

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

MIKHAIL ANTONOVITCH ANULINO BARROS



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2016

MIKHAIL ANTONOVITCH ANULINO BARROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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
2016

MIKHAIL ANTONOVITCH ANULINO BARROS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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 a meu herói: meu pai (*in
memorian*), a minha rainha e tia, por todos os
valores, que me foram transmitidos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela proteção e alicerce nos momentos de insegurança e fraqueza.

A minha tia, Albaniza Batista Barros, por sempre me incentivar e acreditar em mim e no meu potencial.

A memória do meu pai, Antonio Batista Barros, meu maior professor, aquele no qual eu sempre me espelhei e sempre irei me espelhar, por todo ensinamento que me foi transmitido, por sempre exigir o meu melhor, por me mostrar que a educação sempre foi e sempre será a maior herança deixada para um filho, por me ensinar a ter sede por conhecimento, nas diversas áreas:

Agradeço a JPW Engenharia, em especial Leonardo Guiro Carvalo da Rocha e Marcos Antonio Alves, Jessé José Duarte por todo o conhecimento e aprendizado transmitido durante o tempo transcorrido para a realização deste trabalho.

A minha namorada, Émyle Farias, pela paciência, quando eu estava impaciente, pela motivação quando estava desmotivado, pela segurança quando estava inseguro, por todo o apoio prestado a mim durante nossa trajetória e por sempre me enxergar melhor do que eu sou.

A meu irmão, Andrei Barros, pois foi um dos grandes instigadores da minha curiosidade. Pelas perguntas que ele me fazia, na nossa infância, de coisas e fatos que eu não sabia como funcionavam ou como aconteciam. Ao procurar as respostas fui me tornando um autodidata.

A meu sobrinho, Victor Barros, por todo o apoio e horas de lazer ao longo dessa árdua caminhada.

A meu orientador, Tarso Vilela, por toda a paciência e ensinamentos que me foram transmitidos ao longo deste trabalho.

A meus amigos de infância: Daniel Rogério e Galileu Borges, pelos momentos de descontração sempre que nos encontrávamos.

A meus amigos de graduação, “Os Manés”: Bianca Cartaxo, Elton Brasil, Ezequiel Batista, Mariana Ribeiro, Nelson Campos e Snadgyell Leal que me acompanharam durante o curso nas noites e mais noites de estudo, café e gargalhadas.

A meus sogros, José Pereira e Leneide Farias pelo apoio dado e por ter me dado o presente mais precioso, sua filha.

A meus amigos: Eurico Ribeiro, Jossyl Amorim, Gilka Batista, Maxiell Ricardo e Cecília Feitosa, pelas conversas e momentos juntos.

Agradeço também às pessoas que disseram que eu não conseguiria, pois elas foram essenciais para meu crescimento e para minha superação dia-a-dia.

Por fim agradeço a todos que de maneira direta ou indireta me influenciaram e me deram suporte durante a graduação.

“Um sábio não é aquele que sabe muito de apenas um determinado assunto, sábio é aquele que sabe muito de várias áreas, conexas ou desconexas.”.
(Antonio Batista Barros).

RESUMO

O presente relatório tem por finalidade descrever as atividades realizadas durante o estágio integrado do autor na empresa JPW Engenharia LTDA, a qual 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 Ribeiro Gonçalves, localizado na cidade de Ribeiro Gonçalves - Piauí As atividades foram realizadas no período de 14 de novembro de 2015 a 14 de março de 2016. A obra é um consórcio da WEG, com o fornecimento dos equipamentos, da GNeto na elaboração dos projetos e da JPW na construção e montagem da ampliação da subestação, tendo como cliente final a Eletronorte. Sob supervisão dos Engenheiros Marcos Antonio Alves e Leonardo Guiro, 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, Ribeiro Gonçalves, JPW.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Fachada do escritório da JPW Engenharia Elétrica LTDA.
- Figura 2 – Exemplo de uma subestação externa.
- Figura 3 – Exemplo de uma Subestação abrigada.
- Figura 4 – Transformador abaixador monofásico 500/230 kV.
- Figura 5 – Exemplo típico de um para-raios de 500 kV.
- Figura 6 – Exemplo de TC de 230 kV.
- Figura 7 – Transformador de potencial capacitivo de 230 kV montado na SE RGV.
- Figura 8 – Chave seccionadora semi-pantográfica com fechamento horizontal.
- Figura 9 – Disjuntor de 550 kV montado na SE RGV.
- Figura 10 – Exemplo típico de isoladores de pedestal de 230kV.
- Figura 11 – Montagem, resumida, de um transformador em 4 passos.
- Figura 12 – Transformador de corrente de 230 kV montado na SE RGV.
- Figura 13 – Isolador de pedestal montado na subestação.
- Figura 14 - Disjuntores de 500 kV montados.
- Figura 15 – Aterramento das canaletas de passagem de cabos.
- Figura 16 – Sequência de montagem da cadeia de ancoragem em quatro passos.
- Figura 17 – Cabos ancorados.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT – Alta tensão.

CAA – Cabo de alumínio com alma de aço.

Grosbeak – Codinome para o condutor CAA – 636 MCM.

IP – Isolador de pedestal.

LTDA – Limitada.

Manaus – Codinome para o condutor CA – 2250 MCM

Munk – Tradução livre: Equipamento com sistema hidráulico para levantar cargas.

Pitch – Tradução livre: Passo.

Rail – Codinome para o condutor CAA – 954 MCM.

SE – Subestação.

SF6 – Hexafluoreto de enxofre.

TC – Transformador de corrente.

TP – Transformador de potencial.

TPC – Transformador de potencial capacitivo.

m² - Metro quadrado.

mm – Milímetro.

mm² - Milímetro quadrado.

MCM – 1000 circular mils (0,0254mm).

" – Polegada.

V – Volt.

A – Ampère.

VA – Volt-Ampère.

kVA – Quilovolt-ampère (10³ VA).

MVA – Megavolt-ampère (10⁶ VA).

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	A empresa	13
1.2	Local do Estágio	14
2	Referencial Teórico.....	14
2.1	Tipos de Subestações	15
2.1.1	Subestações Elevadoras	15
2.1.2	Subestações de Distribuição.....	15
2.1.3	Subestação de Manobra	15
2.1.4	Subestação Conversora	15
2.2	Tipo de Instalação	16
2.2.1	Subestação Externa ou ao Tempo	16
2.2.2	Subestação Interna ou Abrigada.....	17
2.3	Equipamentos de uma Subestação.....	17
2.3.1	Transformadores	17
2.3.2	Para-raios.....	18
2.3.3	Transformadores de Corrente (TC).....	19
2.3.4	Transformador de Potencial (TP).....	21
2.3.5	Chaves Seccionadoras.....	22
2.3.6	Disjuntores	24
2.3.7	Isoladores de pedestal (IP)	25
3	Projeto de uma subestação.....	27
3.1.1	Projeto Elétrico	27
3.1.2	Projeto Eletromecânico	27
3.1.3	Projeto Civil.....	28
3.1.4	Projeto Arquitetônico	28
4	O estágio	29
4.1	Atividades Realizadas na SE RGV	30
4.1.1	Relatório Diário de Obra (RDO)	30
4.1.2	Acompanhamento da montagem do transformador de potência.....	30
4.1.3	Acompanhamento da montagem dos Transformadores de corrente	32
4.1.4	Acompanhamento da montagem dos Isoladores de apoio (IP)	33
4.1.5	Acompanhamento da montagem do disjuntor	34
4.1.6	Malha de terra	35
4.1.7	Lançamentos de condutores	36
5	Conclusão	39
	Bibliografia.....	40

1 INTRODUÇÃO

A finalidade do estágio supervisionado do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) é a complementação curricular, aproximando o estudante da realidade do ambiente de trabalho de uma empresa, proporcionando, desta forma, a utilização prática da teoria exposta durante o curso, 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 Supervisionado. 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) Ribeiro Gonçalves (RGV), localizado na cidade de Ribeiro Gonçalves, Piauí. As atividades desempenhadas foram supervisionadas pelos engenheiro Leonardo Guiro Carvalho da Rocha e Marcos Antonio Alves

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, com supervisão e acompanhamento das diversas as diversas etapas e atividades.

Dentre elas, destacam-se:

- i. Organização, atualização e revisão dos projetos e cronogramas da obra de ampliação da SE RGV.
- ii. Supervisão da montagem eletromecânica de vários equipamentos e barramentos da subestação SE RGV.
- iii. Acompanhamento das medições na obra, fiscalização, coordenação de equipes em trabalhos de campo e reuniões gerenciais da SE RGV.
- iv. Supervisão da confecção de placas para parede corta-fogo.

v. Supervisão do tensionamento e *lançamento de cabos*¹ *Grosbeak* (636 MCM), *Rail* (954 MCM e Manaus (2250 MCM).

1.1 A EMPRESA

A empresa JPW Engenharia Elétrica LTDA, é uma empresa formada por engenheiros e técnicos especializados atuando no mercado nacional desde 1987. Localiza-se na Rua Dr. George William Butler, nº 125, ParqTel, Curado, Recife – PE. Na Figura 1, pode-se observar o escritório da empresa, a qual dispõe de infraestrutura adequada à prestação de serviços técnicos atendendo os padrões estabelecidos em normas. Ao longo de 29 anos de serviços prestados, a JPW se destaca no âmbito de elaboração e execução de projetos de subestações, usinas de geração de energia e linhas de transmissão. Possui ainda uma metalúrgica para a fabricação de painéis elétricos, cubículos de média tensão e estruturas metálicas, se tornando uma empresa capaz de atender vários seguimentos da engenharia elétrica.

Figura 1 – Fachada do escritório da JPW Engenharia Elétrica LTDA.



Fonte: Próprio autor.

¹ *Lançamento de cabos é ato de instalar/posicionar os cabos em seus devidos barramentos.*

Em consórcio com a WEG Equipamentos LTDA, a empresa foi contratada pela Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A, conhecida como Eletronorte, para a execução do projeto de ampliação da subestação Ribeiro Gonçalves (500/230 - 100 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 supervisionado é iniciado com uma breve revisão sobre subestações e sobre os equipamentos que foram utilizados na ampliação da SE RGV.

1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado em uma das treze obras da JPW Engenharia Elétrica LTDA que estão em andamento no presente momento. A obra em questão está localizada no município de Ribeiro Gonçalves – PI, situado a 580 km de Teresina. Trata-se da ampliação de uma subestação abaixadora de tensão 500/230 kV.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma Subestação é uma instalação elétrica de alta potência, contendo equipamentos para transmissão, distribuição, proteção e controle de energia elétrica. Funciona como ponto de controle e transferência em um sistema de transmissão elétrica, direcionando e controlando o fluxo energético, transformando os níveis de tensão e funcionando como ponto de entrega para consumidores industriais. As subestações podem ser classificadas das seguintes maneiras:

- Quanto ao tipo;
- Quanto ao tipo de instalação.

2.1 TIPOS DE SUBESTAÇÕES

2.1.1 SUBESTAÇÕES ELEVADORAS

As subestações elevadoras estão localizadas geralmente na saída das usinas geradoras e tem como função elevar a tensão para os níveis de transmissão e subtransmissão. A tensão é elevada para diminuir as perdas do sistema. Com o aumento da tensão, a corrente é reduzida, diminuindo assim as perdas por aquecimento e, devido a isto os condutores possuem uma menor secção transversal, gerando uma enorme economia: diretamente, pois condutores de menor secção são mais baratos e, também, quanto menor for a secção, menor será o peso e menor será o esforço exigido das estruturas.

2.1.2 SUBESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO

As subestações de distribuição estão localizadas geralmente dentro do perímetro urbano das cidades e tem como função abaixar o nível de tensão até o patamar característico de sua distribuição na cidade. Uma subestação de distribuição comumente recebe linhas de transmissão trifásicas que fornecem energia nas tensões de 69 kV ou 138 kV e abaixa a tensão, usando transformadores, para níveis padronizados de 11,9 kV, 13,8 kV, 23 kV ou 34,5 kV, considerando tensão de linha (fase-fase).

2.1.3 SUBESTAÇÃO DE MANOBRA

As subestações de manobra interligam circuitos sob o mesmo nível de tensão, possibilitando, assim, a sua multiplicação. São responsáveis pelo chaveamento de linhas de transmissão, pois possibilitam o seccionamento de circuitos, permitindo sua energização em trechos sucessivos de menor comprimento.

2.1.4 SUBESTAÇÃO CONVERSORA

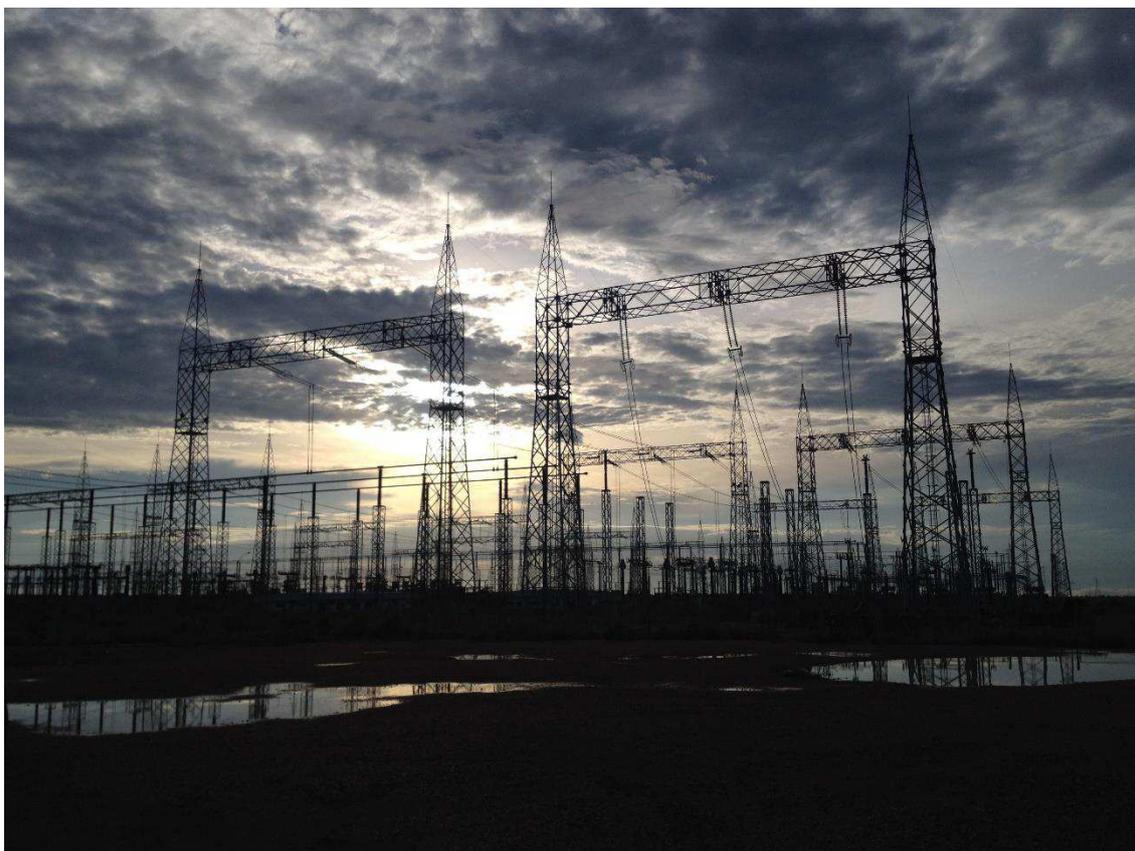
São subestações de manobra associadas a sistemas de transmissão em corrente contínua (CC). São exemplos típicos as SE Retificadoras e SE Inversoras.

2.2 TIPO DE INSTALAÇÃO

2.2.1 SUBESTAÇÃO EXTERNA OU AO TEMPO

São subestações construídas em locais amplos ao ar livre, como ilustrado na Figura 2. Os equipamentos são instalados ao tempo e sujeitos, assim, às condições atmosféricas desfavoráveis, de temperatura, chuva, poluição e vento, as quais desgastam os materiais componentes e a eficácia do isolamento, exigindo, portanto, uma manutenção mais frequente.

Figura 2 – Exemplo de uma subestação externa.



Fonte: Próprio autor.

2.2.2 SUBESTAÇÃO INTERNA OU ABRIGADA

São subestações construídas em locais abrigados, conforme pode ser observado na Figura 3. Os equipamentos são instalados ao abrigo do tempo, podendo tal abrigo consistir de uma edificação ou de uma câmara subterrânea.

Figura 3 – Exemplo de uma subestação abrigada.



Fonte: Olaidés Duarte, 2016.

2.3 EQUIPAMENTOS DE UMA SUBESTAÇÃO

2.3.1 TRANSFORMADORES

São responsáveis por elevar ou baixar a tensão. São de grande importância na transmissão de energia elétrica, tendo em vista, os transformadores possibilitarem a

elevação ou diminuição da tensão até a tensão até o nível necessário para reduzir as perdas no sistema. Pode-se verificar na Figura 4 um transformador abaixador monofásico de 500/230 kV.

Figura 4 – Transformador abaixador monofásico 500/230kV.



Fonte: Próprio autor.

2.3.2 PARA-RAIOS

O para-raios é um dispositivo de proteção, que tem a função de reduzir os valores dos surtos de tensões provenientes de descargas atmosféricas (curta duração) e manobras no sistema elétrico (longa duração). Na Figura 5 apresenta-se a fotografia de um para-raios.

Por estarem permanentemente ligados aos circuitos elétricos aos quais se destinam a proteger, os para-raios não devem permitir a passagem de altas correntes em condições normais de operação. Já em condições anômalas, altas correntes podem ocorrer, e o para-raios deverá escoar estas altas correntes para a terra. Após a ocorrência de um surto, ele deve voltar as suas características operativas nominais.

Figura 5 – Exemplo típico de para-raios de 500 kV.



Fonte: Próprio autor.

2.3.3 TRANSFORMADORES DE CORRENTE (TC)

Na Figura 6 pode-se observar um transformador de corrente ou simplesmente TC. O TC é um dispositivo que reproduz no seu circuito secundário, uma amostra da corrente presente no enrolamento primário, esta corrente é normalizada em 5 A. Os transformadores de corrente têm seu enrolamento primário ligado em série com o circuito de alta tensão. A impedância do transformador de corrente, vista do lado do enrolamento primário, é desprezível, comparada com a do sistema ao qual estará instalado, mesmo que se leve em conta a carga que se coloca em seu secundário. Desta forma, a corrente presente no primário dos transformadores de corrente é ditada pelo circuito de potência, chamado de circuito primário.

Figura 6 – Exemplo de TC de 230 kV.



Fonte: Próprio autor.

Tal equipamento é necessário porque o sistema elétrico de potência exige o uso de correntes e tensões cada vez mais elevadas, para que sejam controlados e protegidos. Estes sistemas utilizam instrumentos de medição e proteção que necessitam receber informações destas grandezas. Como é inviável economicamente o uso de instrumentos que meçam diretamente as correntes de fase, utilizam-se os transformadores de correntes.

Os TC podem ser classificados como de medição ou de proteção.

Os TC para serviço de medição possuem maior precisão e possuem um núcleo saturável de tal forma que o TC não permita que a corrente no secundário ultrapasse o valor nominal protegendo assim os equipamentos de medição. Além disso, devem manter o seu erro de classe de exatidão para correntes de carga na faixa indicada abaixo:

$$0,1I_{nominal\ do\ TC} \leq I_{carga} \leq I_{nominal\ do\ TC} \quad (1)$$

Suas classes mais usuais são de 0,3, 0,6 e 1,2%.

Os TC para serviço de proteção possuem uma menor precisão, e o secundário pode ultrapassar o valor nominal, quando numa situação de falta, para o sistema de proteção atuar instantaneamente, ou depois de alguns instantes, dependendo da intensidade e duração da falta. Portanto, o núcleo magnético do TC de proteção, deve ter seção transversal grande, para não saturar no instante do curto-circuito.

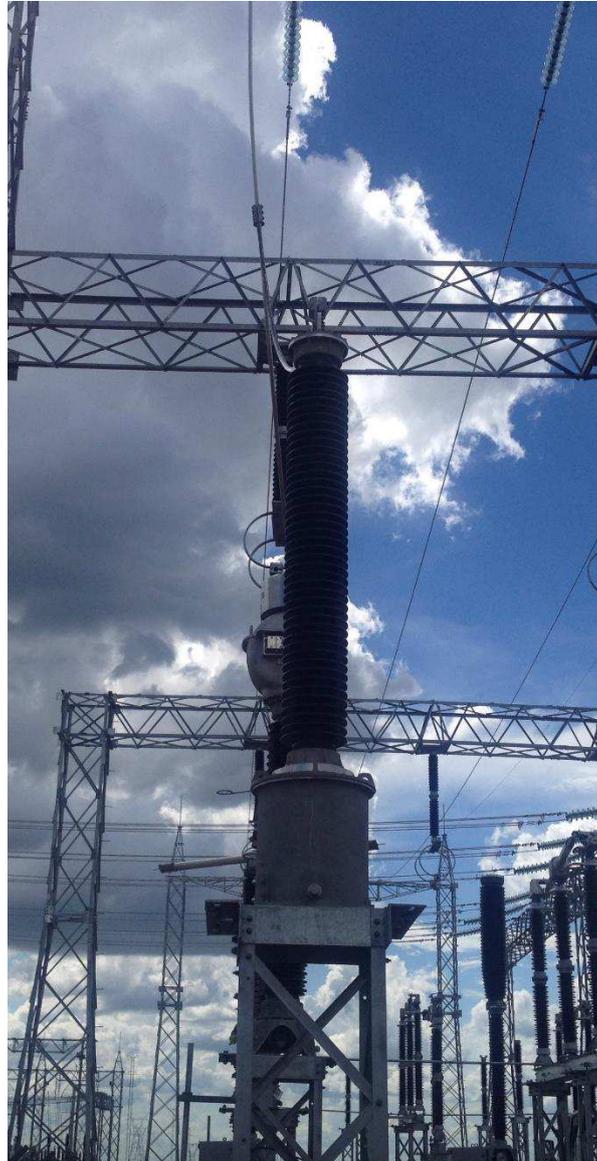
2.3.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)

Os transformadores de potencial são equipamentos que têm como finalidade reduzir a tensão de um determinado circuito para valores que sejam compatíveis com os instrumentos de medição e com os relés de proteção, este valor é normalizado em 115 V. Eles isolam o circuito de baixa tensão (secundário) do circuito de alta tensão (primário), além de reproduzir os efeitos transitórios e de regime permanentes aplicados ao circuito de alta tensão, o mais fielmente possível, no circuito de baixa tensão. Normalmente, em sistemas acima de 600 Volts, as medições de tensão não são feitas diretamente da rede primária, mas sim, através desses equipamentos. Os TP podem ser classificados quanto ao tipo:

- Transformadores indutivos (TPI): os transformadores de potencial indutivo são usados para transformar altas tensões (kV) em baixos valores mensuráveis (Volts). Os TPI podem ser fornecidos com vários enrolamentos de medição e proteção, podendo ser projetados para fornecer qualquer tensão desejada de saída a partir do enrolamento secundário. O TPI são montados completamente secos e impregnados com óleo a vácuo em autoclaves controlados.
- Transformadores capacitivos (TPC) ou Divisores capacitivos: cada transformador de potencial capacitivo consiste de um capacitor de acoplamento (que atua como divisor de tensão) e uma unidade eletromagnética (que transforma a média tensão em baixa tensão mensurável). Dependendo da tensão do sistema, o capacitor de acoplamento pode ser uma unidade de superposição simples ou múltipla. O capacitor de acoplamento e a unidade eletromagnética são vedados hermética e individualmente.

Na Figura 7 pode-se observar uma fotografia de um TPC.

Figura 7 – Transformador de potencial capacitivo de 230 kV montado na SE RGV.



Fonte: Próprio autor.

2.3.5 CHAVES SECCIONADORAS

A chave seccionadora, conforme fotografia apresentada na Figura 8, é um dispositivo mecânico de manobra que pode desempenhar diversas funções nas subestações, sendo a mais comum, a de seccionamento de circuitos por necessidade

operativa, ou por necessidade de isolar componentes do sistema (equipamentos ou linhas) para a realização de manutenção nos mesmos. Neste último caso, as chaves abertas, que isolam o componente em manutenção, devem ter uma suportabilidade entre terminais capaz de atender às solicitações dielétricas, de forma que o pessoal de campo possa executar o serviço de manutenção em condições adequadas de segurança.

Figura 8 – Chave seccionadora semi-pantográfica com fechamento horizontal.



Fonte: Próprio autor.

As chaves podem ser classificadas de acordo com as funções que desempenham nas subestações de alta tensão em:

- Seccionadoras:
 - Funcionar como “*bypass*” de equipamentos: disjuntores e capacitores série para a execução de manutenção ou por necessidade operativa;
 - Isolar equipamentos: disjuntores, capacitores, barramentos, transformadores, reatores, geradores ou linhas para a execução de manutenção;
 - Manobrar circuitos: transferência de circuitos entre os barramentos de uma subestação.

- Chaves de Terra:
 - Aterrar componentes do sistema em manutenção: linhas de transmissão, barramentos ou bancos de capacitores em derivação.

- Chaves de operação em carga:
 - Abrir e/ou fechar determinados circuitos em carga: reatores, capacitores, geradores e circuitos de distribuição.

- Chaves de aterramento rápido:
 - Aterrar componentes energizados do sistema no caso de defeitos em reatores não manobráveis ligados a linhas de transmissão sem esquemas de proteção com transferência de disparo, ou no caso de linhas terminadas por transformador sem disjuntor no outro terminal da linha e para proteção de geradores contra sobretensões e auto excitação. Estas chaves necessitam de tempos de operação extremamente rápidos, exigindo acionamento com explosivos. Este tipo de chave é raramente aplicado nas redes.

2.3.6 DISJUNTORES

O disjuntor, conforme fotografia apresentada na Figura 9, é um dispositivo que deve interromper a corrente em um circuito mesmo em condições anormais operação. Sempre estão associados aos relés que servem como sensores e indicam se o disjuntor deve abrir ou não. Se não estiver em comunicação com algum relé, o disjuntor realiza tarefa similar à de uma chave de manobra. A principal função dos disjuntores é a interrupção de correntes de falta tão rapidamente quanto possível, de forma a limitar a um mínimo os possíveis danos aos equipamentos pelos curtos-circuitos.

Além das correntes de falta, o disjuntor deve ser capaz de interromper correntes normais de carga, correntes de magnetização de transformadores e reatores e as correntes capacitivas de bancos de capacitores e linhas em vazio.

O disjuntor deve ser capaz também de fechar circuitos elétricos, não só durante condições normais de carga, como na presença de curtos-circuitos, o que pode ocorrer no caso de religamentos.

Os disjuntores são classificados quanto ao tipo construtivo de acordo com os meios que utilizam para extinguir o arco elétrico quando ocorre a interrupção da corrente elétrica, tais como: óleo, ar comprimido, vácuo ou SF6. Outra classificação dos disjuntores é de acordo com o sistema de acionamento, que pode ser por solenoide, mola, ar comprimido ou hidráulico.

Figura 9 – Disjuntor de 550kV montado na SE RGV.



Fonte: Próprio autor.

2.3.7 ISOLADORES DE PEDESTAL (IP)

Os isoladores, conforme apresentado na Figura 10, são elementos com propriedades mecânicas capazes de suportar os esforços produzidos pelos condutores. Eletricamente, eles têm a função de isolar condutores submetidos a diferenças de potencial em relação à terra ou a outro condutor de fase.

Com relação às propriedades elétricas e mecânicas os isoladores utilizados durante o estágio foram do tipo disco. Geralmente, em subestações de potência os isoladores de apoio são muito utilizados como suporte dos barramentos e na isolação de chaves seccionadoras dando suporte às lâminas. Basicamente, esse tipo de isolador consiste em

uma coluna de peças montadas e unidas através de cimentação, com altura compatível com o nível de tensão desejado.

Figura 10 – Exemplo típico de isoladores de pedestal de 230 kV.



Fonte: Próprio autor.

3 PROJETO DE UMA SUBESTAÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas as etapas metodológicas para o projeto de uma SE, a saber:

- Projeto Elétrico;
- Projeto Eletromecânico;
- Projeto Civil;
- Projeto Arquitetônico.

3.1.1 PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico trata de toda parte de proteção e controle da subestação. Esta etapa sofreu grandes mudanças com a vinda da automação. Antigamente, havia um circuito de comando localizado em um painel e/ou mesa(s) de comando, e outro circuito de proteção, cujos elementos principais eram os relés. Com a automação, estes circuitos se tornaram um só, sendo concentrados em um único painel.

3.1.2 PROJETO ELETROMECAÂNICO

O projeto eletromecânico trata da elaboração dos circuitos de potência e dimensionamento dos equipamentos elétricos (disjuntor, seccionadoras, transformador, etc.), dimensionamento da malha de terra, das estruturas de sustentação destas e lançamento de canaletas e eletrodutos.

3.1.3 PROJETO CIVIL

O projeto civil trata de toda estrutura civil da subestação, arquitetura da casa de controle (onde se localizam os relés, computadores e equipamentos de baixa tensão), bases para as estruturas e suportes de barramento e equipamentos, canaletas e eletrodutos complementares para cabos de controle, cercas perimetrais, com detalhes de fechamento e aterramento, drenagem, empedramento do pátio, iluminação e tomadas do pátio, diagramas isométricos com os respectivos esforços, etc.

3.1.4 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico trata da rede lógica de comunicação dos relés digitais entre si, com o(s) computador (es) e com a sala central de computadores. Sendo assim, este tipo de projeto surgiu com a automação, já que antes não havia tal integração. Atualmente, este projeto é elaborado pelos fabricantes dos relés, uma vez que se tenha definido a quantidade destes e o método de transmissão de informação (rede telefônica, fibra ótica, etc.).

4 O ESTÁGIO

Inicialmente, a fim de proporcionar a familiarização com as atividades realizadas pela JPW, o estagiário trabalhou na sede da empresa, onde desenvolveu tarefas na área de projetos e teve a oportunidade de conhecer a fábrica de painéis elétricos que fica no anexo à sede.

Após este período de familiarização, foi designado o deslocamento do estagiário para a cidade de Ribeiro Gonçalves, Piauí, para acompanhar a ampliação da Subestação RGV ATE II 500/230 kV que já se encontrava em andamento. Na SE RGV o estagiário desempenhou atividades de planejamento e execução da obra, supervisionando, coordenando e executando diversas atividades:

- i. Organização, atualização e revisão dos projetos e cronogramas da obra da ampliação da SE RGV;
- ii. Supervisão, coordenação e execução das montagens eletromecânicas de disjuntores, transformadores de potencial e corrente, para-raios, barramentos rígidos/flexíveis e painéis da subestação SE RGV;
- iii. Supervisão do tensionamento e lançamento dos cabos *Grosbeak* (636 MCM), *Rail* (954 MCM) e *Manaus* (2250 MCM).
- iv. Acompanhamento das medições de obras, fiscalização da obra, coordenação de equipes em trabalhos de campo e reuniões gerenciais da SE RGV;
- v. Supervisão e coordenação da construção das paredes corta fogo dos transformadores da SE RGV.

4.1 ATIVIDADES REALIZADAS NA SE RGV

4.1.1 RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA (RDO)

O estagiário ficou responsável pela elaboração do Relatório Diário de Obra. Este documento serve para que as atividades sejam acompanhadas pelo cliente, a Eletronorte, e pela contratante, a WEG Equipamentos Elétricos AS. Nele são discriminadas as atividades, o contingente pessoal e os equipamentos disponíveis para a execução. Além do RDO, é feito um relatório mensal fotográfico.

O RDO é uma das ferramentas mais importantes para o acompanhamento do dia-a-dia da obra e para o planejamento de atividades. Nele são registradas informações importantes do quantitativo do andamento da obra, dos funcionários e dos equipamentos disponíveis. Para melhor entendimento, em anexo é mostrado o RDO.

Em alguns momentos, quando há impedimentos à continuidade da obra, como embargos judiciais ou chuva, o RDO é a melhor forma de se estabelecer a comunicação formal entre a empreiteira e a contratante.

4.1.2 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

O estagiário ficou responsável por dar apoio à equipe da Montex, empresa contratada para fazer a montagem e comissionamento dos transformadores.

Inicialmente os tanques dos transformadores foram instalados sobre trilhos assentados em bases de concreto armado construídas no interior de uma bacia de contenção de óleo. Foi utilizado o método de “fogueira”, neste método o transformador é erguido por quatro macacos hidráulicos, um de cada lado do transformador, em seguida o transformador é colocado sobre peças de madeira e é deslocado através de roletes. São utilizados dois pontos de tração, conhecidos como morto. Estes pontos de tração ficam em lados opostos. Um serve para receber a tração propriamente dita e o outro serve apenas para dar o prumo correto para o transporte do trafo.

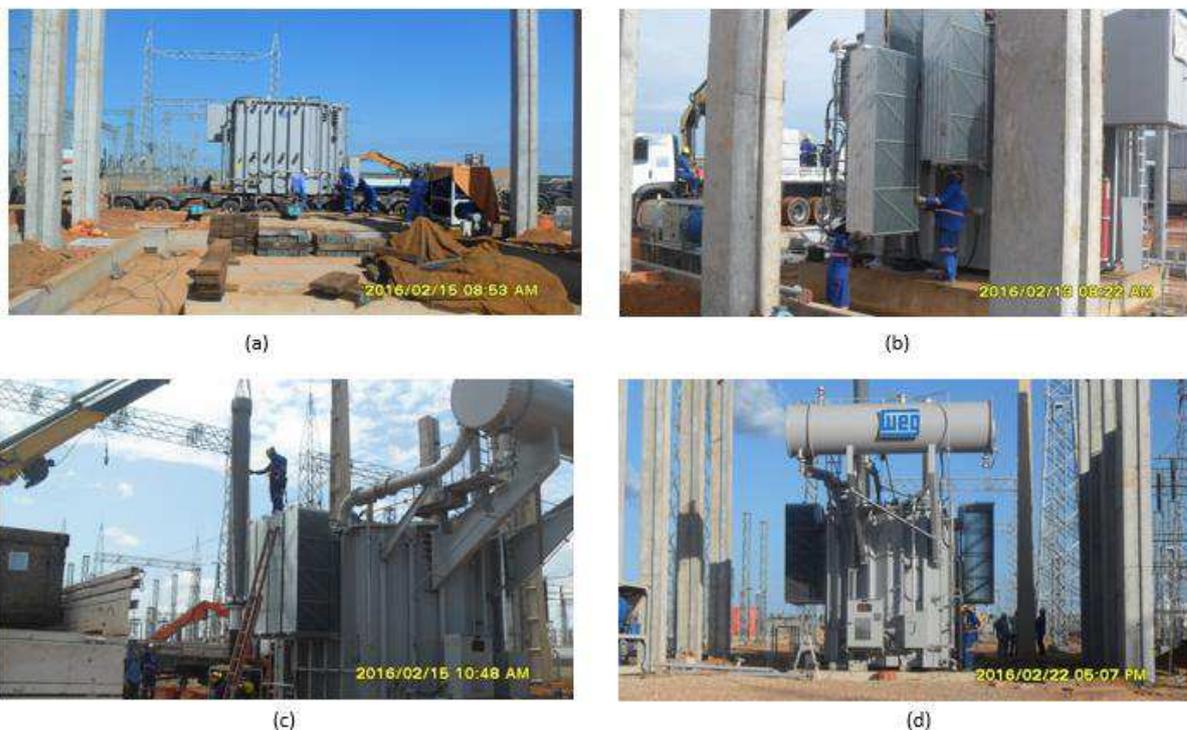
A montagem dos componentes acessórios do transformador foi iniciada logo em seguida, obedecendo a seguinte sequência: tanque de expansão, radiadores, relés de fluxo de gás, secador de ar, ventiladores e instalação das buchas de AT e seus respectivos conectores. Em seguida, foi iniciado o processo de vácuo, que durou em torno de 96 h.

Este processo é utilizado para retirar toda a umidade no interior do transformador. Antes de se iniciar o processo é necessário verificar se os componentes interligados do transformador suportam vácuo pleno. Nesse método trabalha-se a diminuição da pressão dentro do transformador. Assim, quando se atinge o vácuo pleno, a pressão no interior do transformador torna-se menor que a pressão de vapor d'água.

O tempo de duração desse método é variável, dependendo do volume interligado do transformador que será feito o vácuo, e da quantidade de água contida no transformador. Assim o tempo de vácuo varia de um a três dias. Após esse ciclo deve-se pressurizar o transformador com gás inerte seco a uma pressão de $0,2 \text{ kg/cm}^2$, repousar por um dia e voltar a avaliar o teor de umidade do transformador. Esse ciclo pode ser repetido até se averiguar um teor de umidade previamente estipulado.

Uma importante característica do vácuo é que ele é um excelente isolante térmico, assim após sua aplicação a temperatura interna não mudará. Dessa forma a temperatura inicial do processo definirá qual a pressão de vácuo que será necessário alcançar. Após o vácuo é realizado o preenchimento por completo do tanque de óleo. Na Figura 11 (a) o transformador está fora da base e será posicionado através do método da fogueira, (b) são montados os radiadores, (c) é montada a bucha de alta tensão e em (d) o transformador está completamente montado.

Figura 11 – Montagem, resumida, de um transformador em 4 passos.



Fonte: Próprio autor.

4.1.3 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM DOS TRANSFORMADORES DE CORRENTE

O estagiário ficou responsável por coordenar a equipe que realizaria esta atividade e por separar o material utilizado para montagem do TC: parafusos e conectores para aterramento.

O TC vem montado em peça única assentada horizontalmente sobre um estrado de madeira. Inicialmente, instalam-se os conectores terminais do tipo chapa-cabo na parte superior do TC com ele ainda na posição horizontal. A seguir ele é içado pela parte superior de modo a alcançar a posição vertical, tomando-se cuidado de evitar impactos na caixa de comando em sua base.

Depois que o TC alcança a sua posição vertical ele é içado até a sua estrutura metálica para que seja fixado. Por fim, é feito o nivelamento do equipamento para que este fique na posição vertical e alinhado com os demais. Na Figura 12 pode-se observar os transformadores de corrente posicionados na estrutura metálica.

Figura 12 – Transformador de corrente 230kV montado na SE RGV.



Fonte: Próprio autor.

4.1.4 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM DOS ISOLADORES DE APOIO (IP)

O estagiário ficou responsável por coordenar a equipe de montagem do equipamento e por separar o material que seria utilizado na montagem: parafusos e conectores para aterramento.

Os IP vem acondicionado em caixas de madeira na posição horizontal. O processo de montagem inicia-se com a retirada do invólucro de madeira, passando à limpeza da parte de porcelana e depois instalando o conector terminal do tipo passante no topo do isolador. A seguir o IP é içado pela parte superior até ficar na posição vertical e é conduzido até o local onde será instalado. Em seguida, sua base é fixada à sua estrutura metálica. Feito isso, procede-se o alinhamento e nivelamento para que o isolador permaneça na posição ideal. Na Figura 13, pode-se verificar os isoladores de pedestal montados sobre a estrutura metálica.

Figura 13 – Isolador de pedestal de 230 kV montado na subestação.



Fonte: Próprio autor.

4.1.5 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM DO DISJUNTOR

A montagem inicia-se pela estrutura metálica, em seguida são posicionados os painéis, logo após são instalados os polos e por fim é feita a interligação dos painéis. Após a montagem ser concluída, o fabricante inicia o processo de vácuo e, em seguida, inicia-se a carga de gás. Após o término desta etapa, inicia-se a etapa de testes. O estagiário acompanhou os testes de alarme de baixa pressão de gás e o teste de abertura e fechamento do equipamento. Na Figura 14, pode-se verificar os disjuntores de 500kV montados.

Figura 14 – Disjuntores de 500kV montados.



Fonte: Próprio autor.

4.1.6 MALHA DE TERRA

O estagiário ficou responsável por acompanhar a equipe que realizou o aterramento das canaletas no pátio de 500 e 230 kV, ficou responsável também por separar o material para que a tarefa fosse realizada.

Para execução da malha de terra na SE RGV, utilizaram-se cabos de cobre nu com seção nominal de 95 mm² formando um reticulado 10,0 m com profundidade média de 0,6 m. O reticulado abrange todo o perímetro da subestação estendendo-se até os limites da cerca, que estão ligadas à malha de terra. Para melhor entendimento, em anexo é mostrada a malha de terra.

O aterramento das estruturas metálicas, que servem como base para os equipamentos, foi realizado em cabo de cobre nu de 90 mm². No aterramento das estruturas que formam os pórticos da subestação também foi usado o mesmo cabo mencionado anteriormente. No interior das canaletas do pátio também foram lançados cabos de aterramento de 95 mm².

A malha é complementada por hastes de terra em cobre com um comprimento de 3,0 m. Elas foram distribuídas por todo o reticulado de modo a garantir que as tensões de toque e passo estejam dentro de limites permitidos para segurança das pessoas e dos equipamentos.

Os cabos de cobre nu são conectados entre si e às hastes de aterramento através de solda exotérmica. Para tanto, utiliza-se um molde de grafite e um cartucho para solda, que são escolhidos de acordo com o tipo de conexão a ser realizada. Na Figura 15 pode-se verificar como foi feito o aterramento das canaletas de passagem de cabos.

Figura 15 – Aterramento das canaletas de passagem de cabos.



Fonte: Próprio autor.

4.1.7 LANÇAMENTOS DE CONDUTORES

O estagiário acompanhou todo o processo de ancoragem dos cabos *Grosbeak*, desde o seu pré-tensionamento à sua ancoragem.

Os cabos são projetados segundo valores de corrente, tensão e esforço mecânico a que serão submetidos. No entanto, pode-se melhorar a relação entre a capacidade de corrente e resistência mecânica variando a proporção entre os fios de alumínio e aço.

Os condutores utilizados foram:

- CAA: 636 MCM – *Grosbeak*;
- CAA: 954 MCM – *Rail*;
- CAA: 2250 MCM – *Manaus*.

Os cabos são cortados conforme o vão onde serão usados e postos sob tração por 72 horas. A tração é 25% da carga de ruptura do condutor. Depois, uma das extremidades é prensada junto ao conector por meio de uma matriz compressor, como pode ser observado através da foto na Figura 16 (a). Feito isso é feita a raspagem das imperfeições do grampo, como pode-se verificar na Figura 16 (b). Então, é conectada a extremidade aos prensada aos isoladores formando a cadeia de ancoragem a compressão, Figura 16 (c) e (d). Então o conjunto é suspenso e ancorado na estrutura em metálica do barramento.

A segunda extremidade é suspensa e fixada à estrutura oposta por meio de roldana, catraca e dinamômetro que indica a intensidade de força aplicada. O cabo é tensionado até o ponto em que não exceda o esforço e flecha máximos. Estes valores são indicados em projeto e são definidos em função do vão e da temperatura ambiente.

A seguir, faz-se uma marcação no cabo descontando-se o tamanho dos isoladores. Ele é baixado, cortado no tamanho ideal, prensado e conectado aos isoladores completando a outra extremidade da cadeia de ancoragem a compressão. Daí, o conjunto é suspenso e ancorado definitivamente na estrutura oposta do barramento.

Após concluída esta etapa, é feito o *bypass* interligando os vãos adjacentes do barramento de acordo com o projeto. Depois de mantidos sob tensão de 72 horas, os cabos são cortados com tamanho um pouco maior que o vão necessário para conectar os dois barramentos de modo a garantir o raio mínimo de curvatura do condutor.

Uma das extremidades do cabo é prensada ao grampo de ancoragem a compressão e o conjunto é conectado a um dos pontos de derivação do barramento. Passa-se o cabo pela cadeia de ancoragem a suspensão, que está pendurada na viga, e é feita a marcação do cabo. Em seguida ele é retirado cortado e devidamente prensado. Por fim, ele é instalado na cadeia de suspensão e conectado à cadeia de ancoragem. A partir da Figura 16, podemos observar como é feita a montagem de uma cadeia de cabos e na Figura 17, pode-se verificar os cabos após sua ancoragem.

Figura 16 - Sequência de montagem da cadeia de ancoragem em quatro passos.



Fonte: Próprio autor.

Figura 17 – Cabos ancorados.



Fonte: Próprio autor.

5 CONCLUSÃO

O estágio é um processo de aprendizagem indispensável à formação do estudante que deseja estar bem preparado para enfrentar os desafios do mercado de trabalho. Além de oferecer a oportunidade de conciliar teoria e prática, ele possibilita vivenciar o dia-a-dia da profissão que se pretende exercer. As disciplinas que mais foram empregados os conhecimentos adquiridos na Universidade foram Mecânica, Materiais Elétricos, Sistemas Elétricos, Introdução e Ciência dos Materiais.

Durante esse período, o estudante tem uma excelente oportunidade para assimilar e desenvolver novas habilidades. Também é um momento propício para refinar características pessoais que irão moldar a sua personalidade à medida que proporciona o convívio com profissionais mais experientes e de áreas distintas.

À medida que o estudante tem contato com as tarefas que o estágio lhe proporciona, começa então a sedimentar boa parte dos conhecimentos adquiridos durante a sua vida acadêmica. Essa peculiaridade permite que o futuro profissional adquira maturidade e senso crítico para avaliar e tomar decisões assertivas.

Portanto, além de proporcionar um aprendizado técnico e prático, o estágio possibilita o contato com situações rotineiras e também inesperadas de trabalho. Desta forma, permite-se um contato maior com a vida profissional, bem como o acompanhamento da rotina de execução e elaboração de muitas atividades.

Atividades como preencher o Relatório Diário de Obra e realizar a programação semanal, mostraram-se importantes para a previsão de problemas futuros e para resolução dos atuais com maior facilidade.

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.

BIBLIOGRAFIA

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.

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, 1ª Edição, Rio de Janeiro 2011.

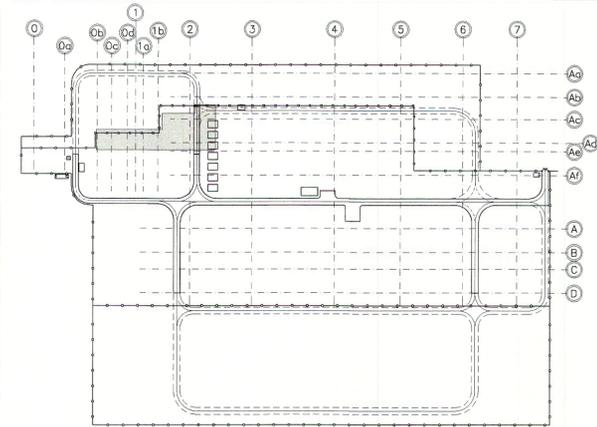
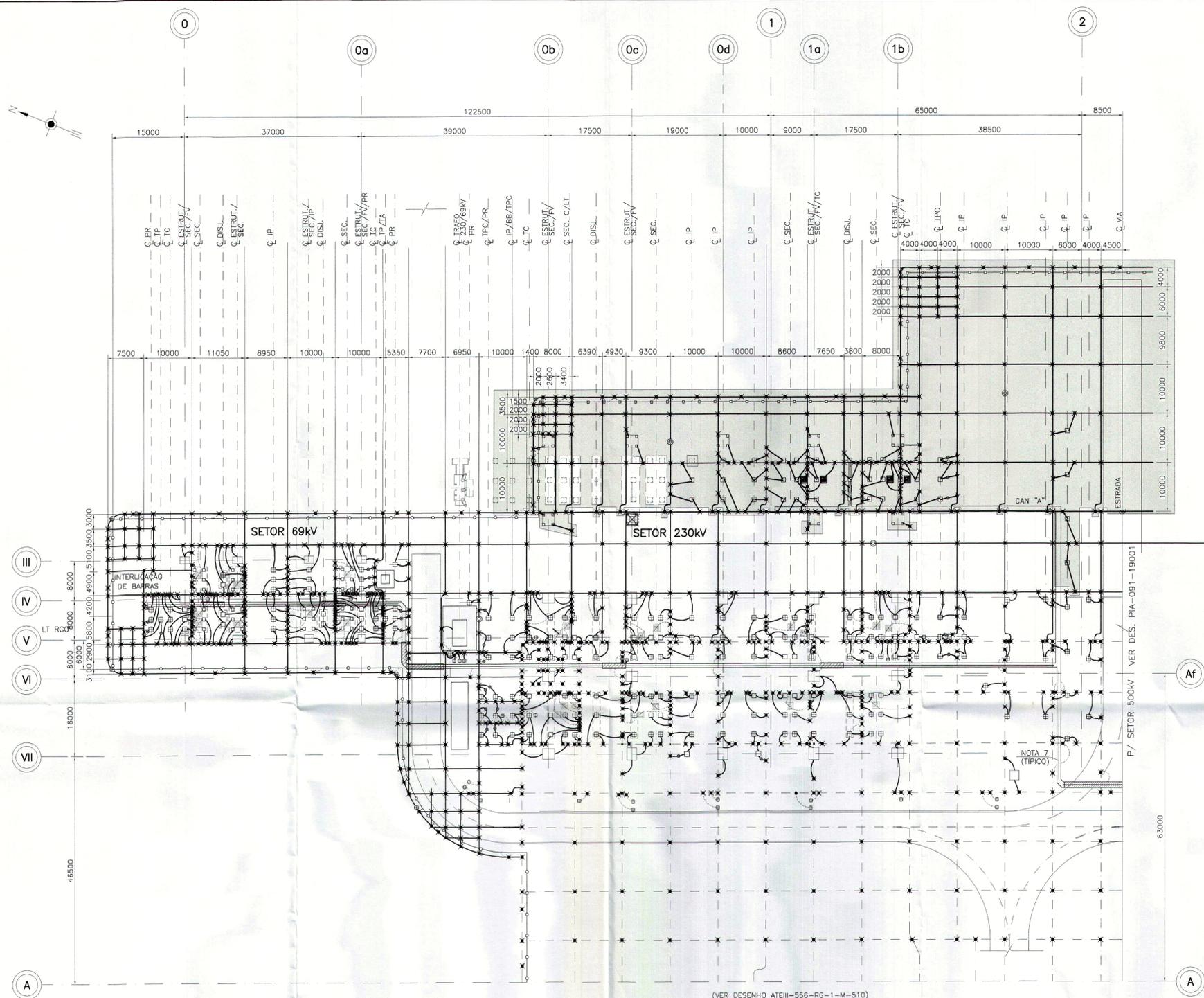
Leão, R. P. S., ***Apostila da Disciplina Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica***, Universidade Federal do Ceará - UFC, 2011.

ANEXOS

Relatório Diário de Obra (RDO)

JPW		Gonçalves Neto		Weg		Eletrobras Eletronorte		FL. N.º			
								325			
DIÁRIO DE OBRA				PERÍODO			xx/xx/15 a xx/xx/16				
DATA	04/03/16	DIA SEMANA		D	S	T	Q	Q	S	S	FER.
HORÁRIO TRABALHO	MANHÃ		07:00 - 12:00			TARDE		13:00 - 16:00			
CONDIÇÕES DO TEMPO			ACIDENTES			CONDIÇÕES DA ÁREA					
CONDIÇÕES	MANHÃ	TARDE	NÃO HOUEVE			*		OPERÁVEL			*
TEMPO BOM	*	*	SEM AFASTAMENTO					OPERÁVEL PARC.			
CHUVOSO			COM AFASTAMENTO					INOOPERÁVEL			
EFETIVO NA OBRA											
ADMINISTRAÇÃO		QTD	CIVIL		QTD	ELETROMECAÂNICA		QTD			
Engenheiro		1	Montador		5	Encarregado		2			
Administrativo		2	Pedreiro		4	Topógrafo - nivelador		1			
Eletrotécnico		1	Carpinteiro		2	Eletricista		3			
Téc. Segurança		1	Armador		2	Ajudante		14			
Motorista		1	Vigia		1	Operador Munk		3			
almoxarifado		1	Oper. de máquinas		1	TOTAL		45			
Veiculo Transporte de Funcionários		1	Guindaste - Visa		1	Container Almoarifado		3			
Veiculo de apoio		3	Betoneira		2	Container Escritório		2			
Caminhão Caçamba			Escavadeira Hidráulica			Grupo Diesel Gerador		1			
Caminhão Pipa			Compactador (Sapo)		2	Retroescavadeira		1			
Caminhão Munk		3	Rolo Compactador			TOTAL		19			
FRENTES DE TRABALHO											
Eletromecânico											
1 - Continuação da montagem das chaves seccionadoras de 500kV. 2 - Continuação do tensionamento dos cabos 'manaus'. 3 - Início da montagem dos disjuntores no setor de 500kV. 4 - Teste da malha de aterramento da SE. 5 - Remanejamento do ramal 13,8kV da Cepisa. 6 - Conclusão do pré-tensionamento dos cabos 'manaus'. 7 - Início da montagem dos disjuntores no setor de 230kV.											
SPCS											
Civil											
1 - Continuação da escavação das canaletas de equipamentos no setor de 500kV. 2 - Continuação da adequação das canaletas de passagem de cabos no setor de 500kV.											
Comentários											
1 - Aguardamos cerca de 3 horas a liberação da Taesa para que fosse feito o desligamento da linha de 13,8kV. Ficamos com 6 funcionários parados, mais o engenheiro, Leonardo, aguardando esta resposta. Este desligamento é imprescindível, se o mesmo não for realizado, não será possível trocar o barramento aéreo (existente) por um barramento subterrâneo. Com isso, a montagem de disjuntores no setor de 500kV é prejudicada e não é possível fazer a ancoragem de cabos no setor de 500kV.											
Azienda Fincalizacao Eletro Norte						Azienda Contratada JPW.					

Página 1



PLANTA CHAVE
S/ESC.

LEGENDA:

- EIXOS DE REFERÊNCIA DA SUBESTAÇÃO
- ALAMBRADO DE TELA EM MOURÕES DE CONCRETO
- CABO DE COBRE NÚ 95mm² (A INSTALAR)
- CABO DE COBRE NÚ 95mm² (EXISTENTE)
- CABO DE COBRE NÚ 70mm²
- CONEXÃO SOLDADA EM "X"
- CONEXÃO SOLDADA EM "T"
- RABICHO, CABO DE COBRE NU 70 mm².
- CAIXA DE INSPEÇÃO DA REDE DE TERRA
- HASTE DE TERRA
- CONEXÃO SOLDADA
- MALHA ESPECIAL PARA MECANISMO DE OPERAÇÃO
- CANALETA
- CANALETA REFORÇADA
- ETAPA AT2

(VER DESENHO ATEIII-556-RG-1-M-510)

PLANTA

PIA-091-02001-01-ETAPA AT2 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
 PIA-091-19000-01-ETAPA AT2 - SETOR 500kV - REDE DE TERRA - PLANTA GERAL
 PIA-091-19001-01-ETAPA AT2 - SETORS 500kV - REDE DE TERRA - PLANTA PARCIAL
 PIA-091-19030-01-LM - ETAPA AT2 - MALHA DE TERRA - LISTA DE MATERIAL
 PES-000-19000-R10 - MALHA DE ATERRAMENTO - DETALHES

- 1 - DIMENSÕES EM MILÍMETRO.
- 2 - PARA DETALHES DE ATERRAMENTO VER DESENHO PES-000-19000
- 3 - A REDE DE TERRA DEVERÁ SER INSTALADA A UMA PROFUNDIDADE MÍNIMA DE 0,60m DO NÍVEL
- 4 - OS ELEMENTOS METÁLICOS QUE PARTIAM DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA REDE PARA FORA, DEVERÃO SER ISOLADOS E OU SECCIONADOS A PARTIR DO PONTO DE CRUZAMENTO DESTES COM O ÚLTIMO CONDUTOR DA REDE DE TERRA.
- 5 - OS RABICHOS DEVERÃO TER COMPRIMENTO SUFICIENTE PARA ATERRAR OS EQUIPAMENTOS SEM EMENDAS.
- 6 - O REATERRO DA REDE DEVERÁ SER COMPACTADO A CADA 20cm.
- 7 - LANÇAR DOIS CABOS DE 70mm² NO INTERIOR DE TODAS AS CANALETAS E ATERRA-LOS A REDE A CADA 20 METROS.
- 8 - TODAS AS CAIXAS DE PASSAGEM DE CABOS DEVERÃO TER UM RABICHO COM CABO DE COBRE NÚ 70mm², PARA ATERRAMENTO DOS ELÉTRÓDUTOS.
- 9 - A CERCA DEVERÁ SER ATERRADA APROXIMADAMENTE A CADA 10m.
- 10 - ONDE NECESSÁRIO, OS CABOS DEVERÃO SER DESVIADOS PARA EVITAR EVENTUAIS INTERFERÊNCIAS.
- 11 - A MALHA DE ATERRAMENTO SECUNDÁRIA DEVERÁ SER INSTALADA SOB OS MECANISMOS DE OPERAÇÃO DAS SECCIONADORAS.

REFERÊNCIAS

NOTAS

03								APROVADO PARA CONSTRUÇÃO	
02								Nº PROJ: 016-12-04 Rev.: 01	
01		PROJETO EXECUTIVO		27/05/2015		JOCA		CMC	
REV.	NOME DA PROJ.	PROJETA	APROVADO	DATA	VISTO/APROVAÇÃO	ELN	DATA: 18/03/2015		
REVISÕES									
THEMAG ENGENHARIA GERENCIAMENTO LTDA								VISTO: PM/MS	
								APROV.: JHAP	
								DATA: 18/03/2014	
SUPERINTENDÊNCIA DE EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO - EET								VISTO: JOCA	
GERÊNCIA DE PROJETOS DE SUBESTAÇÕES - EETS								APROV.: CMC	
								DATA: 18/03/2014	
SISTEMA DE TRANSMISSÃO NORTE-NORDESTE								Escala: 1:500	
SUBESTAÇÃO RIBEIRO GONÇALVES 500/230/69/13,8kV								Nº ELETRONORTE:	
ETAPA AT2								PIA-091-19002-01	
SETORS 230/69kV								Revisão: 01	
REDE DE TERRA								Folha: 01/01	
PLANTA PARCIAL								Plotter: 1:0.50	

PIA-091-19002-01

O conteúdo deste documento é de propriedade da ELETRONORTE. É proibida a sua utilização ou reprodução, parcial ou total, sem o seu prévio consentimento.