



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

THALES DE AGUIAR TAVARES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande  
2018

THALES DE AGUIAR TAVARES

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**

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

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Ronimack Trajano de Souza

Campina Grande

2018

THALES DE AGUIAR TAVARES

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**

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

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

André Dantas Germano  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

---

Ronimack Trajano de Souza  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

Dedico este trabalho aos meus pais, José Tavares e Maria José, à minha irmã, Tamara Tavares, aos meus irmãos Thiago Tavares e Túlio Tavares, à minha namorada, Bruna Ribeiro e a todos os familiares e amigos que torceram por mim nesta difícil caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que se faz presente em minha vida e que pôde me propiciar tudo o que alcancei.

Agradeço a Empresa Energy Eletricidade LTDA por ter me dado a oportunidade de estagiar em uma das maiores obras de construções elétricas realizadas atualmente.

Agradeço aos meus pais, José Tavares da Silva e Maria José de Aguiar Tavares, que apesar de todas as dificuldades sempre me apoiaram e se esforçaram para que eu alcançasse meus objetivos.

Agradeço a todos da minha família e em especial a minha irmã Tamara Aguiar, meu cunhado Alberto Mascarenhas e minha tia Valmeisa, por sempre se preocuparem com meu andamento nos estudos e todos os momentos de dificuldades acadêmicas que passei.

Agradeço aos meus amigos, por sempre estarem juntos comigo estudando de dia e de madrugada, com todas as descontrações necessárias para suportar todas as tensões de provas e trabalhos acadêmicos.

Agradeço a todos os meus professores do IFPB e UFCG que me passaram todo o conhecimento necessário para estar hoje concluindo um curso com o qual me identifiquei.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram seja dentro da vida acadêmica ou pessoal.

## RESUMO

O presente relatório visa descrever as atividades realizadas por Thales de Aguiar Tavares durante o estágio integrado na empresa Energy Eletricidade LTDA, bem como apresentar uma visão geral das obras as quais o estágio foi mobilizado. O estágio foi realizado no período entre 09 de abril e 03 de agosto de 2018, e compreendeu o acompanhamento da construção de uma Subestação Coletora 34,5/69kV e uma Linha de Transmissão 69kV pertencentes ao projeto UFV SOL DO FUTURO – Atlas, localizados na cidade de Aquiraz – CE. Além da obra citada anteriormente, o estágio também compreendeu o desenvolvimento de novos processos na empresa e a participação de uma obra de manutenção no Complexo Eólico Trairi Santa Mônica. Sob supervisão dos Engenheiros Eletricistas Leonardo de Medeiros Ramos e Dayvson Faber Alcantara Silva e Alfredo de Carvalho Filho, foram acompanhadas atividades de manutenção em LT's 34,5kV, terraplanagem do plator da SE, fundações, construção de casa de comando, levantamento topográfico/conferência de perfil, aberturas de acessos, desmatamento/limpeza de faixa, construção de ferragens de base para estrutura, e concretagem das estruturas.

**Palavras-chave:** Subestação, Linha de Transmissão, Estruturas, Equipamentos Elétricos, Alta Tensão.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sede da Energy Eletricidade .....	11
Figura 2 Mapa de Obras da Energy Eletricidade.....	12
Figura 3 Equipe mobilizada para obra GE-TRAIRI.....	22
Figura 4 Substituição dos Suportes das Muflas e Adequação dos Jumpers dos Para-Raios (a) antes, (b) depois.....	23
Figura 5 Substituição das chaves seccionadoras, (a) antes, (b) depois. ....	24
Figura 6 Substituição dos Cabos de 500mm <sup>2</sup> dos serviços auxiliares, (a) cabos novos nos cubículos, (b) confecção das muflas nos novos cabos.....	25
Figura 7 Substituição dos Painéis de Comando (a) e (b).....	26
Figura 8 Realização do Teste de Isolação do Trafo.....	28
Figura 9. Seccionamento (a) e Aterramento (b) de Cercas.....	29
Figura 10 Inversão de Fases dos Cabos.....	30
Figura 11 Terraplanagem do terreno da SE SDF (a) e (b).....	32
Figura 12 Escavações das Fundações (a) e (b) .....	33
Figura 13 Armação (a) e Base Concretada (b) .....	33
Figura 14 Instalação das Estruturas dos Equipamentos de 69kV (a) e Pórtivos 69kV (b).....	34
Figura 15 Instalação de Capitéis (a) e Anéis (b) nas Estruturas .....	35
Figura 16 Escavação da Malha de Terra (a) e Soldagem Exotérmica (a) .....	36
Figura 17 Alvenaria das Canaletas .....	36
Figura 18 Aplicação de concreto na Laje da Casa de Comando .....	37
Figura 19 Acompanhamento Tecnológico dos Corpos de Prova .....	38
Figura 20 Relatório Diário de Obra.....	39
Figura 21 Relatório de Inspeção .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Av.	Avenida
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CE	Ceará
ENG.	Engenheiro
FC	Força e Comando
kV	Kilovolts
LT	Linha de transmissão
Ltda	Limitada
mm <sup>2</sup>	Milímetros quadrado
MVA	Megavoltampère
NBr	Norma Brasileira
PB	Paraíba
SE	Subestação
SESMT	Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Trabalho
Sr.	Senhor
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFV	Central Geradora Fotovoltaica
SDF	Sol do Futuro
GE	General Eletric



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 Objetivo.....	10
1.2 Estrutura do Trabalho.....	10
<b>2. A EMPRESA .....</b>	<b>11</b>
2.1 LOCAIS DE ATUAÇÃO.....	12
<b>3. EMBASAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
3.1 LINHAS DE TRANSMISSÃO .....	13
3.1.1 TIPOS DE SUPORTE .....	14
3.2 SUBESTAÇÕES .....	18
3.2.1 EQUIPAMENTOS .....	19
3.2.2 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO .....	20
<b>4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....</b>	<b>22</b>
4.2 OBRA – UFV SOL DO FUTURO .....	31
4.2.1 ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO: .....	32
4.2.2 ATIVIDADES DE GESTÃO DE OBRA .....	38
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas durante o estágio integrado do aluno Thales de Aguiar Tavares, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Energy Eletricidade Ltda, sob supervisão dos Engenheiros Eletricistas Leonardo de Medeiros Ramos e Dayvson Faber Alcantara Silva e Alfredo de Carvalho Filho.

O estágio iniciou no dia 09 de abril e encerrou no dia 03 de agosto, tendo uma carga horária diária de 8 horas, totalizando 668 horas.

As principais atividades do estágio consistiram no acompanhamento das Obras Trairi – CE e UFV - Sol do Futuro, a última ainda em andamento engloba a construção de uma SE Coletora 34,5/69kV, LT 69kV e Bay de conexão na SE Aquiraz II.

Ao longo do estágio houveram diversas atividades de confecção de relatórios e procedimentos que serão discutidos mais à frente.

### **1.1 OBJETIVO**

O estágio teve como objetivo principal o acompanhamento de obras, sendo elas a manutenção de uma linha de transmissão de 34,5 kV pertencente ao complexo eólico Trairi, situado no município de Trairi – CE e a construção de uma Subestação Coletora 34,5/69kV e uma Linha de Transmissão 69kV pertencentes ao projeto UFV SOL DO FUTURO – Atlas, localizados na cidade de Aquiraz – CE.

### **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está organizado da seguinte forma: O capítulo 2 apresenta a história da empresa Energy Eletricidade e sua área de atuação. No capítulo 3 estará apresentado a fundamentação teórica sobre Linhas de Transmissão e Subestação, teoria fundamental para o acompanhamento das atividades acompanhadas, estas serão apresentadas no capítulo 4. E por fim, as considerações finais apresentadas no capítulo 5.

## 2. A EMPRESA

Fundada em 1995 pelo engenheiro Luiz Alberto Leite, na cidade de Campina Grande – PB, a Energy Eletricidade LTDA é uma empresa inovadora e preparada para os desafios do mercado, focada no crescimento e desenvolvimento, procurando sempre ampliar seus limites de ações no setor elétrico, oferecendo soluções seguras e de alta qualidade. A figura 1 apresenta a sede da Energy Eletricidade.

Figura 1 Sede da Energy Eletricidade



Fonte: Energy Eletricidade, 2018

Desde a sua criação, a Energy Eletricidade realiza projetos em instalações elétricas de baixa, média e alta tensão e ao longo dos anos a empresa vem apresentando um processo contínuo de crescimento, lançando-se em obras de maior vulto e complexidade.

Hoje, a Energy Eletricidade detém alta capacitação técnica, retendo em seu portfólio, após 23 anos de experiência, um acervo de obras executadas, que a credencia como uma das pioneiras, em Campina Grande, no ramo de projetos e execução de Linha de Transmissão, Subestação e Redes de Distribuição de Energia

## 2.1 LOCAIS DE ATUAÇÃO

Nos últimos anos devido aos grandes investimentos em energias renováveis, a Energy Eletricidade se fez presente em diversas obras no âmbito de energia eólica e energia solar fotovoltaica. Isto é possível ver através do mapa de obras apresentado na Figura 2, no qual as maiores densidades das obras encontram-se na região de maior potencial energético eólico e solar do Brasil.

Figura 2 Mapa de Obras da Energy Eletricidade



Fonte: O Próprio Autor

### 3. EMBASAMENTO TEÓRICO

#### 3.1 LINHAS DE TRANSMISSÃO

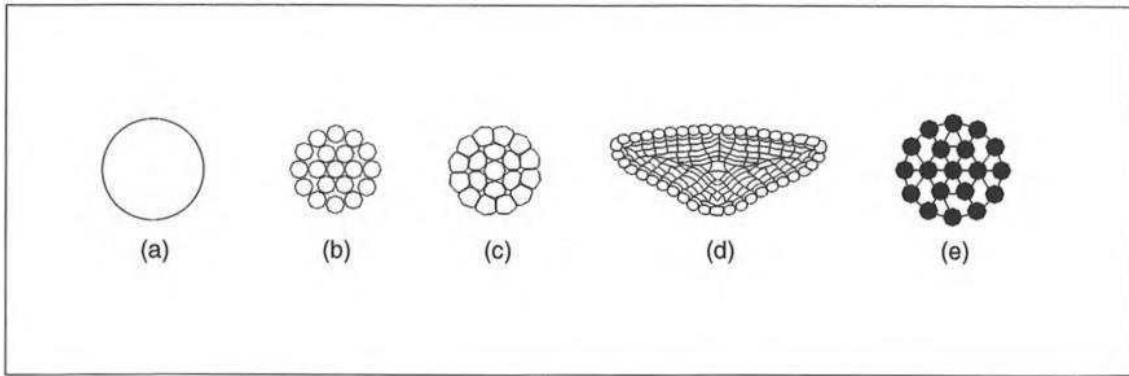
Linhas de transmissão são circuitos elétricos através dos quais a energia elétrica é transportada de um terminal emissor a um receptor. As linhas de transmissão são construídas com o intuito de atender a critérios técnicos e econômicos de modo a tornar viável o transporte de energia elétrica das fontes geradoras aos centros de distribuição.

As linhas de transmissão podem ser aéreas, subterrâneas ou subaquáticas. Uma linha de transmissão aérea é aquela na qual o principal meio isolante é o ar. Já em uma linha subterrânea, são empregados cabos isolados e enterrados no solo, enquanto em uma linha subaquática são empregados cabos isolados lançados no leito do corpo de água a ser transposto. As linhas de transmissão aéreas apresentam custo comparativamente menor que os demais tipos de configuração. Portanto ao longo da seção a sigla LT estará se referindo a linha de transmissão aérea.

Os componentes básicos de uma linha de transmissão do tipo aérea, como a linha que fez parte deste estágio, são:

1. Condutor: componente principal da linha de transmissão. O condutor pode ser constituído de:
  - a. Cobre- Depois do ferro, é o metal mais utilizado na indústria elétrica. Em relação as condutividades elétrica e térmica, o cobre se configura como melhor material, depois da prata. Possui baixa resistividade e características mecânicas favoráveis;
  - b. Alumínio- De cor branca prateada, possui pequena resistência mecânica e grandes ductibilidade e maleabilidade;
  - c. Ligas Metálicas- Que podem ser de cobre (copperweld), de alumínio (allumoweld) ou ACSR (Aluminium Core Steel Reinforced) ou CAA (Cabos de Alumínio-Aço). A Figura 3 apresenta os tipos de formação de condutores.

Figura 3 Diversos tipos de formação dos condutores elétricos



Fonte: MAMEDE, 2005.

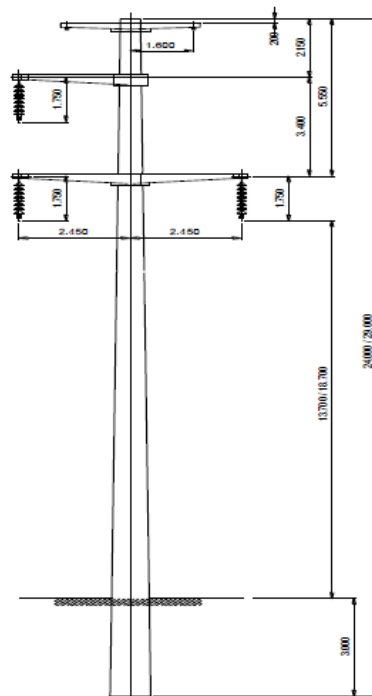
2. Isoladores: Têm a função de suspensão, ancoragem ou separação dos condutores. Quanto às solicitações mecânicas, os isoladores estão sujeitos a forças verticais pelo peso dos condutores, horizontais axiais para suspensão e horizontais transversais pela ação do vento. Com relação às solicitações elétricas, devem suportar a tensão nominal e sobtensões em frequência industrial, sobtensões de manobra e de origem atmosférica;
3. Estruturas: As estruturas das torres de LT podem ser construídas em vários materiais, sendo os mais usuais as estruturas metálicas de aço revestido com zinco (aço galvanizado), as de concreto armado, as de madeira e as de fibras de vidro;
4. Condutores para-raios: Os condutores neutros são utilizados como proteção da linha, interceptando descargas atmosféricas e, atualmente, é incorporado fibra ótica ao seu núcleo, os chamados OPGW (Optical Ground Wire), utilizados para transmissão de dados e voz pelos serviços de comunicação. Seu material pode ser aço ou ligas de alumínio. Normalmente esses cabos são solidamente aterrados, podendo também ser isolados por isoladores de baixa capacidade de ruptura.

### 3.1.1 TIPOS DE SUPORTE

O tipo de suporte dos cabos condutores define as famílias de estruturas, que podem ser classificados como a seguir:

1. **Suspensão ou Alinhamento:** São suportes dimensionados para em condições normais de operação, resistir aos esforços verticais devido ao peso dos cabos, isoladores e suas ferragens. Devem suportar igualmente as forças horizontais transversais decorrentes da pressão do vento sobre cabos, isoladores e sobre seus próprios elementos. Na Figura 4, é ilustrado o projeto para uma estrutura nomeada como ASL1 e BSL1, utilizada para suspensão.

Figura 4 Tipo de Estrutura Suspensão (ASL1/BSL1).

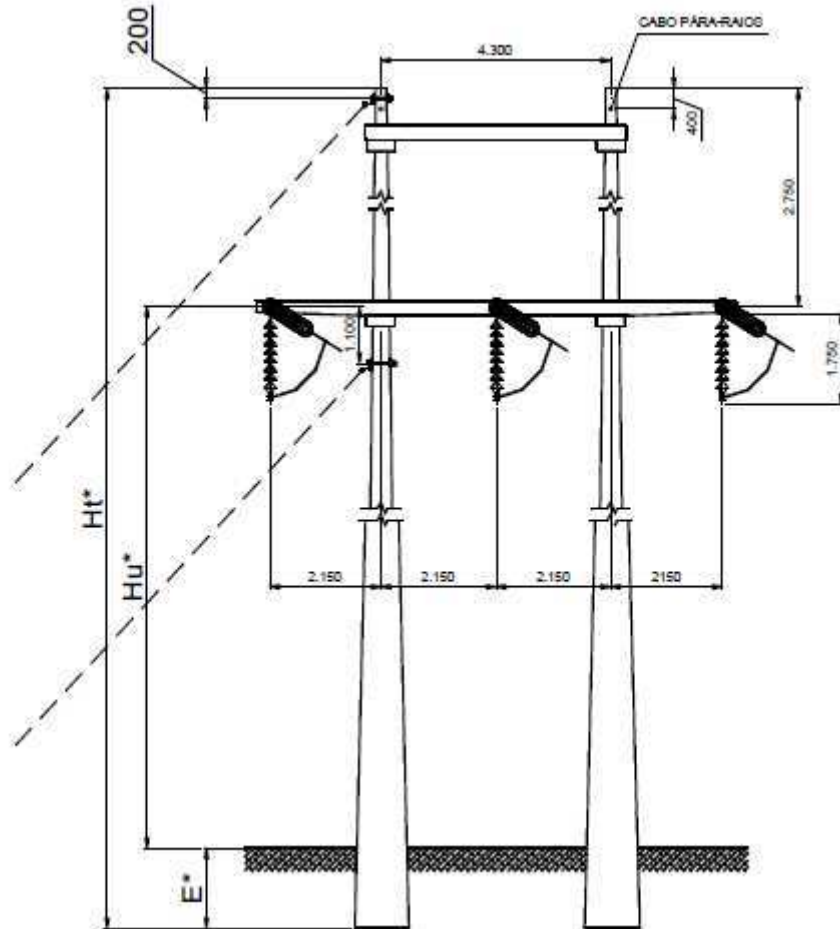


Fonte: PE-001-13-RS-21 – ATLANTIC/ARTECHE.

2. **Ancoragem:** devem suportar, além dos esforços decorrentes da suspensão dos cabos, unilateralmente aos esforços decorrentes do tensionamento dos cabos durante a montagem, ou após a ruptura de alguns deles, supondo-se ausência de ventos de máxima intensidade. São utilizados pelos projetistas a intervalos regulares ao longo das linhas, afim de facilitar o retensionamento dos cabos quando necessário. É apresentado na Figura 5,

o desenho básico de uma estrutura do tipo AF5/AF80, pertencente a essa família.

Figura 5 Tipo de Estrutura de Ancoragem (AF5/AF80).



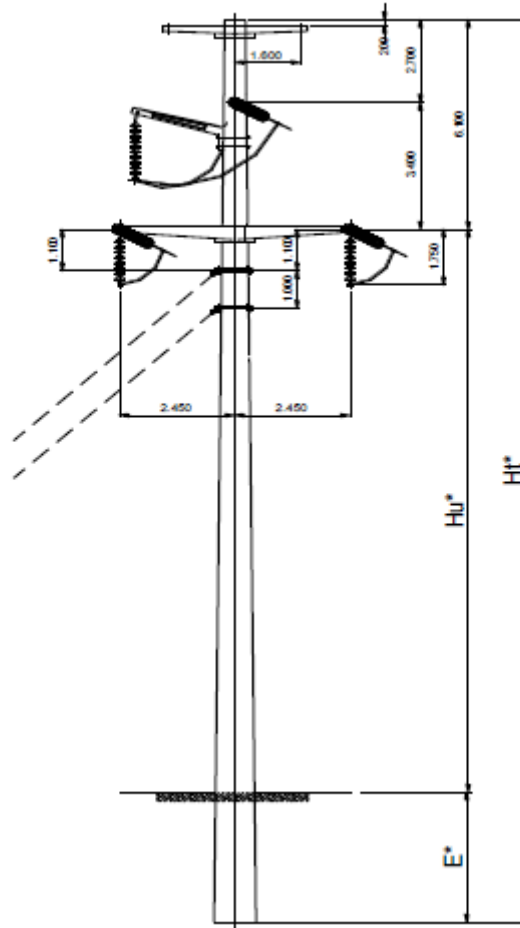
Fonte: PE-001-13-RS-21 – ATLANTIC/ARTECHE.

3. **Terminal ou Ancoragem Total:** são os suportes utilizados no início ou no fim de linhas. Para esse tipo de estrutura, é exigida a responsabilidade de manter os cabos esticados. São os suportes mais solicitados, sendo, portanto, os mais reforçados.
4. **Ângulo:** são estruturas dimensionadas para suportar, além dos esforços verticais e transversais, também as forças decorrentes da resultante das forças de tração nos cabos nos dois alinhamentos que se cruzam. A



estrutura AI6/AI32 é uma das estruturas dessa família e é apresentada na Figura 6.

Figura 6 Tipo de Estrutura de Ângulo (AI6/AI32).



Fonte: PE-001-13-RS-21 – ATLANTIC/ARTECHE.

### 3.2 SUBESTAÇÕES

Uma subestação (SE) é uma instalação elétrica que se trata da transferência de energia elétrica de uma fonte ou fontes para vários centros de consumo. O projeto de uma subestação envolve a seleção do tipo de circuito, planejamento das cargas; sistemas de chaves e sistemas de proteção. É uma instalação elétrica de alta potência contendo um conjunto de máquinas, aparelhos e circuitos cuja finalidade é modificar os níveis de tensão e corrente, permitindo a distribuição de energia a sistemas de linhas diversos.

Um projeto de um sistema necessita dos seguintes procedimentos básicos:

- Seleção do tipo de circuito básico e sua configuração, que fornecerá energia elétrica com características definidas a cada centro de consumo;
- Especificação dos equipamentos, condutores, ferragens, isoladores e estruturas, relacionando tipos, modelos, dimensões, capacidade e outras características;
- Correlação das duas etapas anteriores dentro das dimensões físicas das áreas disponíveis, mostrando claramente localizações, detalhes, perfis e se algum componente requer atenção especial.

Um projeto é expresso em formas de esquemas, diagramas, planos, perfis, lista de equipamentos, desenhos e detalhes, alguns estão representados na Figura 6. Do ponto de vista do projeto, na maioria dos casos, o objetivo é atingido pela definição estrutural de um circuito básico. As bases do projeto são pouco influenciadas pelo nível de tensão e corrente, os quais, meramente afetam as dimensões dos componentes e a distância que os separa.

Uma subestação pode ser classificada quanto a sua função, nível de tensão, tipo de instalação e forma de operação. Em relação a função ela pode ser:

- **Subestação abaixadora:** instalada em relativa proximidade aos centros consumidores, reduz a tensão a níveis adequados à distribuição e consumo de energia;
- **Subestação elevadora:** instalada junto às centrais geradoras, aumenta o nível de tensão a fim de viabilizar a transmissão de energia elétrica;
- **Subestação de manobra:** que é destinada a modificar a configuração de um sistema elétrico, mediante manobras de LT's.

Uma subestação conversora tem como função a conversão de energia elétrica em corrente alternada para energia elétrica em corrente contínua e /ou o inverso. Já a subestação inversora opera apenas no sentido da corrente contínua para a corrente alternada, sem previsão

para conversão no sentido oposto. E por fim, a conversora de frequência. Subestação que converte energia elétrica em corrente alternada de uma determinada frequência para energia elétrica em outra frequência diferente.

Quanto ao modo de instalação, as subestações podem ser abrigadas ou externas sendo esta última predominante no sistema elétrico, tendo como principal isolante o ar atmosférico. A disposição dos equipamentos da subestação é determinada pelo tipo de instalação, nível de tensão, potência e confiabilidade esperada.

### 3.2.1 EQUIPAMENTOS

Os principais equipamentos que podem estar presentes em uma subestação típica são:

- **Transformador de potência:** É um equipamento elétrico estático que, por meio de indução eletromagnética, transfere energia do circuito primário para o circuito secundário mantendo a mesma frequência e, em geral, alterando os valores de tensão e corrente.
- **Transformador para instrumentos:**
  - Transformador de potencial (TP): são equipamentos capazes de reduzir a tensão do circuito para níveis compatíveis com a máxima suportável pelos instrumentos.
  - Transformador de corrente (TC): são equipamentos que fornecem correntes suficientemente reduzidas e isoladas do circuito primário de forma a possibilitar o seu uso por equipamentos de medição, controle e proteção.
- **Disjuntor:** São equipamentos destinados a interromper a corrente elétrica de um circuito em condições normais, anormais ou em curto circuito. Uma das funções do disjuntor é a extinção do arco elétrico. Ao interromper a corrente elétrica em um circuito, há formação de arco elétrico que é definido pela passagem da corrente elétrica através do ar ou do meio isolante.
- **Chave seccionadora:** São dispositivos destinados a realizar manobras de abertura e fechamento de circuito elétrico sem carga. Geralmente as chaves seccionadoras utilizadas em subestações são trifásicas com acionamento simultâneo das três fases por intermédio de um comando único.

- **Para-raios:** são responsáveis pela proteção contra sobretensões nos diversos equipamentos que compõem uma subestação ou para proteger apenas um transformador de potência. Eles limitam as sobretensões a um valor máximo suportado por um equipamento.
- **Isolador de pedestal:** é uma coluna formada por uma ou mais peças montadas em série. Cada unidade dispõe de uma base e se um topo em chapa de aço através das quais unem-se os isoladores por meio de parafusos de ferro galvanizados. O número de unidades que determina a altura da coluna é função do nível de tensão desejada. (MAMEDE,2005).
- **Reatores e/ou capacitores para controle de potência reativa:** são bastante utilizados na compensação de reativos, principalmente pelo baixo custo e relativa facilidade na instalação e operação. Normalmente, os bancos de capacitores são conectados na barra de alta tensão das subestações e os bancos de reatores são conectados nas barras das subestações ou em linhas de transmissão, podendo ser ligados em série ou em derivação

### 3.2.2 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

A subestação pode ser dividida em um setor de potência, no qual os equipamentos do circuito de potência serão instalados, e um setor de comando constituído da casa de comando na qual estão abrigadas os relés, painéis e mostradores de comando, medição, faturamento e proteção.

A construção de uma subestação pode ser dividida em etapas civil e eletromecânica. As principais atividades da etapa civil são:

- Preparação e terraplanagem do terreno que acomodará a futura subestação;
- Construção de mureta de proteção que delimitará a instalação;
- Construção das fundações dos postes e dos equipamentos;
- Implantação dos pórticos e pedestais;
- Escavação de valas para a malha de aterramento e construção das canaletas para os circuitos de comando;
- Construção do prédio da casa de comando.

A etapa eletromecânica consiste em:

- Montagem das ferragens e isoladores;
- Montagem dos equipamentos elétricos;
- Fixação dos cabos condutores e implantação da malha de aterramento;
- Instalação dos cabos de comando e medição nas canaletas, desde os equipamentos correspondentes até a casa de comando;
- Montagem dos painéis e circuitos da casa de comando;
- Montagem dos circuitos de serviços auxiliares CA/CC;
- Instalação do banco de baterias e seu circuito.

#### 4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas no estágio foram divididas em duas obras, a primeira compreendeu a obra de manutenção da LT 34,5 kV pertencente ao Complexo Eólico Trairi, localizada em Trairi – CE, e a segunda parte descreve as atividades acompanhadas na SE Coletora 34,5/69kV e LT 69kV que pertencem ao projeto Sol do Futuro, usina fotovoltaica localizada na cidade de Aquiraz – CE.

##### 4.1 OBRA – TRAIRI – CE

O primeiro grande desafio de campo designado ao estagiário foi a obra de manutenção da LT 34,5 kV do Complexo Eólico Trairi, localizado na cidade de Trairi – CE. O complexo pertence a empresa Engie, e a manutenção foi realizada pela Energy Eletricidade em contrato firmado com a General Eletric - GE.

A maior parte da obra foi executada ao longo de um desligamento no parque que compreendeu 6 dias (15 a 20 de maio). A obra foi comandada pelo Engenheiro Alfredo de Carvalho Filho e teve o estagiário como auxiliar de engenharia, na equipe também estavam presentes 1 técnico de segurança, 2 encarregados de obras, 7 montadores, 1 eletricista Força e Controle, 1 motorista, 1 operador de máquinas e 2 ajudantes, totalizando 17 pessoas mobilizadas.

Figura 7 Equipe mobilizada para obra GE-TRAIRI



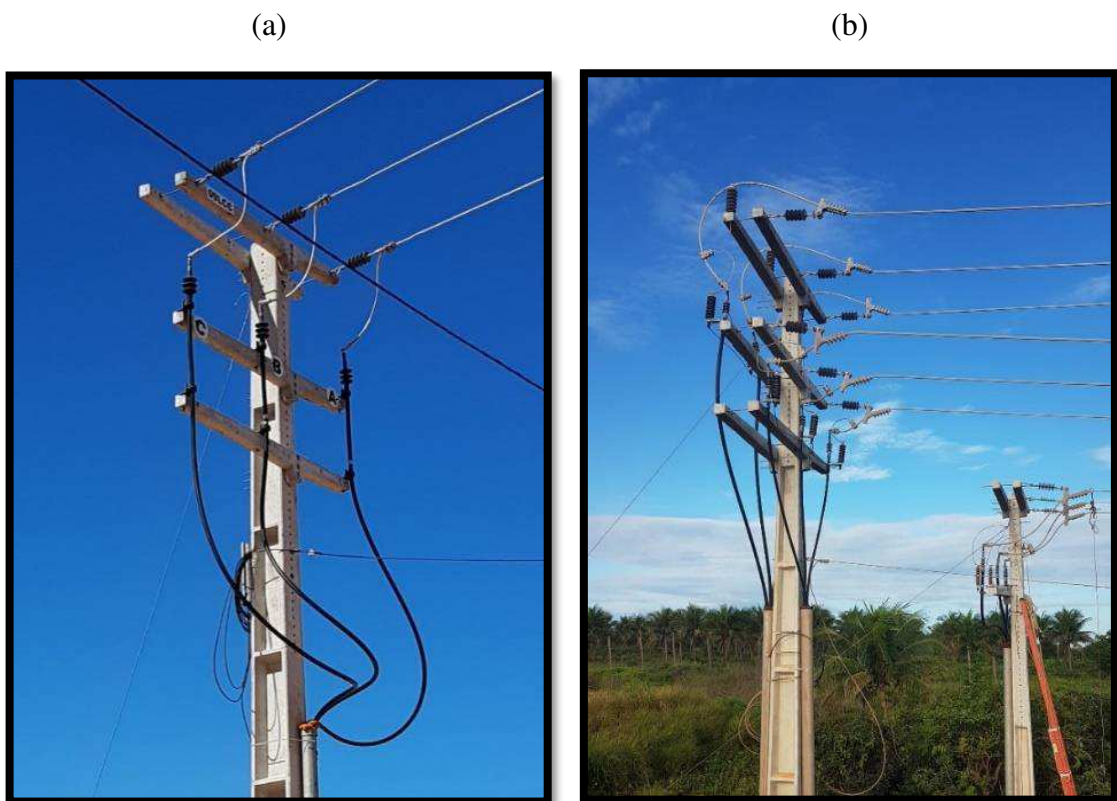
Fonte: O Próprio Autor

As atividades do Estagiário iniciaram uma semana antes, na qual o mesmo foi mobilizado juntamente com o Técnico de Segurança do Trabalho para alinhar as atividades administrativas, dentre elas, alugueis de casas para estadias, cadastro em postos de combustíveis, materiais de construção e restaurantes, dentre outros.

Com o desligamento do parque no dia 15 de maio, deu-se início as atividades, no parque, dentre elas podemos destacar:

- Substituição dos Suportes das Muflas, apresentada na Figura 8. que se encontravam instalados de maneira errônea provocando quebras dos mesmos e com isso possíveis desligamentos indesejáveis e ajuste dos jumpers dos para-raios e cabos de aterramento.

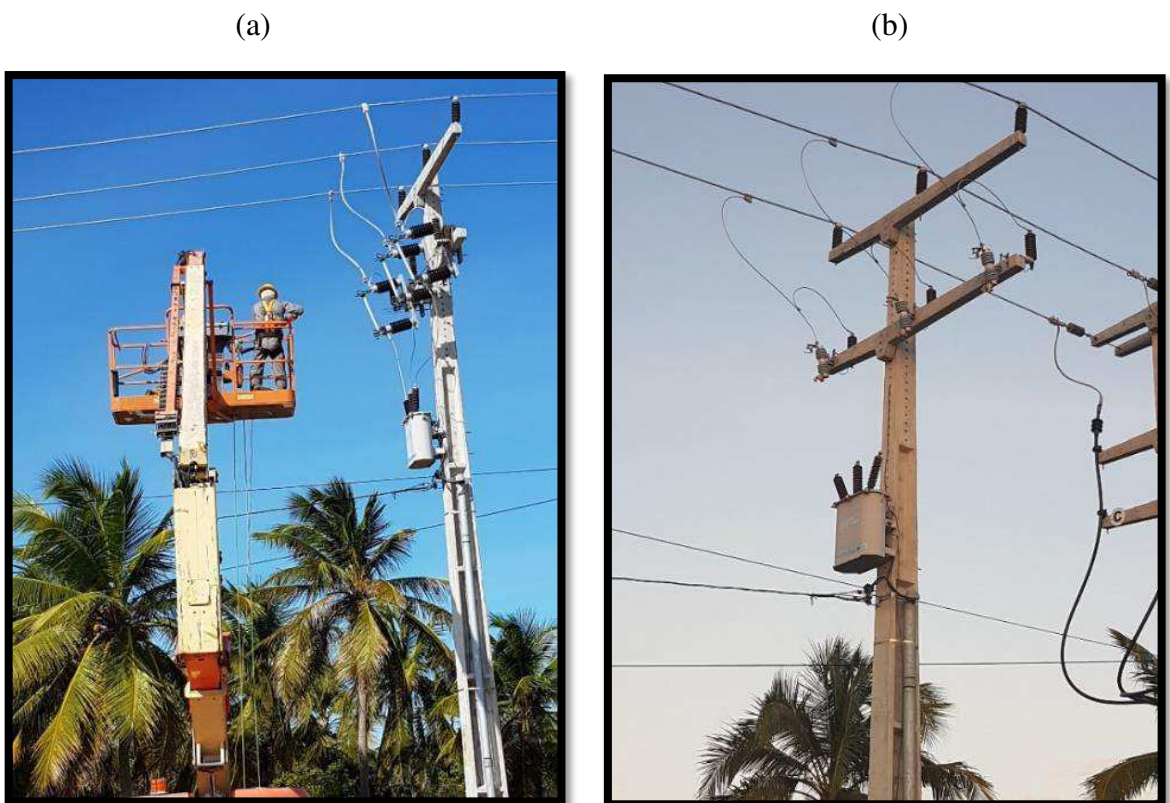
Figura 8 Substituição dos Suportes das Muflas e Adequação dos Jumpers dos Para-Raios (a) antes, (b) depois.



Fonte: O Próprio Autor

- Substituição das chaves seccionadoras, apresentado na Figura 9, que se conectam ao transformador de alimentação dos serviços auxiliares, antes robustas e grandes, por chaves menores e de maior facilidade de manobra, porém frágeis.

Figura 9 Substituição das chaves seccionadoras, (a) antes, (b) depois.



Fonte: O Próprio Autor



- Substituição de cabos de 500mm<sup>2</sup> por cabos de 300 e 400mm<sup>2</sup>, apresentados na Figura 10, pois os mesmos encontravam-se com água em seu interior, devido à má instalação das muflas. Confeção de novas muflas nas extremidades dos cabos.

Foi questionado o fato de ter sido realizado uma troca de cabos por cabos de dimensões menores e a justificativa da empresa proprietária foi o novo dimensionamento realizado no parque, devido a diminuição do número de aerogeradores.

Figura 10 Substituição dos Cabos de 500mm<sup>2</sup> dos serviços auxiliares, (a) cabos novos nos cubículos, (b) confecção das muflas nos novos cabos.

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

- Substituição dos painéis de comando de serviços auxiliares, visto na Figura 11, por painéis mais modernos e robustos.

A substituição dos painéis foi solicitação da empresa proprietária, com a justificativa de que os painéis anteriormente instalados encontravam-se apresentando problemas constantes.

Figura 11 Painéis de Comando novos (a) e (b)

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

Uma das atividades que estavam descritas no escopo da Obra era a substituição de um transformador de alimentação de serviços auxiliares que se encontrava danificado devido a ocorrência de uma descarga atmosférica no mesmo. Este foi retirado da estrutura e a pedido da GE foi realizado, pelo estagiário, o teste de isolamento do Trafo a partir do equipamento Megômetro.

A realização do procedimento seguiu a teoria apresentada no experimento de transformadores apresentados na disciplina de laboratório de equipamentos elétricos, que descreve os seguintes passos:

- Aterrar o terminal X0 do transformador, juntamente com sua carcaça;
- Com o auxílio de cabos, curto-circuitar os terminais de alta tensão H1, H2 e H3.
- Fazer o mesmo para os terminais de baixa tensão X1, X2 e X3;
- De posse de um megômetro adequado para a tensão nominal do transformador, determinar as resistências do trafo entre:
  - Terminais de Alta Tensão e Massa MW
  - Terminais de Baixa Tensão e Massa MW
  - Terminais de Alta Tensão e Baixa Tensão MW
  - Temperatura ambiente = °C

Os dados colhidos ficaram no intervalo de 700 à 1800M ohm, sendo assim satisfatórios e com isso pôde-se identificar que o Trafo não estava em curto circuito pleno, porém devido a tensão do megômetro ser de apenas 1kV, o teste não pode ser devidamente conclusivo quanto a isolamento total do equipamento.

Figura 12 Realização do Teste de Isolação do Trafo



Fonte: O Próprio Autor

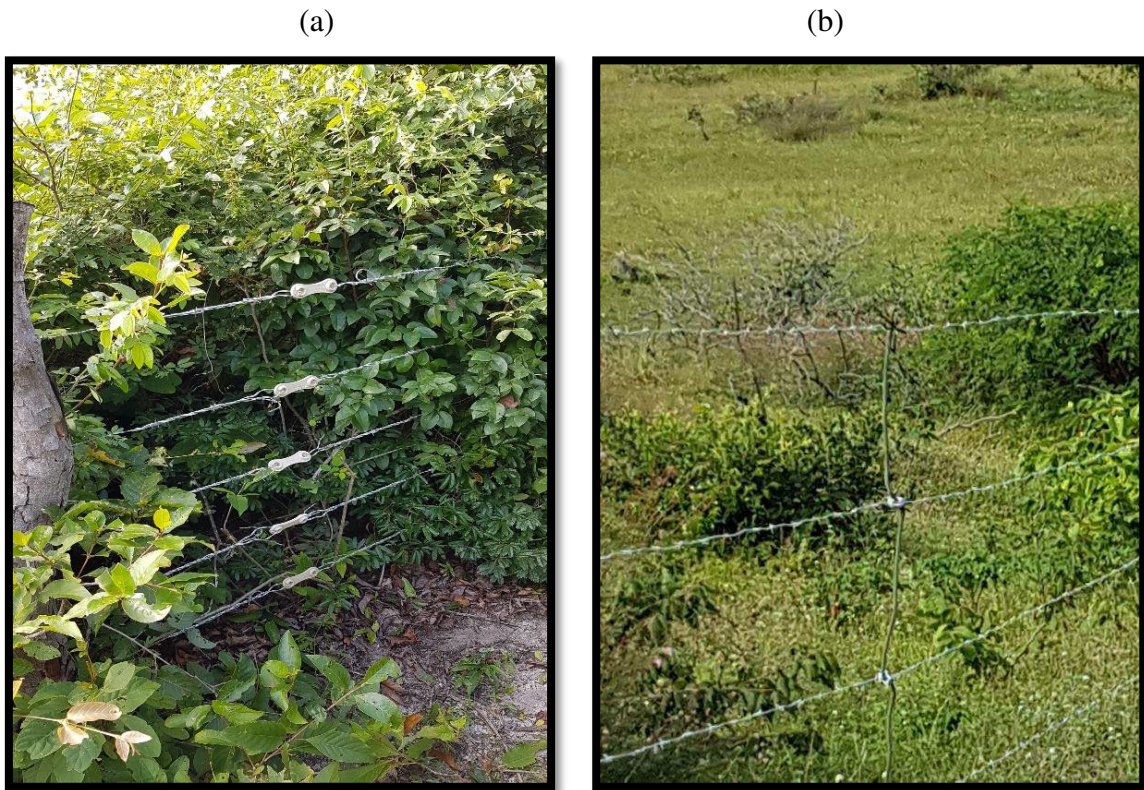
No dia 20 de maio a equipe foi retirada do parque para dar início ao processo de energização das turbinas. Com o tempo bastante restrito ao período de desligamento, que é programado uma vez ao ano, algumas atividades com menor grau de prioridade, não puderam ser executadas, assim foi realizada uma reunião entre Energy e GE com objetivo de alinhar as pendências que não foram executadas.

Na ata da reunião foi definido que a equipe se manteria por mais alguns dias na obra sob supervisão do Estagiário, executando atividades que não necessitariam de desligamento do parque, podemos destacar a atividade de Aterramento, Seccionamento e Recuperação de cercas.



- Em todos os “cruzamentos” da LT com cercas e colchetes, deve-se haver aterramento e seccionamento da cerca para evitar possível energização em caso de ocorrência de falta em determinados trechos da LT. A Figura 13 ilustra o seccionamento e aterramento das cercas.

Figura 13. Seccionamento (a) e Aterramento (b) de Cercas.



Fonte: O Próprio Autor

**Ocorrência Noturna:** Durante a noite do dia 21/05 a equipe foi acionada devido a problemas na energização de um dos parques. O problema foi detectado pela equipe de manutenção da empresa proprietária através da observação da rotação no sentido contrário dos aerogeradores, isso se deve ao fato da ligação das turbinas eólicas terem sido feitas com sequência de fases invertidas, portanto refizemos os cabos com sequência de fase CBA compatível com a ligação das Turbinas.

A Figura 14 apresenta a sequência de fases ABC e CBA, a inversão de fases de um sistema de máquinas rotativas irá provocar uma rotação no sentido contrário ao esperado, a Figura 15 apresenta o procedimento realizado.

Figura 14 Sequências de Fases ABC (a) e CBA (b)

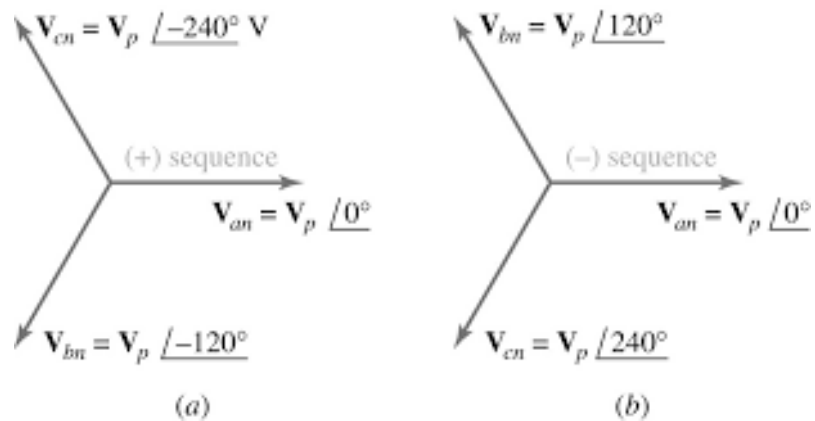


Figura 15 Inversão de Fases dos Cabos



Fonte: O Próprio Autor

## 4.2 OBRA – UFV SOL DO FUTURO

A Usina Fotovoltaica Sol do Futuro, de propriedade da Atlas Renewable Energy, está localizada na região do município de Aquiraz no estado do Ceará e foi planejada com o propósito de participar do 8º Leilão de Energia de Reserva (LER), ocorrido em novembro de 2015.

O projeto tornou-se vencedor e conta com três lotes nominais de 27 MWp e terá uma capacidade total instalada de 81MWp, equivalente a soma de todas as potências dos 233.280 módulos fotovoltaicos repartidos entre três parques que somaram uma área total de 190 hectares.

A Energy Eletricidade em consórcio com a ABB está trabalhando na implantação de uma subestação coletora que fará a transformação da energia gerada em 34,5 kV para 69 kV. O mesmo consórcio também é responsável pela construção do Bay de conexão na Subestação de Aquiraz II, assim como também a linha de transmissão em 69 kV conectando a Subestação coletora ao Bay, com aproximadamente 9,6 km de comprimento.

A mobilização do Canteiro de Obras da Energy Eletricidade deu-se início no mês de fevereiro, juntamente com a terraplanagem do terreno da SE coletora. O estagiário foi enviado para obra no dia 03 de junho de 2018, e permaneceu mobilizado na obra até a conclusão do estágio.

Dentre as atividades acompanhadas pelo estágio, podem-se destacar:

#### 4.2.1 ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO:

- TERRAPLANAGEM DO TERRENO DA SE SDF:

A Terraplanagem, apresentada na Figura 16, é a primeira atividade de execução de uma subestação, sua finalidade principal é promover um nivelamento correto do terreno, além de uma compactação ideal para promover uma boa resistência à aplicação de peso e um bom escoamento de corrente através da malha de terra.

Figura 16 Terraplanagem do terreno da SE SDF (a) e (b)

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

- ECAVAÇÃO DAS FUNDAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS:

A maioria dos equipamentos presentes em uma Subestação são posicionados por estruturas, e todas elas são instaladas e concretadas sob fundações específicas para o peso de cada estrutura instalada. A Figura 17 ilustra as escavações das fundações.



Figura 17 Escavações das Fundações (a) e (b)

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

- INSTALAÇÃO DE ARMAÇÕES E CONCRETAGEM DAS BASES DOS EQUIPAMENTOS:

Após realização das escavações, são instaladas armações e formas de carpintaria e é realizada a concretagem para finalizar as bases dos equipamentos (figura 18).

Figura 18 Armação (a) e Base Concretada (b)

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

- **INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO:**

Todas as estruturas, sejam elas para suporte de equipamentos ou pórticos, são posicionadas nas fundações através do caminhão Munck e conferidas pelo Topografo que acompanha todo o processo de posicionamento e concretagem dessas estruturas. A figura 19 apresenta o processo de instalação das estruturas de concretos dos equipamentos e pórticos de 69 Kv.

Figura 19 Instalação das Estruturas dos Equipamentos de 69kV (a) e Pórticos 69kV (b)

(a)



(b)



Fonte: O Próprio Autor

- **INSTALAÇÃO DOS ANEIS E CAPITÉIS NAS ESTRUTURAS**

Com as estruturas posicionadas, instala-se os anéis dos pórticos e capitéis das bases dos equipamentos, visto na Figura 20. Os capitéis são instalados de acordo com a altura de cada equipamento, mas sempre respeitando a altura de segurança da Subestação.



Figura 20 Instalação de Capitéis (a) e Anéis (b) nas Estruturas

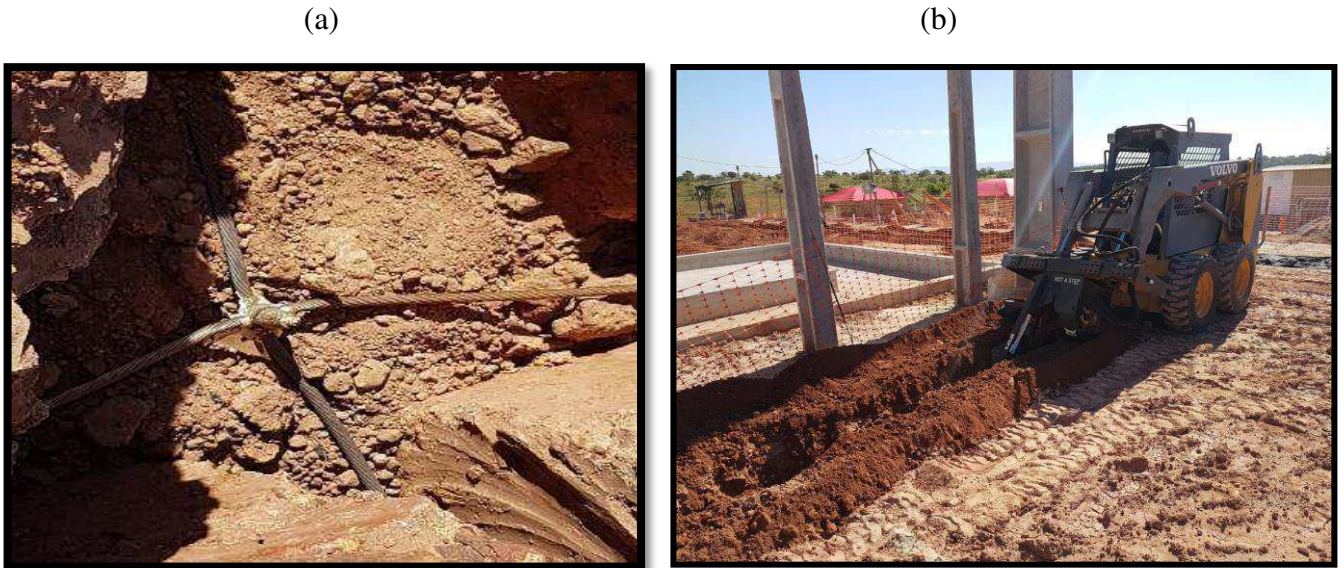


Fonte: O Próprio Autor

- CONFEÇÃO DA MALHA DE TERRA

A Malha de Terra consiste em um arranjo de condutores dispostos ao longo de toda subestação, com o objetivo de drenar toda a corrente proveniente de situações adversas, ao longo da malha também serão distribuídas cerca de 40 hastes de aterramento. Todas as conexões da malha são feitas através de soldas exotérmicas. A atividade de confecção da Malha de Terra pode ser vista na Figura 21.

Figura 21 Escavação da Malha de Terra (a) e Soldagem Exotérmica (a)



Fonte: O Próprio Autor

- CANALETAS:

As canaletas (figura 22) são responsáveis por dispor os cabos de conexão eletromecânica ao longo da subestação.

Figura 22 Alvenaria da Canaletas



Fonte: O Próprio Autor

- CONCRETAGEM DA LAJE DA CASA DE COMANDO

Sendo uma das últimas atividades acompanhadas pelo estagiário, a concretagem da Laje da Casa de Comando (figura 23) foi uma execução complexa, devido a todos os requisitos de segurança e qualidade.

Figura 23 Aplicação de concreto na Laje da Casa de



Fonte: O Próprio Autor



#### 4.2.2 ATIVIDADES DE GESTÃO DE OBRA

- ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS DE ROMPIMENTOS DOS CORPOS DE PROVA

A cada realização de concretagem de elementos importantes da Subestação, faz-se necessário a confecção de 6 corpos de prova. Os mesmos são encaminhados para laboratório especializado, onde serão realizados rompimentos, em 7, 14 e 28 dias após a data da confecção do concreto. Todo o processo de confecção e rompimento dos corpos de provas são conforme a norma NBR 5738 de título: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Os dados resultantes dos rompimentos são postos em uma planilha de acompanhamento tecnológico e enviados para equipe de qualidade do cliente da obra. A Figura 24 apresenta os corpos de prova sendo acompanhados para rompimentos em empresa especializada.

Figura 24 Acompanhamento Tecnológico dos Corpos de Prova



Fonte: O Próprio Autor

- ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS

Na rotina da Obra, existem relatórios que devem ser feitos periodicamente, boa parte destes ficaram sobre responsabilidade do estagiário, dentre eles podemos citar:

- RDO (Relatório Diário de Obra): Este relatório (figura 25) deve ser entregue ao cliente diariamente, compreendendo todos os funcionários, máquinas e equipamentos presentes na obra, além de descrever todas atividades desenvolvidas ao longo do dia anterior e também comentários e problemas que impactaram o andamento da obra.


Figura 25 Relatório Diário de Obra

MÃO DE OBRA DIRETA		MÃO DE OBRA INDIRETA									
Função	P	F	Função	P	F	Função	P	F			
Mestre Geral	1		Soldador			Site Manager/Eng. Eletricista	2		Auxiliar de Administração	1	
Encarregado			Serralheiro			Coord. Planejamento/Med			Laboratorista		
Feltor			Maçariqueiro			Site Manager/Engenheiro Civil	1		Tecnico Eletrotecnico		
Pedreiro	6		Pintor			Engenheiro de Segurança			Ferramenteiro		
Carpinteiro	1		Mecânico Montador			Assistente de Planejamento			Porteiro	1	
Armador			Eletricista	1		Técnico Civil / Medição			Motorista		
Montador de Andaime			fz oficial			Médico do Trabalho			Auxiliar de Segurança		
Marteleteiro			Operador de equip terraplenagem			Administrativo de Obra	1		Auxiliar de Almoxarifé		
Operador de betoneira	1		Motoristas	1		Enfermeiro			Supervisor de Obras		
Encanador			Mot. Op. Munc	2		Técnico de Segurança	2		Supervisor Administrativo		
Ajudante Geral	6					Almoxarifé	1		Encarregado/Mest. de Ob		
Montador						Topógrafo	1		Aux de limpeza	1	
Operador de Máquinas	1		<b>TOTAL MOD</b>	<b>20</b>	<b>⚡</b>	Aux Topografia			<b>TOTAL MOI</b>	<b>10</b>	<b>⚡</b>

Fonte: O Próprio Autor

- Relatório De Recebimento E Inspeção De Materiais (figura 26): Este relatório descreve todos os materiais recebidos na Obra, constando o fornecedor, e as possíveis avarias presentes dos materiais. O relatório deve ser entregue ao setor de qualidade, juntamente com Nota Fiscal e Ordem de Compra, sempre que for realizado um novo recebimento.

Figura 26 Relatório de Inspeção

		<b>Relatório de Inspeção Nº 001/18</b>			
Obra:	<b>SOL DO FUTURO</b>	Cliente:	<b>Atlas</b>	Data:	<b>17/07/2018</b>
Consórcio:	<b>ABBIENERGY</b>	Fornecedor:	<b>Premoldados Artec LTDA</b>		
Responsável ABB:	<b>Luiz Balbino</b>				
Responsável ENERGY:	<b>Thales Aguiar</b>				
Nota Fiscal:	<b>20044</b>				
Certificado Nº:	<b>NA</b>				
Liberação de Inspeção de Fábrica:	<b>NA</b>				
Numero do Projeto:	<b>1HBR21844002-018</b>			<b>REV. 00</b>	
Local de Instalação:	<b>SE COLETORA</b>				
Local de Descarga:	<b>Lateral do Plator</b>				
Breve Descrição do Material: Laje Treliçada, Aneis Simples tipo "D", Aneis Simples tipo "V" e Vigas em concreto Armado e concreto Moldado.					
Houve avaria no Transporte?		Sim	( X )	Não	( )
Que tipo?	Trinca sem comprometimento da estrutura				
Houve avaria na Descarga?		Sim	( )	Não	( X )
Que tipo?					
Outros?					

Fonte: O Próprio Autor

- Relatório de Concretagem: Este relatório deve ser feito e entregue sempre quando for realizado uma concretagem na obra. Neste documento deve conter dados de localização e qualidade das regiões onde será aplicado o concreto.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a duração do estágio tenha sido de apenas quatro meses, o estagiário pode ter contato com áreas que ele ainda não havia tido a oportunidade de atuar, lidando com tarefas desafiadoras do dia a dia de Obra de um Engenheiro.

A Obra Traici – CE foi a atividade mais gratificante do estagiário, que pôde participar do processo de elaboração da lista para compra de materiais, mobilização de equipes, e finalização de todas as atividades, sendo visto e respeitado por toda equipe como Engenheiro.

O estágio também foi muito eficaz para aproximar o estagiário com o setor das Construções Elétricas, mostrando na prática alguns dos conhecimentos obtidos nas disciplinas ofertadas ao longo da graduação, tais como Sistemas Elétricos, Materiais Elétricos e principalmente Equipamentos Elétricos.

A disciplina de estágio integrado é de suma importância para a inserção do aluno no mercado de trabalho, é por meio do estágio que muitos alunos adquirem o primeiro contato com um ambiente de trabalho, ampliando a sua rede de contatos e seus conhecimentos, podendo alinhar a parte teórica com a parte prática, enriquecendo bastante o currículo do aluno.

## REFERÊNCIAS

BOZZI, F.A, SILVA,R.F. (2011). *Subestações Elétricas.*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro.

BRAGA, N.C. *Conheça os tipos de linhas de transmissão.* (2018). Disponível em <<http://www.newtoncbraga.com.br>>. Acessado em 29 de julho de 2018.

ENERGY. **Energy Eletricidade – Obras em Andamento.** Campina Grande, 2018..

FERREIRA, J R. **Linhas de Transmissão.** Porto, 2004. 37 slides, color. Disponível em: <<http://paginas.fe.up.pt/~mam/Linhas-01.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

INCOPOSTES. **Galeria de Fotos Transmissão.** Disponível em: <<http://www.incopostes.com.br/galeria-de-fotos-transmissao.html>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

LEÃO, R. **Distribuição de energia elétrica.** Ceará,. Disponível em: <<http://www.dee.ufc.br/~rleao>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

MAMEDE FILHO, J. **Manual de Equipamentos elétricos.** 3. ed. 2005.

MUZY, G.L.C.O. (2012). *Subestações Elétricas.* Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro.

PE-001-13-RS-21-R1 - MD LT, *Memorial Descritivo da Linha de Transmissão*, ARTECHE SOLUTIONS, 2018