhamento do erro encontrado no momento da instalação da CS semi-pantográfica vertical. Havia uma distância de 40 cm entre os contatos fixo e móvel.	37
Figura 21 - Detalhe da substituição dos parafusos de fixação do contato fixo por tirantes, para tentar atenuar a distância entre os contatos fixo e móvel.....	38
Figura 22 - Demonstração do efeito de pendulo que poderia surgir no contato fixo devido a substituição dos parafusos de fixação por tirantes.....	38
Figura 23 - Vista superior da cantoneira "U" de ferro galvanizado, com a mesma espessura e largura da estrutura metálica VM202, utilizada para fazer o prolongamento da estrutura metálica VM202 da CS vertical.	39
Figura 24 - Vista superior da chapa de ferro galvanizado, criada para unir a cantoneira "U" à estrutura metálica VM202 da CS vertical..... Erro! Indicador não definido.	
Figura 25 - Peça criada para adaptação completa e montada no chão para registro fotográfico.	40
Figura 26 - Detalhe interno da fixação da peça criada (cantoneira "U" e chapa de união) à peça de conexão do pólo da CS vertical.	40
Figura 27 - Vista lateral da peça criada para o prolongamento do pólo da estrutura metálica VM202 da CS vertical instalada no pólo da estrutura.	40
Figura 28 - Vista lateral da adaptação e o pólo da CS vertical instalados. ... Erro! Indicador não definido.	
Figura 30 - Realização do fechamento do contato móvel com o contato fixo, obtendo uma conexão aceitável entre os mesmos.	41
Figura 29 - Fotografia da CS vertical aberta após a conclusão da adaptação. A adaptação não teve uma nenhuma agressão visual a estrutura metálica de suporte e nem ao conjunto da obra.....	41

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	A empresa	11
3	Embasamento Teórico.....	12
3.1	Subestações	12
3.2	Etapas para Construção de uma Subestação.....	13
3.2.1	Planejamento Ambiental da Contratada.....	13
3.2.2	Mobilização de Canteiros e Alojamentos.....	13
3.2.3	Estradas de Acesso.....	14
3.2.4	Obras Civas.....	14
3.2.5	Montagem Eletromecânica.....	15
3.2.6	Revisão Final e Comissionamento	15
3.2.7	Desmobilização de Canteiros e Alojamentos	15
3.3	Sistema Digital de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão (SDMPCCS).....	15
4	O estágio	18
4.1	Atividades realizadas na SE Teresina II.....	20
4.1.1	Organização, Revisão e Atualização dos Projetos da SE TSD.....	20
4.1.2	Lançamento dos Cabos de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisório da SE TSD.....	23
4.1.3	Montagem e adaptação da chave seccionadora semi-pantográfica vertical de 245 kV da WEG	35
5	Considerações Finais.....	42
	Bibliografia.....	43

1 INTRODUÇÃO

A finalidade do estágio integrado do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) é a complementação curricular, aproximando o acadêmico à realidade do ambiente de trabalho de uma empresa, proporcionando, desta forma, a utilização prática de toda a teoria exposta em sala de aula, motivando o espírito de trabalho em uma equipe.

Este trabalho relata a experiência e atividades desenvolvidas pelo autor durante a execução de seu Estágio Curricular Integrado. O estágio foi realizado na empresa JPW Engenharia LTDA, em duas unidades: na sede da empresa em Recife, Pernambuco; e na obra da ampliação da Subestação (SE) Teresina II (TSD), localizado na cidade de Teresina, Piauí, no povoado do Junco. As atividades desempenhadas foram supervisionadas pelos engenheiros eletricitas Marcos Antonio Alves e Juarez Castro.

Os trabalhos executados tiveram ênfase na revisão e execução dos projetos das diversas áreas da engenharia. Foram desempenhadas atividades de planejamento e execução da obra, supervisionando e acompanhando as diversas etapas e atividades. Dentre elas, destacam-se:

- i. Organização, atualização e revisão dos projetos e cronogramas da obra da ampliação da SE TSD.
- ii. Supervisão do lançamento dos cabos do Sistema Digital de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisório (MPCCS) e montagem dos painéis, caixas de distribuição e cabeamento dos equipamentos da SE TSD.
- iii. Supervisão da montagem eletromecânica de vários equipamentos e barramentos da subestação SE TSD.
- iv. Acompanhamento das medições de obras, fiscalização da obra, coordenação de equipes em trabalhos de campo e reuniões gerenciais da SE TSD.
- v. Supervisão do lançamento do cabo 240 mm de média tensão do transformador (500/230/13,8 kV - 100 MVA) para o cubículo de fechamento de delta.

2 A EMPRESA

A empresa JPW Engenharia Elétrica LTDA, é uma empresa formada por engenheiros e técnicos especializados atuando no mercado nacional desde 1987. Com sede própria na Rua Dr. George William Butler, nº 125, ParqTel, Curado, Recife, Pernambuco, dispõe de infraestrutura adequada à prestação de serviços técnicos atendendo os padrões estabelecidos em normas. Ao longo de 26 anos de serviços prestados a empresa se destaca no âmbito de elaboração e execução de projetos de subestações, usinas de geração de energia e linhas de transmissão. A JPW possui, também, uma metalúrgica para a fabricação de painéis elétricos, cubículos de média tensão e estruturas metálicas, tornando-a uma empresa capaz de atender vários seguimentos da engenharia elétrica.

A JPW tem como pilares a excelência e ética na realização das suas atividades e adota o programa de eficiência 5S. O Programa 5S é assim chamado devido à primeira letra de 5 palavras japonesas: *Seiri* (Utilização), *Seiton* (Ordenação), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Higiene) e *Shitsuke* (Autodisciplina). O programa tem como objetivo mobilizar, motivar e conscientizar toda a empresa para a qualidade total, através da organização e da disciplina no local de trabalho. A metodologia possibilita desenvolver um planejamento sistemático permitindo de imediato maior produtividade, segurança, clima organizacional e motivação dos funcionários, com conseqüente melhoria da competitividade organizacional.

Em consórcio com a WEG Equipamentos LTDA, a empresa foi contratada pela Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco - Chesf para a execução do projeto de ampliação da subestação Teresina II (500/230/13,8 kV - 900 MVA).

No contrato foi determinado que a JPW seria responsável pelos serviços de topografia, obras civis, montagem eletromecânica e suporte ao pessoal de comissionamento. A WEG tem o dever de fornecer os equipamentos e o pessoal para realizar o comissionamento e supervisão.

Este relatório de estágio integrado é iniciado com uma revisão sobre subestações e sobre o sistema digital de medição, proteção, comando, controle e supervisão.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 SUBESTAÇÕES

Pode-se definir uma subestação como um conjunto de equipamentos de manobra, transformação, proteção, regulação de tensão e/ou compensação de reativos, capaz de dirigir o fluxo de energia elétrica em um sistema de potência e aumentar sua confiabilidade, fornecendo rotas alternativas para este fluxo, garantindo proteção eficaz contra todos os defeitos aos quais o sistema está exposto e isolamento dos trechos onde ocorrem estes defeitos.

As subestações podem ser classificadas levando-se em consideração sua função e seu tipo de instalação. De acordo com sua função podem ser classificadas como:

- **Subestações Transformadoras:** transformam a tensão de entrada para outros níveis de tensão. Podem ser subestações elevadoras ou abaixadoras.
- **Subestações Seccionadoras, Manobra ou Chaveamento:** são subestações que interligam circuitos de uma mesma classe de tensão, permitindo sua multiplicação, manobra e seccionamento de trechos específicos.

As Subestações (SE) também podem ser classificadas quanto ao modo de instalação dos equipamentos em relação ao meio ambiente:

- **Subestação Externa:** são subestações em que os equipamentos são instalados ao ar livre e estão sujeitos as intempéries atmosféricas, como por exemplo: chuva, raios, poluição e ventos.
- **Subestações Abrigada ou Interna:** São subestações no qual os equipamentos são instalados ao abrigo do tempo, sendo este abrigo uma edificação ou uma câmara subterrânea.

3.2 ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA SUBESTAÇÃO

O processo de projeto e construção de um SE de energia elétrica é complexo e subdividido em diversas etapas. A fim de balizar os procedimentos necessários para execução destas tarefas, a Eletrobrás e o Ministério de Minas e Energia definiram uma série de etapas necessárias para a alocação e construção de uma subestação, destacadas a seguir.

3.2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA CONTRATADA

Criação da Gerência Ambiental da Contratada na obra, seguida da elaboração e apresentação dos seguintes documentos à Fiscalização do Empreendedor, antes do início dos serviços de construção:

- Análise Crítica dos documentos, normas ambientais e de suas consequências para execução dos serviços;
- Plano de Gestão Ambiental;
- Evidências do atendimento as Normas Reguladoras (NR) do Ministério do Trabalho.

3.2.2 MOBILIZAÇÃO DE CANTEIROS E ALOJAMENTOS

Documentação: Elaboração e apresentação, para aprovação da Fiscalização do Empreendedor, antes do início dos serviços de construção, dos projetos das instalações provisórias de canteiros e alojamentos, contendo sua localização e detalhamento.

Preparo da Área: Preparação da área onde se localizarão os canteiro e alojamentos.

Supressão da Vegetação: Limpeza das áreas onde se localizarão os canteiros de obras e alojamentos.

Terraplanagem: Terraplanagem, quando necessária e autorizada pela Fiscalização do Empreendedor, das áreas para instalação dos canteiros de obra e alojamentos, em acordo com as especificações ambientais.

Drenagem Pluvial: Execução de obras de drenagem de águas pluviais nas áreas dos canteiros e alojamentos, em acordo com as especificações ambientais.

Instalações de atendimento médico e segurança: Implantação de salas destinadas aos inspetores de segurança e de ambulatórios médicos, devidamente equipados, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra.

Instalações para repouso: Implantação de alojamentos mobiliados e equipados, compostos no mínimo de dormitórios, sanitários e área de lazer, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra.

Instalação para Alimentação: Implantação de refeitórios e cozinhas, com uso de materiais adequados e devidamente equipados, para atendimento à totalidade dos trabalhadores da obra.

Instalações para Abastecimento de Água: Instalação de sistema de abastecimento de água adequados nos canteiros e alojamentos.

Instalações de Esgotamento Sanitários: Instalação de sistema de esgotamento sanitário adequados nos canteiros e alojamentos.

Instalações de proteção contra incêndios: Instalação dos sistemas de combate a incêndio nos canteiros e alojamentos.

3.2.3 ESTRADAS DE ACESSO

Escolha do Traçado e Remoção da Vegetação: Serviços adequados de escolha de traçado e supressão de vegetação para a implantação das vias de acesso às áreas das obras da subestação ou de canteiros, alojamentos, etc.

Cortes, Aterros e Drenagem: Serviços de abertura, terraplanagem e obras de drenagem das vias de acesso às obras da subestação ou outras áreas.

Recuperação das Áreas Degradadas na Construção de Acessos: Serviços de recuperação das áreas degradadas pela construção das vias de acesso à subestação, canteiros e alojamentos.

3.2.4 OBRAS CIVIS

Supressão de Vegetação e Terraplanagem: Serviços de supressão da vegetação para implantação da Subestação.

Utilização/Recuperação de Áreas de Empréstimo e Bota-Fora usadas nos Serviços de Terraplanagem.

Drenagem: Execução de obras de drenagem de águas pluviais dos pátios da subestação de acordo com as especificações ambientais.

Fundações, Estruturas em Concreto e Edificações: Execução de construção das fundações, estruturas de concreto e edificações de acordo com as especificações dos projetos.

3.2.5 MONTAGEM ELETROMECAÂNICA

Montagem de Estruturas e Equipamentos: Levantamento de postes, de estruturas metálicas e montagens dos equipamentos.

Montagem dos Barramentos: Instalação das cadeias, lançamento de cabos e montagem dos Barramentos rígidos.

Aterramento: Execução das valetas para a malha de terra e perfuração dos buracos das hastes, de acordo com as especificações dos projetos.

3.2.6 REVISÃO FINAL E COMISSONAMENTO

Revisão final de toda a obra, com testes e correções das deficiências porventura encontradas, de modo a entregar a Subestação em perfeitas condições de operação.

3.2.7 DESMOBILIZAÇÃO DE CANTEIROS E ALOJAMENTOS

Reintegração à paisagem, ao final da obra, dos locais de canteiros e alojamentos, sem danos ao meio ambiente ou às comunidades adjacentes.

3.3 SISTEMA DIGITAL DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, COMANDO, CONTROLE E SUPERVISÃO

Para que se assegure a transmissão de energia contínua, os elos da geração, transmissão e distribuição tem que estar perfeitamente ligados entre si e em operação. Isto significa que todos os elementos de um sistema de potencia são importantes: um

isolador é tão importante quanto um disjuntor, e o mau funcionamento de um acarretarão o mau funcionamento do sistema como um todo.

Um dos ramos que mais cresce na Engenharia Elétrica de Potência são a Proteção e Controle. A eficiência e velocidade da Proteção e Controle tem sido substancialmente elevadas graças aos Equipamentos Digitais Inteligentes (EDI), que devem atuar para que as faltas sejam rapidamente isoladas e que o sistema seja minimamente afetado.

Os EDI mais importantes aos sistemas de potência são os relés de proteção e as unidades de controle. Em conjunto, protegem não somente contra faltas naturais como também contra erros humanos. De uma maneira similar, o EDI deve garantir controle seguro e confiável incluindo intertravamento, religamento eficiente e manuseio de informações sempre com o intuito de minimizar o efeito de uma perturbação. Proteção duplicada, retaguarda local ou remota pode ser utilizada para melhorar a confiabilidade.

Com a evolução da tecnologia os relés tornaram-se equipamentos digitais versáteis e muito mais seguros que os antigos relés eletromecânicos, que ainda se encontram em operação dentro de algumas subestações de energia. De maneira a aperfeiçoar a confiabilidade e segurança para a máxima confiança da rede é necessário que se projete, selecione as EDI para cada tipo de falta, aplicação e condições operacionais.

O Sistema Digital de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisório (SDMPCCS) é composto dos seguintes níveis hierárquicos e componentes principais:

- **Nível 0** - É considerado o nível de campo, onde se encontram propriamente os equipamentos, por exemplo chaves seccionadoras, disjuntores, reatores, transformadores e outros equipamentos da subestação.
- **Nível 1** - São os equipamentos que irão controlar e monitorar os equipamentos no Nível 0. Podem-se listar os relés de controle, proteção e supervisão e os CLP, que tem a função de receber os dados do Nível 0, enviar comandos ao Nível 0, encaminhar e receber informações do Nível 2, além de realizar intertravamentos.
- **Nível 2** - Nível relativo à operação da subestação. O Nível 2 é responsável pelo monitoramento e controle da subestação sem a

necessidade de se deixar a sala de controle. Todas as informações necessárias aos centros remotos de operação são disponibilizadas a partir do Nível 2, bem como o encaminhamento dos comandos do centro remoto ao Nível 1.

- **Nível 3** - Nível de supervisão e controle remoto externo á subestação, como é o Centro de Operação Regional (COR), Centro de Operação Superior (COS), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Através de equipamentos de telecomunicações os dados da subestação são enviados aos centros remotos de operação e controle fazendo assim com que os dados de diversas subestações de uma região possam ser agregados a um único sistema de supervisão e controle.

Fisicamente, a arquitetura do subsistema de interface com o processo do SDMPCCS utiliza Unidades Autônomas (UA), distribuídas e instaladas na casa de comando, executando as funções de medição operacional, proteção, comando, controle (intertravamentos e automatismos), registro de perturbação, sequência de eventos, supervisão e comunicação com o subsistema de Interface Homem Máquina (IHM).

O sistema digital que se encontra na maioria das SE utiliza uma rede Ethernet redundante em fibra óptica para interligação entre todos os Equipamentos Digitais Inteligentes (IED) integrantes do mesmo, e deverá se comunicar com o Nível 2 (subsistema de IHM) através de switches com entradas, obrigatoriamente, em fibras ópticas, utilizando o protocolo IEC 61850.

4 O ESTÁGIO

Inicialmente, a fim de proporcionar a familiarização com as atividades realizadas pela JPW, o estagiário realizou visitas a obras em execução, bem como à fábrica de painéis elétricos que fica no anexo à sede da empresa.

A primeira visita se deu a SE 69/13,8 kV - 1x5/6,25 MVA localizada na fábrica da Tramontina em Recife, que já se encontrava em fase de acabamento. É uma SE de pequeno porte e compacta como visto na Figura 1. Devido a cláusulas contratuais, não será possível entrar em detalhes acerca desta obra no escopo deste trabalho.



Figura 1- Fotografia da fachada externa da SE Tramontina (69/13,8 kV - 1x5/6,25 MVA).

Em seguida o estagiário visitou a sede da Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco (CHESF), onde está sendo construída uma nova subestação abrigada 13.800/380/220 V - 2x1.500 kVA. Nesta ocasião foi realizada a revisão dos projetos elétricos e acompanhamento das obras civis por 10 dias, o que incluiu escavação das bases, escavação e colocação da tubulação de média e baixa tensão e fibra óptica.

Após este período de aprendizado, foi designado o deslocamento do estagiário para Teresina, Piauí, para acompanhar a ampliação da Subestação Teresina II (TSD) 500/230/13,8 kV - 900 MVA que já se encontrava em andamento. Na SE TSD o

estagiário desempenhou atividades de planejamento e execução da obra, supervisionando, coordenando e executando diversas atividades, como exemplo:

- i. Organização, atualização e revisão dos projetos e cronogramas da obra da ampliação da SE TSD;
- ii. Supervisão, coordenação e execução do lançamento dos cabos do Sistema Digital de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisório (SDMPCCS);
- iii. Supervisão, coordenação e execução do cabeamento de painéis, caixas de distribuição/interligação e equipamentos;
- iv. Supervisão, coordenação e execução das montagens eletromecânicas de chaves seccionadoras, disjuntores, transformadores de potencial e corrente, para-raios, barramentos rígidos/flexíveis e painéis da subestação SE TSD;
- v. Supervisão do lançamento do cabo 240 mm de média tensão do transformador (500/230/13,8 kV - 100 MVA) para o cubículo de fechamento de delta;
- vi. Acompanhamento das medições de obras, fiscalização da obra, coordenação de equipes em trabalhos de campo e reuniões gerenciais da SE TSD;
- vii. Supervisão, coordenação e execução da drenagem do talude da ampliação da SE TSD;
- viii. Supervisão e coordenação da construção das paredes corta fogo dos transformadores e reatores da SE TSD.

Foram selecionadas 3 atividades para serem abordadas com uma maior riqueza de detalhes. As atividades foram escolhidas por se tratar de atividades rotineiras na execução de obras e atividade que pode ocorrer em outras obras, podendo servir de guia para outros estagiários e profissionais. As atividades selecionadas foram:

- i. Organização, atualização e revisão dos projetos e cronogramas da obra da ampliação da SE TSD;

- ii. Lançamento dos cabos do Sistema Digital de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisório (SDMPCCS);
- iii. Montagem e adaptação da chave seccionadora semi-pantográfica vertical de 245 kV da WEG.

4.1 ATIVIDADES REALIZADAS NA SE TERESINA II

4.1.1 ORGANIZAÇÃO, REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS PROJETOS DA SE TSD

A primeira atividade desenvolvida na SE TSD foi a organização, revisão e atualização dos projetos civil e eletromecânico. O contrato da obra visa o projeto, construção e montagem de um novo *bay* de 500 kV e um novo *bay* de 230 kV. No âmbito desta obra o estagiário desempenhou, durante 5 meses, a organização de todos os projetos da ampliação da SE TSD, bem como a atualização e a revisão, de alguns projetos.

O estagiário organizou os projetos através da Lista de Documentos (LD), que era atualizada a cada semana, pela sede, na qual consta numeração do desenho, descrição (título), número da (título), número da revisão, numeração da Guia de Remessa de Documentação - ordem de controle da CHESF, data de envio a CHESF, propósito e situação. Há duas LD padrões de todas as obras que abrangem atividades da civil e eletromecânica, são elas: Lista de padrões de todas as obras que abrangem atividades da civil e eletromecânica, são elas: Lista de Documentos Civil (LDCV) e Lista de Documentos Eletromecânica (LDEM). Na LDCV constam

Na LDCV constam todos os desenhos do projeto civil, memória de cálculo e desenhos de alguns de alguns fornecedores de materiais, como pode ser observado na Figura 2. Na LDEM constam todos os desenhos eletromecânicos, lista de materiais (LM) e desenhos de alguns fornecedores de materiais como podem ser observado na

LISTA DE DESENHOS - ELETROMECÂNICOS							
ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIO	ROPOSIT	SITUAÇÃO
48							
49							
50	JPW-TSD-DE-EM-037	ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE RELES 500 KV	0	GRD-TSD-015/2013	25/02/2013	PA	AP-CE-DEPS-232-13/03/2013
51	JPW-TSD-DE-EM-038	CUBICULO BLINDADO DE 24KV DESTINADO A FORMAÇÃO DO DELTA DOS TERCIARIOS DO 3º BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES 500/230-13.8KV	1	GRD-TSD-065/2013	07/10/2013	PA	NAP-CE-DEPS-984-11/10/2013
52	JPW-TSD-DE-EM-039	LIVRE					
53	JPW-TSD-DE-EM-040	SISTEMA DE ATERRAMENTO DA CASA DE RELES - SETOR 500KV - PLANTA E DETALHES.	0	GRD-TSD-061/2013	24/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-907-24/09/2013
54	JPW-TSD-DE-EM-041	DETALHES DE INSTALAÇÃO - AUTOTRANSFORMADOR REGULADOR MONOFÁSICO 500/230/13.8KV - 100MVA	0	GRD-TSD-064/2013	30/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-1042-28/10/2013
55		LISTA DE MATERIAIS					
56	JPW-TSD-LM-EM-001	LISTA DE MATERIAIS DE BARRAMENTO E BLINDAGEM - SETOR 500 KV	3	GRD-TSD-073/2013	02/12/2013	PA	
57	JPW-TSD-LM-EM-002	LISTA DE MATERIAIS DE BARRAMENTO E BLINDAGEM - SETOR 230 KV	1	GRD-TSD-035/2013	18/04/2013	PA	
58	JPW-TSD-LM-EM-003	LISTA DE MATERIAIS DE MALHA DE TERRA - SETORES 500 / 230 KV	0	GRD-TSD-001/2013	23/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-064-24/01/2013
59	JPW-TSD-LM-EM-004	LISTA DE ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS - SETORES 500 / 230 KV	0	GRD-TSD-039/2013	29/04/2013	PA	AP-CE-DEPS-471-24/05/2013
60	JPW-TSD-LM-EM-005	LISTA DE MATERIAIS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DO PATIO - SETORES 500 / 230 KV.	0	GRD-TSD-060/2013	16/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-890-29/09/2013
61	JPW-TSD-LM-EM-006	LISTA DE MATERIAIS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE RELES	0	GRD-TSD-015/2013	25/02/2013	PA	AP-CE-DEPS-232-13/03/2013
62	JPW-TSD-LM-EM-007	SETOR 500KV - PLANTA E DETALHES.	0	GRD-TSD-061/2013	19/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-907-24/09/2013
63	JPW-TSD-LM-EM-008	FECHAMENTO DO DELTA DO 3º BANCO DE AUTOTRANSFORMADOR 500/230/13.8 KV- 300 MVA	0	GRD-TSD-065/2013	07/10/2013	PA	AP-CE-DEPS-984-11/10/2013
64	JPW-TSD-LM-EM-040	CANCELADA					
65		DESENHOS MAXXWELD					
66	MBC-150-FE	ABRACADEIRA TIPO UNHA	1	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013
67	MBC-70-FE	ABRACADEIRA TIPO UNHA	1	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013
68	MCTB-29-ITEM 3	CONECTOR DE ATERRAMENTO CABO-BARRA	2	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013

Figura 3 - Lista de Documentos Eletromecânicos - LDEM

LISTA DE DESENHOS - CIVIS						
ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIÓ	SITUAÇÃO
40						
41						
42	JPW-TSD-DE-CV-034	BASE PARA CUBÍCULO FECHAMENTO DO DELTA - FORMA E ARMAÇÃO	0	GRD-TSD-055/2013	19/08/2013	AP-CE-DEAP-590-30/08/2013
43	JPW-TSD-DE-CV-035	BASE PARA PAINEL DE TRANSFERENCIA - FORMA E ARMAÇÃO	0	GRD-TSD-059/2013	10/09/2013	AP-CE-DEAP-644-16/09/2013
44	JPW-TSD-DE-CV-036	LIVRE				
45	JPW-TSD-DE-CV-037	LIVRE				
46	JPW-TSD-DE-CV-038	LIVRE				
47	JPW-TSD-DE-CV-039	LIVRE				
48	JPW-TSD-DE-CV-040	LIVRE				
49	JPW-TSD-DE-CV-041	LIVRE				
50	JPW-TSD-DE-CV-042-#1	CASA DE RELES - PROJETO ESTRUTURAL, LOCAÇÃO, FORMAS E CORTES	1	GRD-TSD-023/2013	20/03/2013	AP-CE-DEAP-210-05/04/2013
51	JPW-TSD-DE-CV-042-#2	CASA DE RELES - PROJETO ESTRUTURAL, FUNDAÇÃO, CINTAS E CORTES	1	GRD-TSD-023/2013	20/03/2013	AP-CE-DEAP-210-05/04/2013
52	JPW-TSD-DE-CV-042-#3	CASA DE RELES - PROJETO ESTRUTURAL, ARMAÇÃO DA COBERTA	1	GRD-TSD-023/2013	20/03/2013	AP-CE-DEAP-210-05/04/2013
53	JPW-TSD-DE-CV-043	PASSADIÇÃO PARA AUTO TRANSFORMADOR - FORMA E ARMAÇÃO	0	GRD-TSD-023/2013	07/05/2013	AP-CE-DEAP-336-16/05/2013
54						
55		MEMORIA DE CALCULO				
56	JPW-TSD-MC-CV-001	MEMÓRIA DE CALCULO DA BASE PARA COLUNA CM -501	0	GRD-TSD-029/2013	26/03/2013	AP-CE-DEAP-207-04/04/2013
57	JPW-TSD-MC-CV-002	MEMORIA DE CALCULO DA BASE PARA COLUNA CM - 505	0	GRD-TSD-048/2013	04/06/2103	AP-CE-DEAP-397-11/06/2013
58	JPW-TSD-MC-CV-004	MEMORIA CALCULO DA BASE PARA REATOR	0	GRD-TSD-014/2013	20/02/2013	AP-CE-DEAP-156-11/03/2013
59	JPW-TSD-MC-CV-005	MEMÓRIA CÁLCULO BASE DO AUTO TRANSFORMADOR	1	GRD-TSD-016/2013	26/02/2013	AP-CE-DEAP-148-05/03/2013
60	JPW-TSD-MC-CV-006	PAREDE CORTA - FOGO DOS REATORES MEMORIA DE CALCULO	0	GRD-TSD-023/2013	20/03/2013	AP-CE-DEAP-210-05/04/2013
61	JPW-TSD-MC-CV-007	MEMÓRIA CÁLCULO PAREDE CORTA FOGO	0	GRD-TSD-010/2013	30/01/2013	AP-CE-DEAP-096-15/02/2013
62	JPW-TSD-MC-CV-009	LIVRE				
63	JPW-TSD-MC-CV-010	MEMORIA CÁLCULO DA BASE PARA DISJUNTOR 500kV	0	GRD-TSD-022/2013	15/03/2013	AP-CE-DEAP-208-04/04/2013
64	JPW-TSD-MC-CV-015	MEMÓRIA CÁLCULO DA BASE PARA DISJUNTOR 230kV	0	GRD-TSD-021/2013	06/03/2013	AP-CE-DEAP-162-12/03/2013
65	JPW-TSD-MC-CV-019	MEMORIA CÁLCULO DA CASA DE RELES	0	GRD-TSD-013/2013	14/02/2013	AP-CE-DEAP-120-20/02/2013
66		DESENHOS MILANO				
67	DE-01-001-017/13	SUPORTE TIPO SPV-M - CHAVE SECCIONADORA SEMI-PANTOGRAFICA VERTICAL SEM LAMINA DE TERRA (WEG)	0	GRD-TSD-011/2013	05/02/2013	AP-CE-DEAP-18/02/2013

Figura 2 Lista de Documentos Civil - LDCV.

LISTA DE DESENHOS - ELETROMECÂNICOS							
ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIO	ROPOSIT	SITUAÇÃO
48							
49							
50	JPW-TSD-DE-EM-037	ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE RELES 500 KV	0	GRD-TSD-015/2013	25/02/2013	PA	AP-CE-DEPS-232-13/03/2013
51	JPW-TSD-DE-EM-038	CUBICULO BLINDADO DE 24KV DESTINADO A FORMAÇÃO DO DELTA DOS TERCIARIOS DO 3º BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES 500/230-13.8KV	1	GRD-TSD-065/2013	07/10/2013	PA	NAP-CE-DEPS-984-11/10/2013
52	JPW-TSD-DE-EM-039	LIVRE					
53	JPW-TSD-DE-EM-040	SISTEMA DE ATERRAMENTO DA CASA DE RELES - SETOR 500KV - PLANTA E DETALHES.	0	GRD-TSD-061/2013	24/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-907-24/09/2013
54	JPW-TSD-DE-EM-041	DETALHES DE INSTALAÇÃO - AUTOTRANSFORMADOR REGULADOR MONOFÁSICO 500/230/13.8KV - 100MVA	0	GRD-TSD-064/2013	30/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-1042-28/10/2013
55		LISTA DE MATERIAIS					
56	JPW-TSD-LM-EM-001	LISTA DE MATERIAIS DE BARRAMENTO E BLINDAGEM - SETOR 500 KV	3	GRD-TSD-073/2013	02/12/2013	PA	
57	JPW-TSD-LM-EM-002	LISTA DE MATERIAIS DE BARRAMENTO E BLINDAGEM - SETOR 230 KV	1	GRD-TSD-035/2013	18/04/2013	PA	
58	JPW-TSD-LM-EM-003	LISTA DE MATERIAIS DE MALHA DE TERRA - SETORES 500 / 230 KV	0	GRD-TSD-001/2013	23/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-064-24/01/2013
59	JPW-TSD-LM-EM-004	LISTA DE ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS - SETORES 500 / 230 KV	0	GRD-TSD-039/2013	29/04/2013	PA	AP-CE-DEPS-471-24/05/2013
60	JPW-TSD-LM-EM-005	LISTA DE MATERIAIS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DO PATIO - SETORES 500 / 230 KV.	0	GRD-TSD-060/2013	16/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-890-29/09/2013
61	JPW-TSD-LM-EM-006	LISTA DE MATERIAIS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE RELES	0	GRD-TSD-015/2013	25/02/2013	PA	AP-CE-DEPS-232-13/03/2013
62	JPW-TSD-LM-EM-007	SETOR 500KV - PLANTA E DETALHES.	0	GRD-TSD-061/2013	19/09/2013	PA	AP-CE-DEPS-907-24/09/2013
63	JPW-TSD-LM-EM-008	FECHAMENTO DO DELTA DO 3º BANCO DE AUTOTRANSFORMADOR 500/230/13.8 KV- 300 MVA	0	GRD-TSD-065/2013	07/10/2013	PA	AP-CE-DEPS-984-11/10/2013
64	JPW-TSD-LM-EM-040	CANCELADA					
65		DESENHOS MAXXWELD					
66	MBC-150-FE	ABRACADEIRA TIPO UNHA	1	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013
67	MBC-70-FE	ABRACADEIRA TIPO UNHA	1	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013
68	MCTB-29-ITEM 3	CONECTOR DE ATERRAMENTO CABO-BARRA	2	GRD-TSD-008/2013	29/01/2013	PA	AP-CE-DEPS-108-01/02/2013

Figura 3 - Lista de Documentos Eletromecânicos - LDEM

4.1.2 LANÇAMENTO DOS CABOS DE MEDIÇÃO, PROTEÇÃO, COMANDO, CONTROLE E SUPERVISÓRIO DA SE TSD

O lançamento dos cabos de medição, proteção, comando, controle e supervisório da ampliação da SE TSD foi realizado de acordo com os diagramas de interligação e listas de cabos, que são projetos de cabeamento e interligação entre painéis, equipamentos, caixas de distribuição e quadros de acionamentos. Os diagramas de interligação contém uma série de informações que são utilizadas para identificação e destino dos cabos.

Os desenhos dos diagramas de interligação são separados por painéis/equipamentos de origem e destino, classe de tensão, régua que contem nos equipamentos/painéis. Nestes diagramas temos a identificação, endereçamento e formação dos cabos, como a referência ao desenho de origem do cabo, equipamento/painel de destino, se há ou não blindagem no cabo, número do cabo (TAG), formação do cabo, número de condutores (veias) reserva, número e destino da veia e o código da régua, este detalhamento pode ser melhor entendido pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**(a) e Figura 4(b) que é a legenda dos desenhos de interligação e lista de cabos. Uma parte do diagrama de interligação do painel 5UABZ1 que foi instalado na ampliação da SE TSD pode ser observado na Figura 5.

O estagiário munido dos diagramas de interligação e listas de cabos preparou a identificação dos cabos (TAG) que deveriam ser lançados no dia. Foram colocadas as informações de origem, destino, número e tipo do cabo em um pedaço de esparadrapo, sempre feito em duplicidade, pois é preciso identificar-se as duas pontas do cabo a ser lançado, e fixado na prancheta do estagiário.

No dia do lançamento dos cabos o estagiário designava quais as bobinas de cabos seriam colocadas nos cavaletes para serem lançados. Como existiam apenas dois cavaletes, o estagiário elegia as bobinas de cabos que seriam encaixadas nos cavaletes através de dois critérios. O primeiro critério utilizado para definir quais bobinas estariam nos cavaletes foi o tipo de cabo que tivesse a maior quantidade de lances; o segundo critério era o destino dos cabos, ou seja, cabos com o mesmo destino tinham preferência. Na Figura 6 observa-se um cabo sendo lançado por uma parte da equipe e a outra parte da equipe preparando a outra bobina de cabo para ser colocado no segundo cavalete, a fim de serem lançados em paralelo.

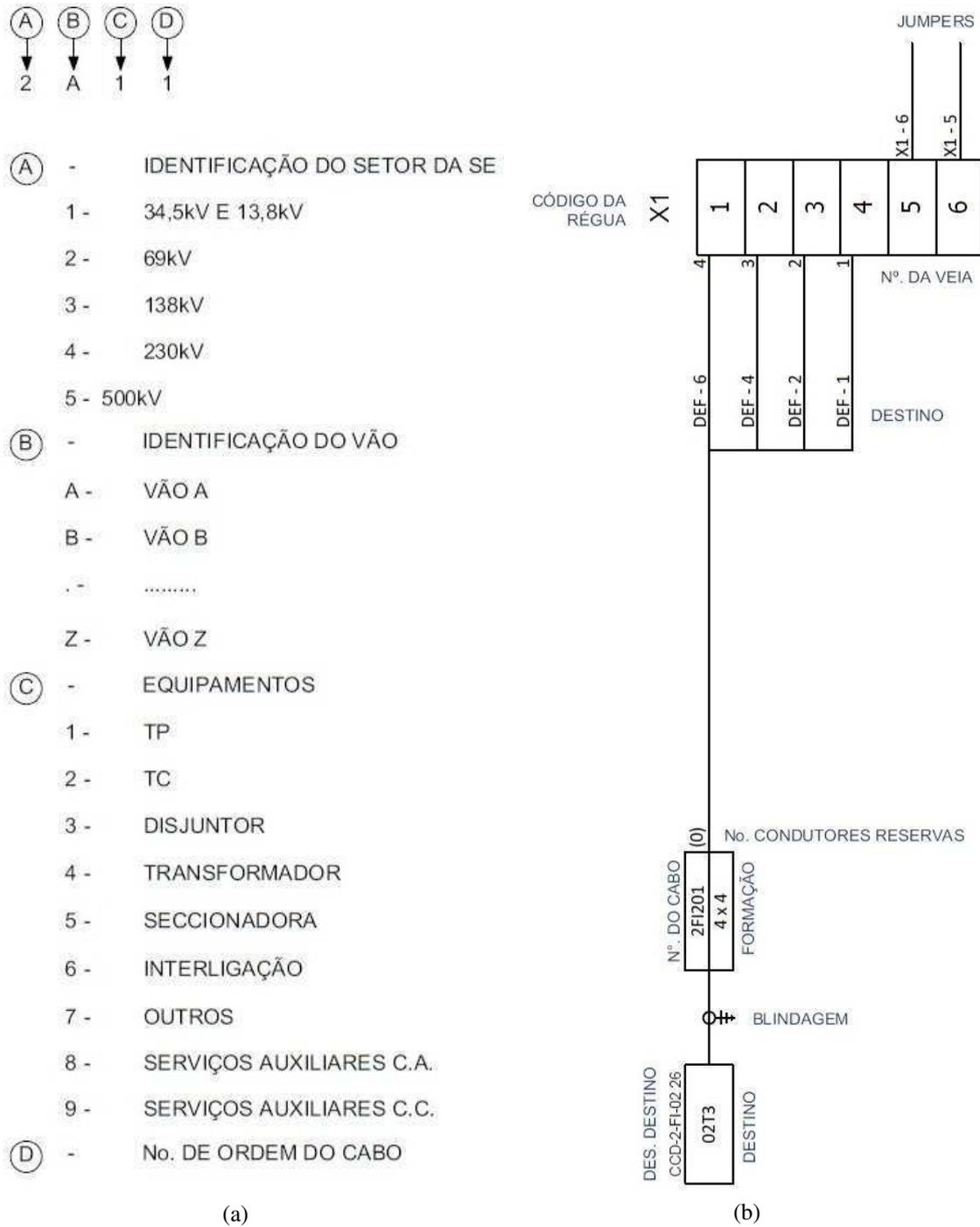


Figura 4 - Legenda do endereçamento dos cabos
 (a) Identificação dos cabos
 (b) Identificação do endereçamento e formação dos cabos.



Figura 6 - Preparação das bobinas de cabos do SDMPCCS para serem colocadas nos cavaletes.

Para que os cabos não sofram avarias durante o lançamento nas canaletas, o estagiário designou um funcionário locado em cada curva para guiar o cabo sem que o mesmo raspasse nas paredes. Após todos os cabos de um determinado painel serem lançados, os mesmos são colocados para dentro da edificação que abriga o painel correspondente. Já dentro da edificação, os cabos são encaminhados para os seus respectivos painéis, conforme pode ser observado pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Em seguida, dá-se início ao cabeamento do painel.



Figura 7 - Cabos sendo direcionado para o seu painel de origem/destino no interior da cabana de relés.

- **Passo 1 - Passagem dos cabos pelos prensa cabo:** o prensa cabo é fixado na chapa de metal do piso do painel, em quantidade equivalente ao número de cabos do painel com mais dez unidades sobressalentes, conforme apresentado na Figura 8. Após a passagem do cabo pelo prensa cabo a TAG é recolocada para perto do prensa cabo, conforme pode ser observado pela Figura 9, a fim de agilizar a realização do próximo passo.



Figura 8 - Local de fixação da chapa de metal no piso do painel.
Em detalhe a chapa com os prensa cabo fixados.



Figura 9 - Detalhe da recolocação da TAG que estava na ponta do cabo para perto do prensa cabo para agilizar a realização do Passo 2.

- **Passo 2 - Desencapar, Pentear, Soldar o "rabicho de terra" e fazer a "ponta de lápis"**: após desencapar e pentear (retirar as ondulações das veias do cabo) cada cabo, foi feito uma cópia da TAG do cabo e colocado no final das veias, o que facilitará a realização do passo 4. Para soldar o "rabicho de terra", que é o fechamento/interligação da blindagem do cabo com o sistema de aterramento do painel/equipamento, é soldado um cabo de 2,5 mm à blindagem do cabo do SDMPCCS. Este cabo de aterramento contém as cores verde e amarelo e é informalmente chamado de "brasileirinho". Após a solda dos "rabichos de terra" é feito a "ponta de lápis" que é o alargamento da circunferência do cabo. Tal procedimento é realizado com fita isolante de autofusão, realizado no ponto de solda do "rabicho de terra" para que o mesmo isole a solda realizada e não escorregue pelo prensa cabo. Este procedimento pode ser observado na Figura 10 e na Figura 11.



Figura 10 - Funcionário realizando a solda do "rabicho de terra" e a "ponta de lápis".

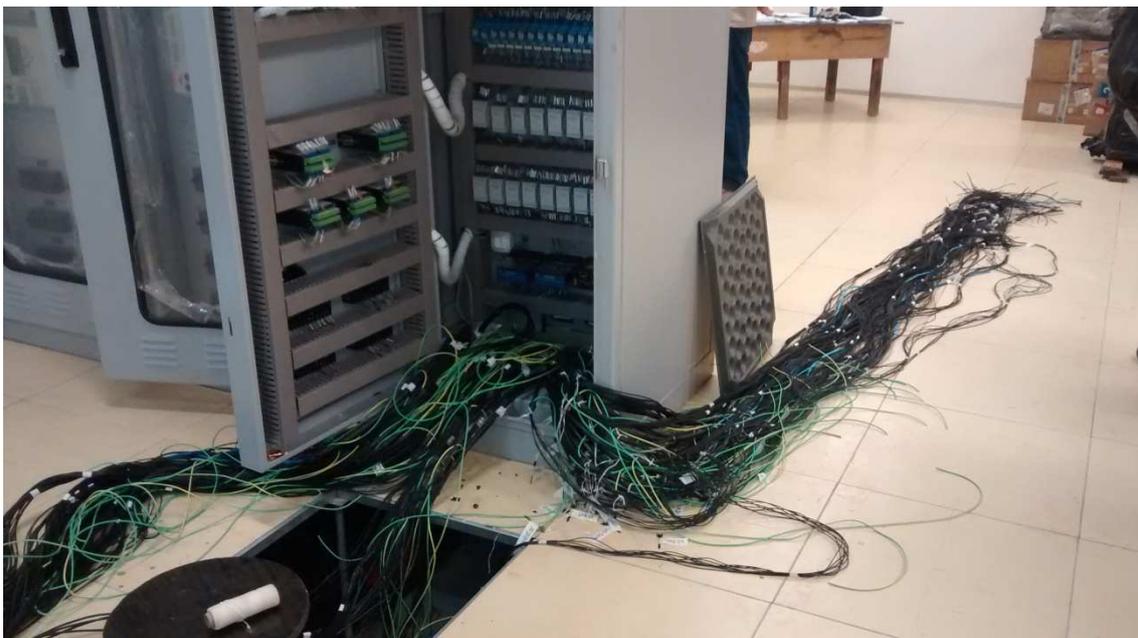


Figura 11 - Cabos dos painéis após serem desencapados, penteados, soldado os "rabichos de terra" e terem feito a "ponta de lápis".

- **Passo 3 - Fazer o chicote:** os cabos são separados da lateral para o centro do painel e presos com presilhas plásticas, fazendo o caminho para a parte traseira do painel, onde se encontram as régua que vão receber as veias dos cabos. É feita novamente um cópia da TAG do cabo que é fixada em uma seta de identificação de plástico e amarrada por um barbante encerado na "ponta de lápis", conforme pode ser observado na Figura 12. Tal identificação é chamada de "identificação pé de cabo", e é realizada para que se conheça qual cabo esta chegando no painel. Na Figura 13 pode ser observado o chicote finalizado e os "rabichos de terra" conectados a barra de cobre do aterramento do painel, que está interligada com o sistema de aterramento da cabana de relé.



Figura 12 - Início da laboração do chicote; os cabos estão sendo separados e presos de modo a formar um caminho, resistente e rígido, em direção a parte traseira do painel e em detalhe a identificação pé de cabo.

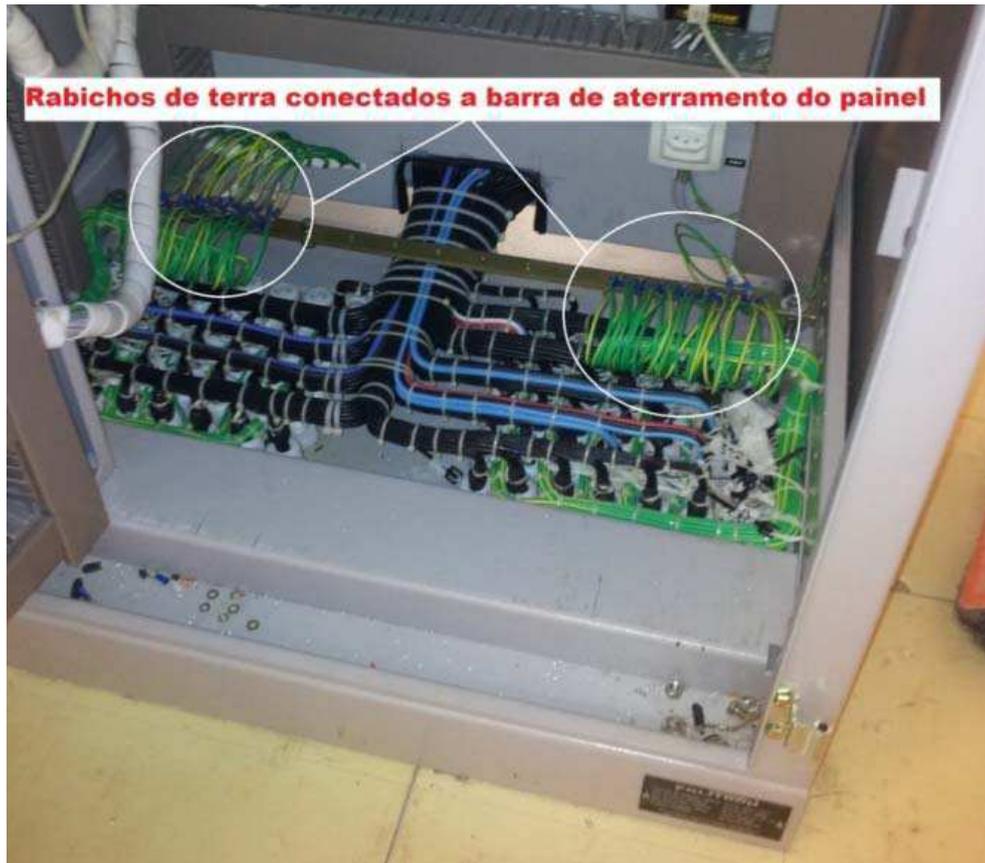


Figura 13 - Chicote do painel realizado com perfeição e em detalhe os rabichos de terra conectados a barra de cobre do aterramento do painel que esta conectada ao aterramento da cabana de relé.

- **Passo 4 - Distribuir as veias para as régua:** as veias são conectada nas régua e bornes, que ficam localizados na parte traseira do painel , de acordo com os diagramas de interligação. A distribuição é realizada de forma a possibilitar uma mudança da posição desta(as) veia(s) em futuras ampliações ou modificações. Para isso é deixada um excesso de cabo que permite a realocação das veias em qualquer parte do painel. O comprimento deste excesso de cabo é aproximadamente a extensão da canaleta de cabo (aproximadamente a altura do painel), como pode-se observar na Figura 14. Na Figura 15 percebe-se que as veias dos cabos foram todas distribuídas de acordo com o especificado pelo diagrama de interligação.



Figura 14 - Início da distribuição das veias para os bornes e régua. Os cabos são distribuídos de modo a ter uma sobra para uma eventual mudança de local do borne ou régua.



Figura 15 - Vista da parte traseira do painel com todas as veias distribuídas de acordo com os diagramas de interligação que estão fixados na parte interna da porta.

- **Passo 5 - Bater Ponto-a-Ponto e Anilhar:** Após a distribuição dos cabos segue-se com a identificação das veias de cada cabo, ou seja, é colocada uma anilha (identificação de plástico, contendo a numeração da veia, inserida em uma luva) em cada veia para saber sua origem, conforme pode ser observado pela Figura 16. Após os dois lados do cabo estarem prontos é realizado o Ponto-a-Ponto, ou seja, a coinferência da continuidade cabo, certificando-se que o cabo está em condição de trabalho. O procedimento para bater o ponto-a-ponto requer dois profissionais, um multímetro e dois rádios comunicadores. Enquanto um profissional curto-circuita dois cabos em uma extremidade, o outro testa a continuidade de ambos com o multímetro, realizando-se a coordenação por meio dos rádios. Na Figura 17, pode ser observado um painel praticamente finalizado, aguardando apenas para ser batido ponto-a-ponto.



Figura 16 - Detalhes das anilhas colocadas nas veias dos cabos.

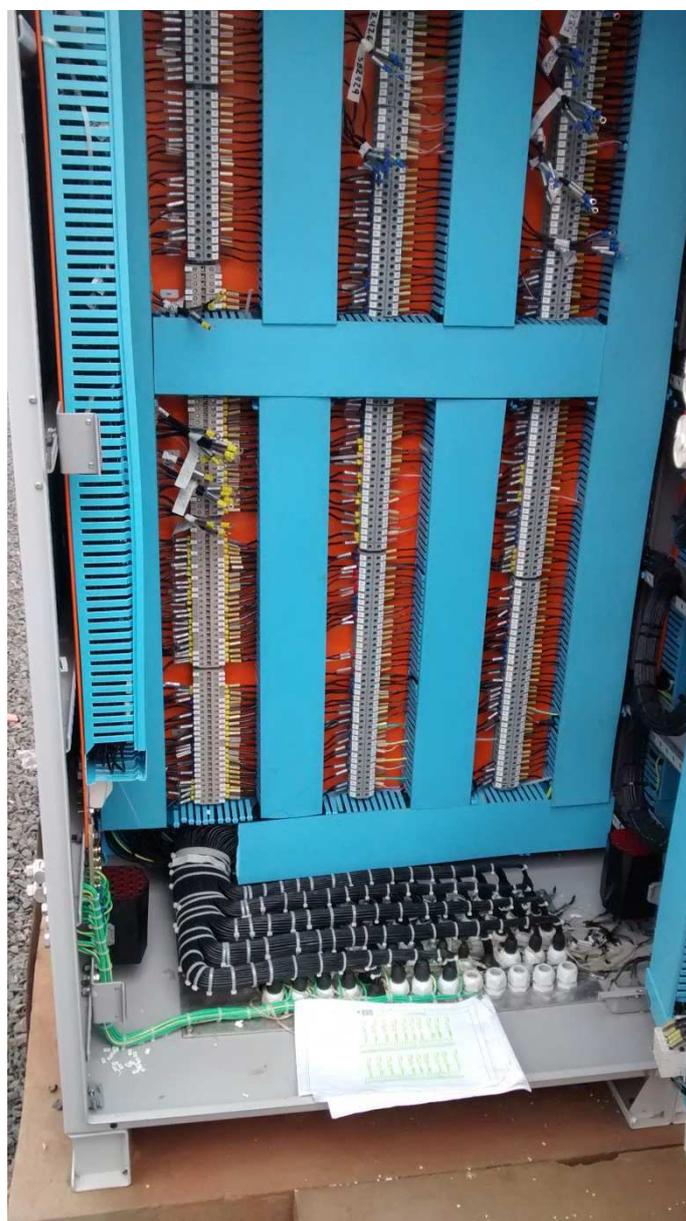


Figura 17 - Painel aguardando para ser batido o ponto-a-ponto.

Após estes passos serem realizados em todos os equipamentos/painéis as veias dos cabos podem ser conectadas as suas respectivas conexões para esperar o comissionamento, onde será feito uma nova verificação da continuidade dos cabos, da identificação (TAG e anilha) e um teste com simulação por computador *in loco* para posterior energização.

4.1.3 MONTAGEM E ADAPTAÇÃO DA CHAVE SECCIONADORA SEMI-PANTOGRÁFICA VERTICAL DE 245 kV DA WEG

O contrato de trabalho abrangia a criação de um novo *bay* no setor de 230 kV, e diversos equipamentos e estruturas foram instalados neste setor. Dentre eles, destacam-se:

- 3 Unidades do Transformador 500/230/13,8 kV - 100 MVA;
- 3 Unidades de Transformado de Potencial e Transformador de Corrente;
- 2 Unidades de Chave Seccionadora (SC) pantográfica horizontal;
- 2 Unidades de Chave seccionadora (SC) Semi-Pantográfica vertical;
- 2 Unidades de Disjuntor Tripolar a SF₆ Tipo 3AP1 FI 245 kV - 4 kA - 50 kA - NBI 945 kV;
- 1 Unidade de torre e viga VM202;
- 1 Barramento aéreo;
- Duplicação do barramento aéreo existente.

O estagiário participou da montagem de todos os equipamentos, realizando a leitura e interpretação dos projetos, supervisão e coordenação das equipes. Foi escolhido relatar um pouco mais sobre a instalação da Chave Seccionadora (CS) Semi-Pantográfica Vertical por ter ocorrido uma diferença entre o projeto e a situação em *in loco*.

A CS supracitada opera na configuração de *bypass*, ou seja, caso seja necessária a realização de alguma atividade/manutenção no disjuntor ou nas suas chaves adjacentes, a CS vertical é fechada e a potência passa a fluir através do barramento aéreo, para que não haja a interrupção do fluxo de energia na linha de transmissão que segue para a subestação PIRIPIRI, conforme pode ser observado pela Figura 18

A Figura 19 consiste em um corte do desenho da CS vertical para exemplificar onde se localiza cada componente que compõe a montagem. A viga VM202 se localiza acima da CS vertical que serve de suporte para o contato fixo e realiza a conexão com o barramento aéreo que sai do transformador. O contato móvel se localiza em cima da estrutura metálica de sustentação da CS vertical.

O erro consistia em uma diferença de 40 cm entre o contato fixo e o contato móvel, conforme pode ser observado pela

Figura 20. Devido a este erro a CS vertical não operaria de forma correta.



Figura 19 - Chave Seccionadora Vertical com identificação da viga VM202, dos contatos fixo e móvel, mostrando como a chave seccionadora ficaria se ocorresse o fechamento correto entre os contatos.

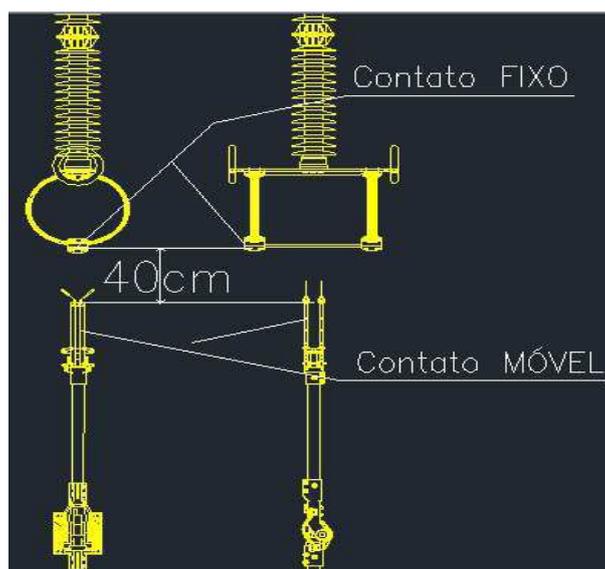


Figura 20 - Detalhamento do erro encontrado no momento da instalação da CS semi-pantográfica vertical. Havia uma distância de 40 cm entre os contatos fixo e móvel.

O estagiário juntamente com os supervisores, os fiscais da Chesf e a equipe de montagem estudaram diversas formas de corrigir o problema. Uma das soluções propostas foi a substituição dos parafusos de fixação da coluna isolante do contato fixo por tirantes (parafusos rosqueados de 50 cm), conforme pode ser observado na Figura 21.



Figura 21 - Detalhe da substituição dos parafusos de fixação do contato fixo por tirantes.

Como a coluna isolante do contato fixo é muito comprida, temeu-se que os tirantes não fossem capazes de fornecer a rigidez transversal necessária para a estabilidade da coluna. Havia o risco da ocorrência de um efeito de pêndulo no contato fixo, ilustrado na Figura 22, seja este ocasionado pelo vento ou mesmo por forças advindas de uma situação de contingência (curto-circuito).

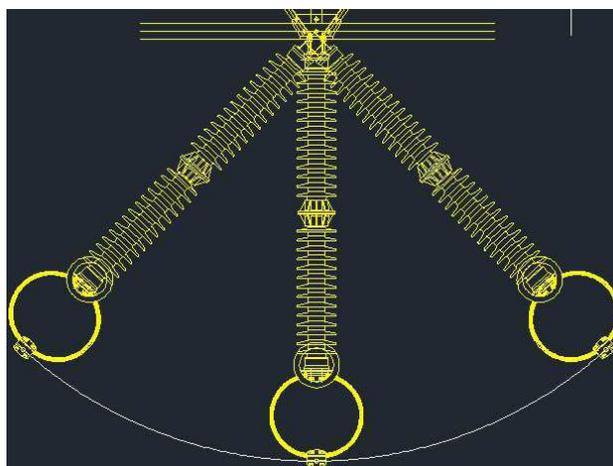


Figura 22 - Demonstração do efeito de pêndulo que poderia surgir no contato fixo devido a substituição dos parafusos de fixação por tirantes.

Dado o risco do efeito pêndulo, a solução baseada em tirantes foi descartada, uma vez que caso o contato móvel fosse acionado e o contato fixo estivesse em movimento, não se estabeleceria contato confiável na chave.

A solução efetivamente implementada foi realizar uma ampliação na altura da estrutura metálica de suporte do contato móvel da CS vertical (contato inferior). Foi projetada e construída uma peça que realizasse um prolongamento de 37 cm na altura da estrutura metálica. A peça foi feita pela equipe de montagem, supervisionada e orientada pelo estagiário, de tal forma a deixar o conjunto final com a menor agressão visual possível e mantendo sempre o rigor na segurança e funcionamento correto do equipamento.

A criação da peça, para realizar a adaptação na CS vertical, será relatada neste documento com um relatório fotográfico, que foi enviado para a equipe de fiscalização da Chesf e as demais obras da JPW que poderiam ter este mesmo problema.

Na Figura 23a está apresentada a vista superior da cantoneira "U" e da chapa, ambas de ferro galvanizado, com a mesma espessura e largura da estrutura metálica VM202, utilizada para fazer o prolongamento da estrutura metálica VM202 da CS vertical.

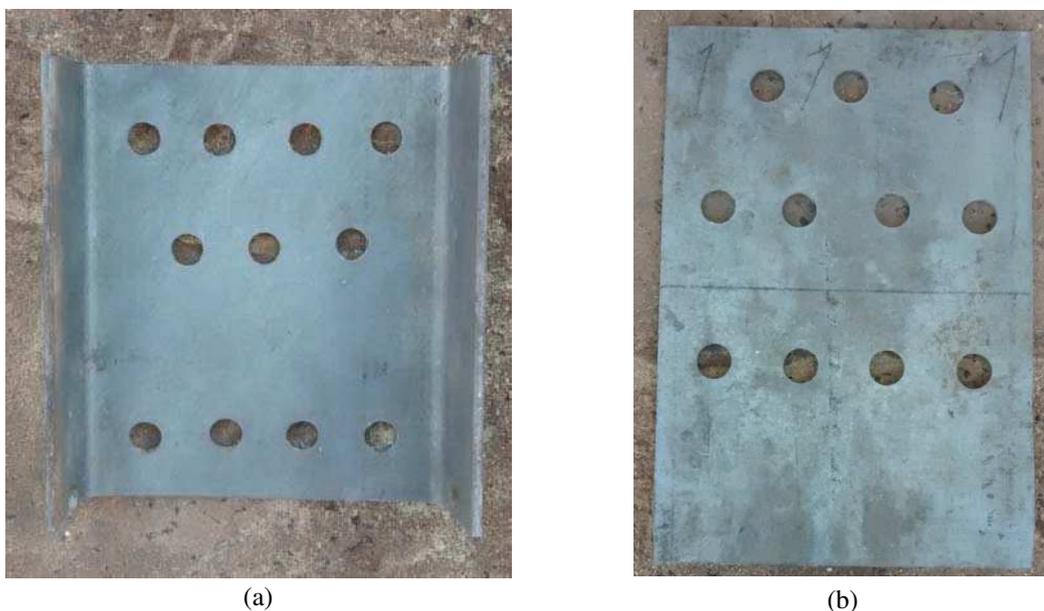


Figura 23 - Vistas superiores das partes básicas que originaram a peça para adaptação.
(a) Cantoneira "U"; (b) Chapa de ferro galvanizado.

Após a união das partes, a peça foi montada em solo, para conferição das dimensões e aspecto visual, conforme apresentado na Figura 24.



Figura 24 - Peça criada para adaptação completa e montada no chão para registro fotográfico.
(a) Vista lateral; (b) Vista interna.

Por fim, depois de confeccionada e aprovada a peça, a montagem da adaptação ocorreu sobre a estrutura de apoio do contato móvel da CV, e a montagem foi finalizada, conforme ilustrado na Figura 25.

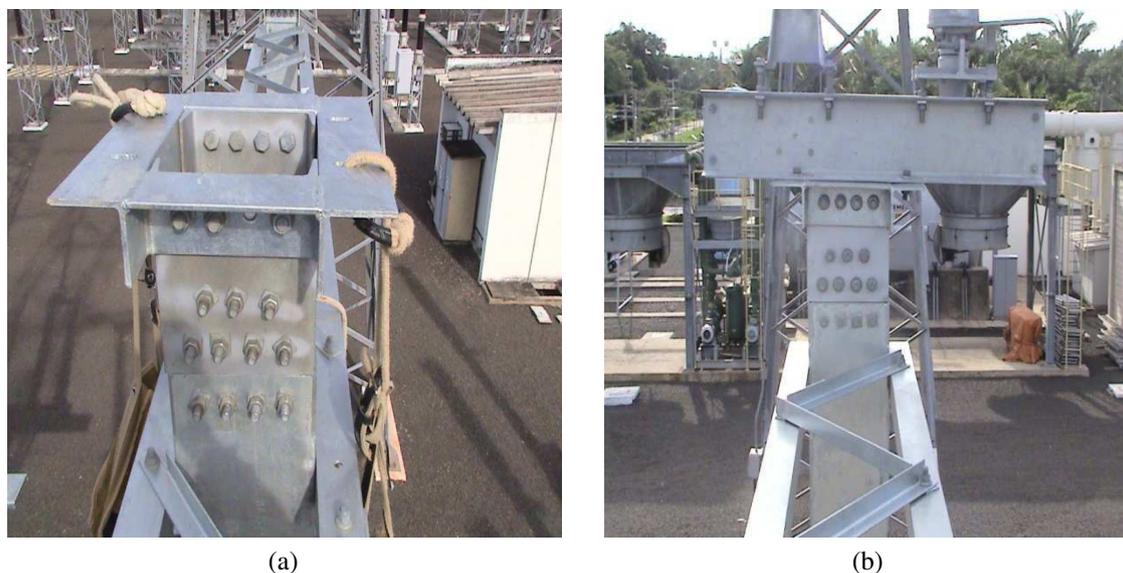


Figura 25 – Adaptação em seu local definitivo.
(a) Finalização do processo de fixação; (b) Vista lateral da montagem finalizada.

Após a instalação da adaptação foi realizado o fechamento e abertura do contato móvel da CS vertical, de forma mecânica e elétrica para verificar se a adaptação foi bem sucedida. Na Figura 26 pode ser observada a conexão confiável do contato fixo ao contato móvel, estando de acordo com o especificado por projeto. Após a constatação

do perfeito funcionamento, realizado pelo estagiário e a fiscalização da CHESF, a CS foi aprovada e ficou à espera da equipe de comissionamento para testes finais.

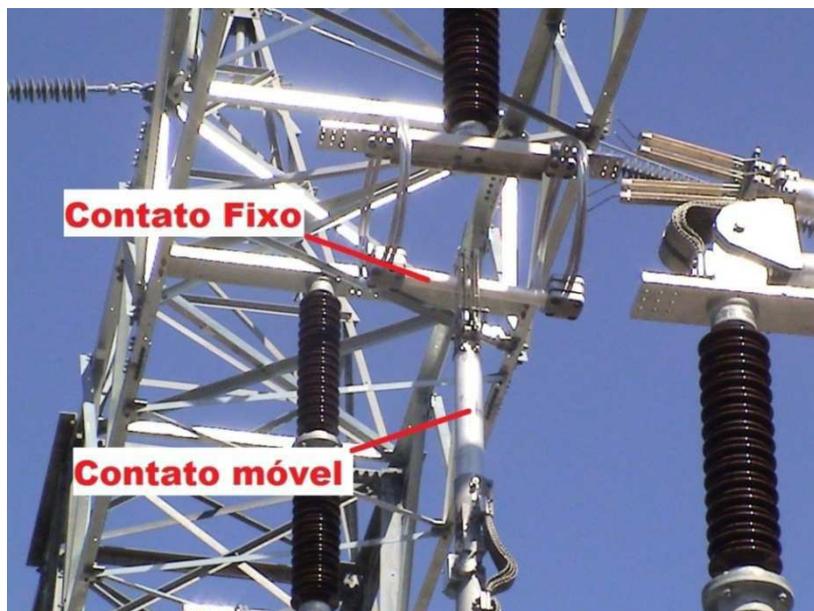


Figura 26 - Realização do fechamento do contato móvel com o contato fixo, obtendo uma conexão aceitável entre os mesmos.

Na Figura 27 pode ser observado que adaptação não causou nenhuma agressão visual a estrutura metálica de suporte da CS vertical e muito menos ao conjunto da obra.

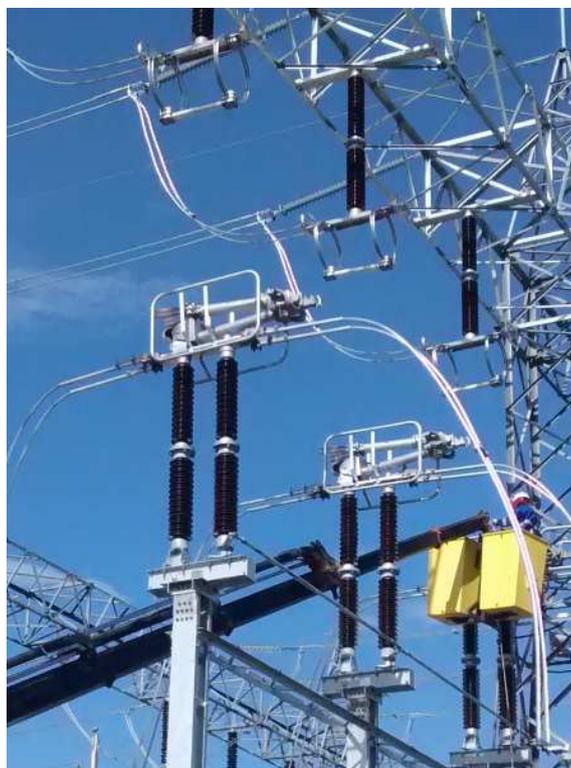


Figura 27 - Fotografia da CS vertical aberta após a conclusão da adaptação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do estágio curricular é a primeira oportunidade dos alunos de Engenharia Elétrica colocarem em prática os conhecimentos adquiridos nas disciplinas e laboratórios. As disciplinas que mais foram empregados os conhecimentos adquiridos na Universidade foram Mecânica, Circuitos Elétricos, Materiais Elétricos, entre outras.

Participar de um empreendimento deste porte proporcionou o contato com atividades de diversas áreas da engenharia, além da Engenharia Elétrica, como Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e a chance de participar de diversas atividades, como: análise de projetos, montagens eletromecânicas, testes em equipamentos, execução dos sistemas de MPCCS, serviços de terraplanagem, construção de bases e fundações para estruturas e equipamentos, instalação de pórticos entre outras.

Cabe ao engenheiro, gerenciar os recursos disponíveis com habilidade para a conclusão do empreendimento dentro do prazo estabelecido, com qualidade e o mínimo de desperdícios. Neste contexto, o contato com engenheiros experientes e profissionais das mais diversas áreas e culturas foi de grande importância e relevância, mostrando como se deve portar e agir um profissional. Além disso, percebeu-se que a relação com as pessoas deve ser bastante valorizada, afinal de contas um corpo de engenheiros não realiza uma obra sem a presença de uma equipe de técnicos, encarregados, pedreiros, marceneiros, ajudantes, entre outros.

Durante a experiência do estágio percebeu-se que no curso de Engenharia poderia ser mais enfatizada a realidade do mercado de trabalho, através de analogias, correlações, estudos de caso e maior número de visitas técnicas. O empreendedorismo, da mesma maneira, poderia ser mais fomentado. Além disso, alguns laboratórios da grade curricular poderiam ser mais práticos e dinâmicos, em detrimento às simulações.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 10520 - Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2002. p. 7.

ABNT. **NBR 14724 - Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 30 dez. 2005. p. 9.

ABNT. **NBR 6023 - Informação e documentação - Referências - Elaboração.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2002. p. 24.

ABNT. **NBR 6028 - Informação e documentação - Resumo - Apresentação.** [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2003. p. 2.

ABNT. **NBR 6034 - Informação e documentação - Índice - Apresentação.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2005. p. 4.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. - ELETROBRÁS Ministério de Minas e Energia; MME **Subsídios para adequação de critérios de medição e pagamento de serviços de construção de subestações aos critérios ambientais.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, Junho de 2000.

FORJASUL CANOAS S.A, **Ferragens Eletrotécnicas para linhas de transmissão de energia elétrica,** Tramontina, Março de 2003.

JOÃO MAMEDE FILHO, **Instalações Elétricas Industriais,** Livro Técnico e Científico (LTC), 6ª edição, 2010

JOÃO MAMEDE FILHO, **Manual de Equipamentos Elétricos.** 2 volumes. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; 1993

JOÃO MAMEDE FILHO, DANIEL RIBEIRO MAMEDE; **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência,** LTC, 1º Edição, Rio de Janeiro 2011.