

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

RENAN VIEIRA FREIRE

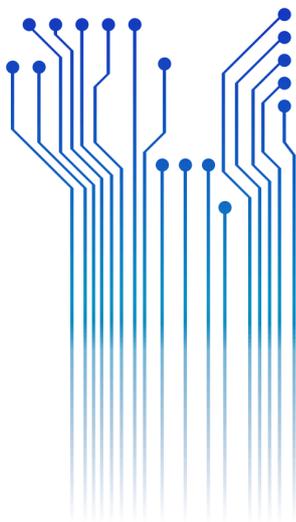


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2016

RENAN VIEIRA FREIRE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
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: Construção Civil

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande  
2016

RENAN VIEIRA FREIRE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
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: Construção Civil

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar durante as jornadas de trabalho, sempre me alimentando de sabedoria e me protegendo.

Agradeço ao professor Leimar de Oliveira, M. Sc. pelo apoio dado durante a minha passagem pela Universidade por todos esses anos, pela paciência, pelos incentivos e pelas injeções de ânimo.

Agradeço ao Engenheiro Leonardo Medeiros Ramos, por todo o suporte, compreensão, esforço e empenho para me transmitir o máximo de conhecimento durante esse período de trabalho enriquecedor. Seus conselhos e auxílios foram fundamentais para o desempenho das obras e para o meu desenvolvimento.

Agradeço ao Engenheiro Eletricista Dayvson Fábio Alcântara Silva e ao Engenheiro Civil Joaquim de Lemos Oliveira Júnior pelos ensinamentos de engenharia, pelo bom humor e conhecimentos transmitidos para me tornar um profissional melhor.

Agradeço aos administradores Romero de M. Ordonho e José Ivan de Araújo por todo o auxílio e conhecimentos gerenciais e administrativos repassados durante todo esse período, pelo companheirismo e pela prestatividade, sempre de bom humor, para ajudar na resolução dos problemas diários.

Agradeço especialmente ao Diretor e Engenheiro Eletricista da Energy Eletricidade, Luiz Alberto Leite, pela oportunidade concedida a mim para participar do período mais enriquecedor da minha vida profissional, desde então.

Agradeço também aos encarregados Francisco Alves dos Santos (Seu Chico) e João Francisco de Souza (João Duvico) por todo o conhecimento de campo repassado, e pelas soluções mais geniais e inesperadas durante as execuções das atividades da obra.

Por fim, agradeço a toda a equipe Energy Eletricidade, a todos os funcionários envolvidos direta e indiretamente nas obras, principalmente a Engenheira Eletricista Danielle de Freitas Leite Ramos, ao Engenheiro Eletricista Alfredo Carvalho Filho, ao Gerente de Projetos Thiago Malheiros da Silva, também a Maria Salete de Freitas Leite, a Fernandes Ferreira e a Rafaela Souza Braga por toda a eficiência, prestatividade e respeito em quaisquer solicitações feitas durante as jornadas de trabalho.

*“Quem quer vencer um obstáculo deve armar-se da força do leão e da prudência da serpente”.*

Pindaro.

## RESUMO

Este trabalho apresenta as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular integrado na construção da ampliação da Subestação Pedra Cheirosa, do Parque Eólico Icaraizinho, localizado no Distrito de Icaraí de Amontada - CE, pela empresa Energy Eletricidade Ltda, com sede em Campina Grande-PB, durante o período de 26 de Agosto à 19 de Dezembro de 2016, totalizando 662 horas. Tal estágio é uma disciplina integrante da grade curricular do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, indispensável para a obtenção do diploma de engenheiro eletricista. Serão explanados, de forma introdutória, alguns conceitos alusivos sobre as subestações de energia, além disso, relatadas as obras civis do empreendimento e todas as atividades envolvidas no escopo da obra, corroborando com os objetivos do estágio e relacionando os conhecimentos adquiridos na faculdade com a prática.

**Palavras-chave:** Construção de Subestação, Execução de Projetos, Parque Eólico.

## ABSTRACT

This work presents the activities developed during the integrated curricular internship in the construction of the expansion of the Pedra Cheirosa Substation, in the Icaraizinho Wind Farm, located in the Icaraí District of Amontada - CE, by the company Energy Eletricidade Ltda, from Campina Grande-PB, during The period from August 26th to December 19th of 2016, totalizing 662 hours of internship. This stage is an integral part of the curriculum of the electrical engineering course in the Federal University of Campina Grande, indispensable for obtaining the diploma of electrical engineer. It will be explained, in an introductory way, some allusive concepts about energy substations, in addition, there will be reported the civil work and all activities involved in the scope of the work, confirming the objectives of the internship and matching with the knowledge acquired in University with the practical experience.

**Keywords:** Construction of Substation, Execution of Projects, Wind Farm.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sede Administrativa da Energy Eletricidade LTDA.....	11
Figura 2 - Local do Empreendimento.....	12
Figura 3 - Vista Superior do Empreendimento.....	13
Figura 4 - Vista Superior da Planta da SE.....	13
Figura 5 - Vista de Corte da Ampliação.....	14
Figura 6 - Antes e Depois da Limpeza de Faixa do Terreno.....	15
Figura 7 - Levantamento Topográfico para Terraplenagem.....	16
Figura 8 - Vista Superior do Projeto de Terraplenagem.....	17
Figura 9 - Vista de Corte do Projeto de Terraplenagem.....	18
Figura 10 - Etapas da Terraplenagem.....	18
Figura 11 - Retirada de amostras para análise da umidade do solo aterrado.....	19
Figura 12 - Análise da Resistividade e Resistência do Solo.....	20
Figura 13 - Equipe coletando amostras do solo 20 metros abaixo do terreno aterrado...20	
Figura 14 - Locação dos pontos da SE.....	21
Figura 15 - Instalação de gabaritos no platô da SE.....	21
Figura 16 - Detalhes das Canaletas de Drenagem.....	22
Figura 17 - Vista de Corte do Projeto do Sistema de Drenagem.....	22
Figura 18 - Construção do Sistema de Drenagem.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SE	Subestação
RAMT	Rede Aérea de Média Tensão
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
m	Metro
V	Volt
W	Watt
A	Ampère
CE	Ceará
RN	Rio Grande do Norte

# SUMÁRIO

Agradecimentos .....	iv
Resumo .....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Ilustrações .....	viii
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	ix
Sumário.....	x
1 Apresentação .....	11
1.1 A Empresa .....	11
1.2 Local do estágio .....	12
2 Descrição Geral de uma Subestação.....	14
3 Etapas Construtivas da Subestação.....	15
3.1 Limpeza de Faixa .....	15
3.2 Levantamento Topográfico para Terraplenagem .....	16
3.3 Terraplenagem.....	16
3.3.1 Análise da Umidade do Solo Aterrado .....	19
3.3.2 Análise da Resistividade do Solo Aterrado .....	19
3.3.3 Análise da Compactação do Solo Aterrado .....	20
3.4 Locação da Subestação.....	20
3.4.1 Instalação de Gabaritos .....	21
3.5 Drenagem do Solo .....	22
4 Conclusão .....	24
Referências Bibliográficas.....	25

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 A EMPRESA

A Energy Eletricidade LTDA, fundada em 1995 na cidade de Campina Grande, é uma empresa que atua no ramo de energia, mais especificamente em atividades de execução de projetos elétricos de Linhas de Transmissão, Subestações e Redes de Distribuição de Energia. Atualmente, a empresa está focando em projetos de engenharia que envolvem energias renováveis, como parques eólicos e parques solares.

Na sede administrativa da empresa estava concentrado todo o capital humano para suporte administrativo e financeiro da obra e também, muitas vezes, era responsável pelo fornecimento parcial ou total de materiais e equipamentos para as obras, já que a empresa possui um significativo aparato de máquinas e de ferramentas.

Figura 1: Sede Administrativa da Energy Eletricidade LTDA



Fonte: Próprio Autor.

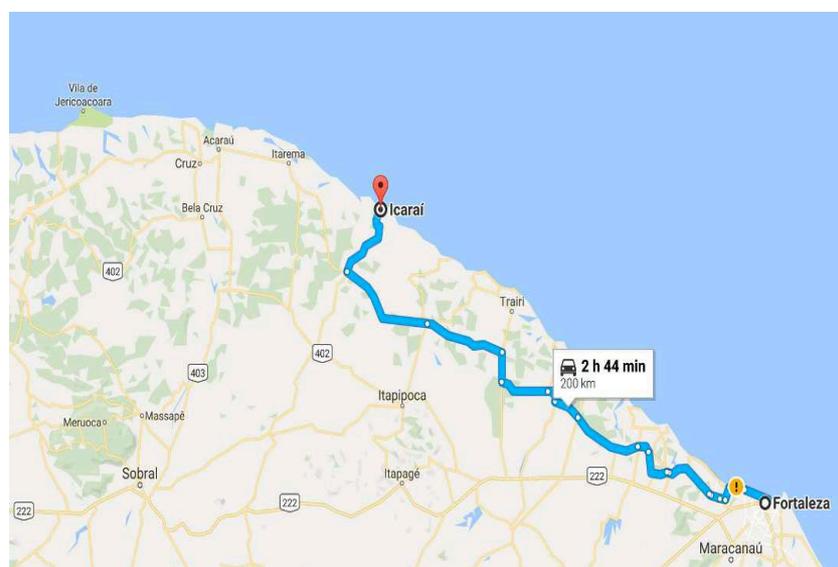
Atualmente a Energy Eletricidade está realizando a execução dos seguintes empreendimentos:

- Construção da Subestação Elevadora, da Linha Aérea e Subterrânea do Complexo Eólico Santo Inácio – Icapuí/CE;
- Construção da Rede Aérea de Média Tensão do Complexo de Usina Eólica Vila Acre I – Serra do Mel/RN;
- Construção da ampliação da Subestação Pedra Cheirosa do Parque Eólico Icaraizinho – Icarai de Amontada/CE.

## 1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi conduzido em uma das obras que estavam em andamento pela Energy Eletricidade. A obra que será apresentada trata-se da construção da ampliação da SE Pedra Cheirosa 34,5 / 230 kV, com potência de 100 MVA, do Parque Eólico Icaraizinho, localizado a aproximadamente 200 quilômetros de Fortaleza, que irá conectar-se à SE Sobral III, conforme as Figuras 2 e 3.

Figura 2: Local do empreendimento.



Fonte: Google Maps.

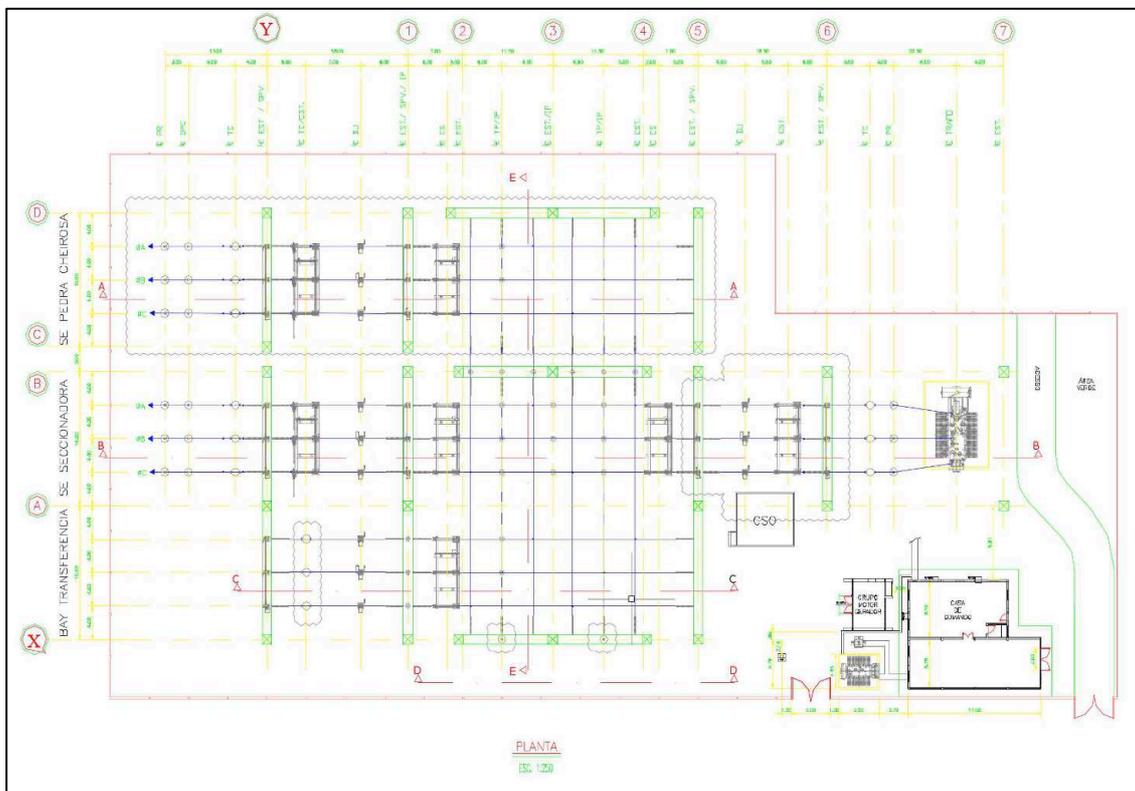
Figura 3: Vista superior do empreendimento.



Fonte: Google Maps.

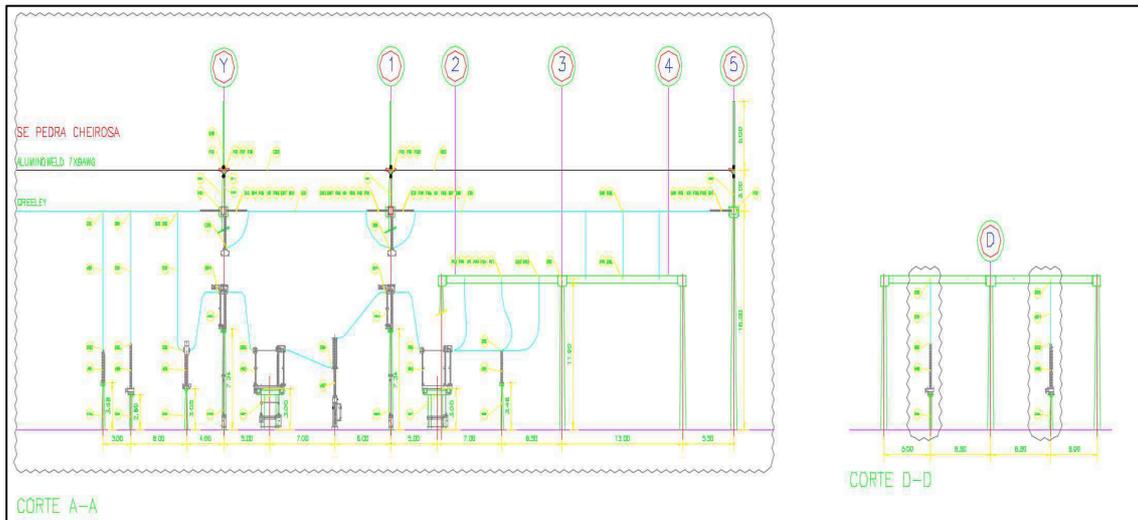
O empreendimento consiste em ampliar a SE do Parque Eólico, por meio da construção de uma conexão que será acoplada à SE já existente, conforme as vistas do projeto a ser executado que seguem.

Figura 4: Vista Superior da Planta da SE



Fonte: CPFL Renováveis.

Figura 5: Vista de Corte da Ampliação



Fonte: CPFL Renováveis.

## 2 DESCRIÇÃO GERAL DE UMA SUBESTAÇÃO

Subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica, permitindo a sua distribuição aos pontos de consumo em níveis adequados de utilização. Em termos gerais, as subestações podem ser classificadas como:

### I. Transformadoras

São normalmente construídas ao lado das usinas produtoras de energia elétrica ou próximas aos centro de carga, cuja finalidade é elevar ou reduzir os níveis de tensão fornecidos pelos geradores para transmitir a potência gerada.

Para que o fornecimento de energia elétrica funcione, são utilizados equipamentos chamados de transformadores elevadores que elevam a tensão no início da transmissão, saindo da subestação, evitando perdas excessivas durante o seu percurso através dos cabos, até o consumidor final. Estas tensões elevadas não são adequadas para o uso residencial, apenas para serem transmitidas entre fonte e consumidor. Por isso ao final do seu percurso estas tensões precisam ser novamente

rebaixadas, onde um outro transformador, agora chamado de rebaixador, adequa esta tensão para finalmente alimentar residências, estabelecimentos comerciais e outros locais de consumo.

## II. De Manobras

São destinadas ao seccionamento e interconexão de circuitos com o mesmo nível de tensão, para que seja possível a ramificação de rotas para a transmissão de energia.

# 3 ETAPAS CONSTRUTIVAS DA SUBESTAÇÃO

## 3.1 LIMPEZA DE FAIXA

Antes do início dos serviços de desmatamento e limpeza da capa vegetal, a contratada procedeu verificando e conferindo todos os marcos e referências, efetuando em seguida o levantamento planialtimétrico do terreno em estado natural. Nas áreas onde foram executados aterros, nas áreas de empréstimo e em outros locais indicados pela fiscalização, foram efetuados o desmatamento e a limpeza do material orgânico na profundidade indicada pela fiscalização.

Figura 6: Antes e Depois da Limpeza de Faixa do Terreno. (a) Terreno natural; (b) Terreno Limpo.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA TERRAPLENAGEM

De posse da planta do traçado, o topógrafo fixa a estação total de acordo com os pontos marcos entregues pelo cliente, obtendo assim completa precisão dos pontos que serão locados para a terraplenagem, conforme evidenciada na Figura 4.

O levantamento topográfico para a terraplenagem é de extrema importância, pois os valores das cotas que o projeto exige possuem uma tolerância de erro que precisam ser exigidas.

Figura 7: Levantamento Topográfico para Terraplenagem.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3 TERRAPLENAGEM

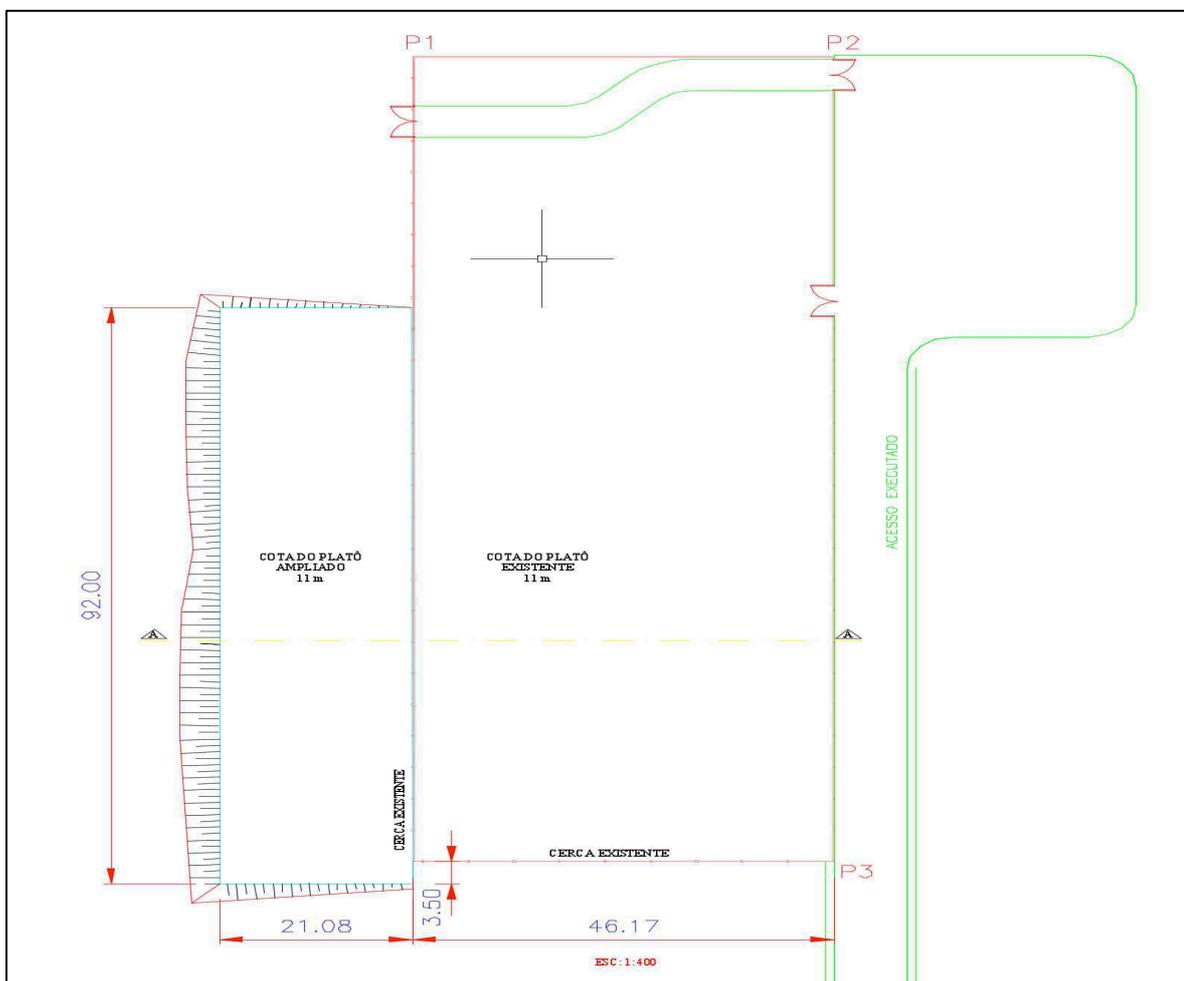
Para auxiliar e melhor definir a execução de uma terraplenagem, dividiu-se o procedimento executivo em passos, o qual contempla as seguintes etapas:

- Lançamento do material pelo equipamento de transporte;
- Espalhamento em camadas, com espessura da camada não mais que 20cm;
- Compactação propriamente dita de cada camada;
- Escarificação da camada (caso o solo compactado ainda não tivesse atingido a umidade necessária);

- Aplicação de cascalho na camada final do aterro;
- Regularização projetada, respeitando a tolerância máxima da altura final de 0,05m para mais ou para menos.

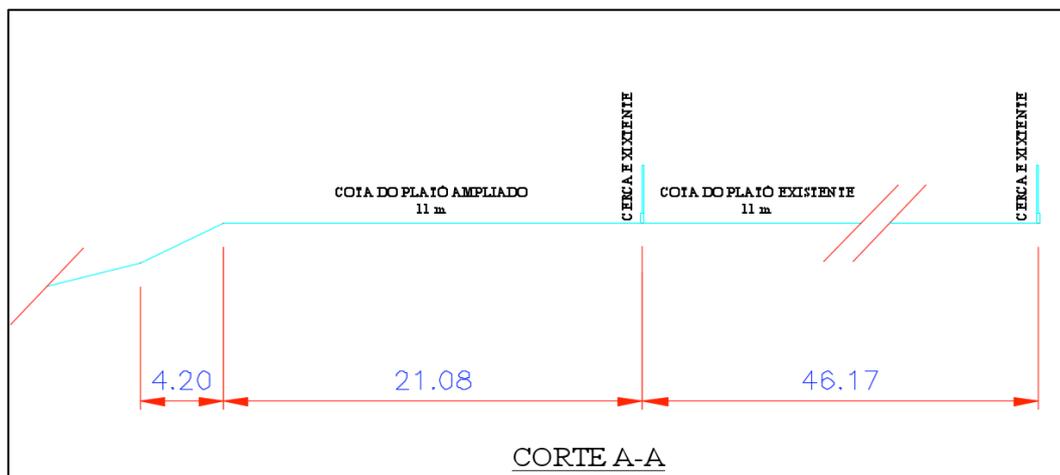
As dimensões do terreno a ser aterrado é de 25 metros de espessura e 96 metros de comprimento, considerando a cota do talude. Para melhor situar o leitor, as vistas do projeto de terraplenagem são apresentadas a seguir pelas Figuras 5 e 6.

Figura 8: Vista Superior do Projeto de Terraplenagem.



Fonte: CPFL Renováveis.

Figura 9: Vista de Corte do Projeto de Terraplenagem.



Fonte: CPFL Renováveis.

Seguem abaixo as ilustrações do restante da execução do serviço sintetizadas na Figura 10 a seguir.

Figura 10: Etapas da Terraplenagem.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3.1 ANÁLISE DA UMIDADE DO SOLO ATERRADO

Foram retiradas amostras de camadas do terreno aterrado para verificar se a umidade do solo estava adequada, conforme mostra a Figura 11. Caso a umidade da camada do solo analisado não estivesse dentro do intervalo estabelecido pela Norma, a camada deveria ser escarificada, com o auxílio da motoniveladora, e umidificada com a água do caminhão pipa.

Figura 11: Retirada de amostras para análise da umidade do solo aterrado.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3.2 ANÁLISE DA RESISTIVIDADE DO SOLO ATERRADO

Para definição do projeto da malha de aterramento, foram feitas medições *in locu*, com a finalidade de obter os parâmetros de resistividade e resistência do solo, como mostra a Figura 12. Esses dados são imprescindíveis para a definição do arranjo da malha de aterramento, da altura das hastes de aterramento e da espessura dos cabos de cobre que irão compor a malha.

Figura 12: Análise de Resistividade e Resistência do Solo.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.3.3 ANÁLISE DA COMPACTAÇÃO DO SOLO ATERRADO

O tipo de fundação a ser executada depende, primeiramente, das características do solo, tais como: tipo de solo (arenoso ou argiloso), presença de lençol freático, teor de compactação do solo, entre outros. Diante desses requisitos, foram retiradas amostras do solo para que, a partir dos dados obtidos, fosse elaborado o projeto de fundação do empreendimento.

Figura 13: Equipe coletando amostras do solo de 20 metros abaixo do terreno aterrado.



Fonte: Próprio Autor.

## 3.4 LOCAÇÃO DA SUBESTAÇÃO

Após fixar a estação total a partir de pontos marcos de referência, o topógrafo, juntamente com o Auxiliar de Topografia, define os pontos em que cada pórtico deverá

ser instalado. Os pontos são demarcados por piquetes fixados ao solo na coordenada exata definida em projeto. A Figura 14 apresenta com mais clareza a execução do procedimento.

Figura 14: Locação dos pontos da SE.



Fonte: Próprio Autor.

### 3.4.1 INSTALAÇÃO DE GABARITOS

Com a finalidade de auxiliar na demarcação dos eixos das fundações dos pórticos durante os procedimentos de escavação, implantação dos pórticos e concretagem, foram utilizados gabaritos de tábua de madeira, como mostra a Figura 15 abaixo.

Figura 15: Instalação de gabaritos no platô da SE.

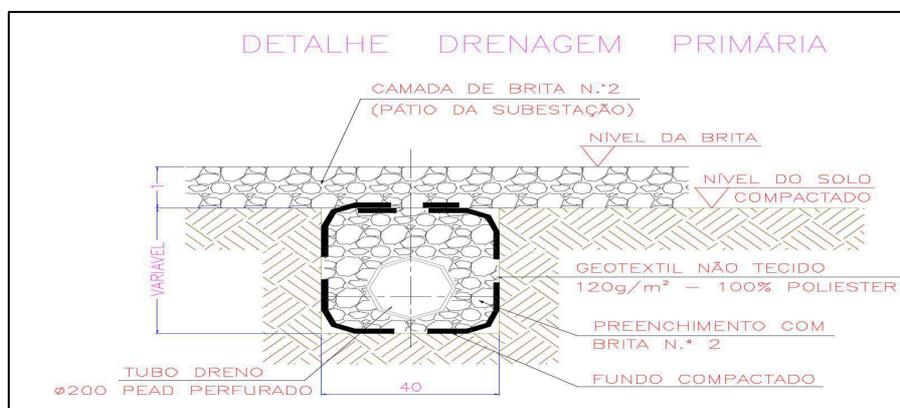


Fonte: Próprio Autor.

### 3.5 DRENAGEM DO SOLO

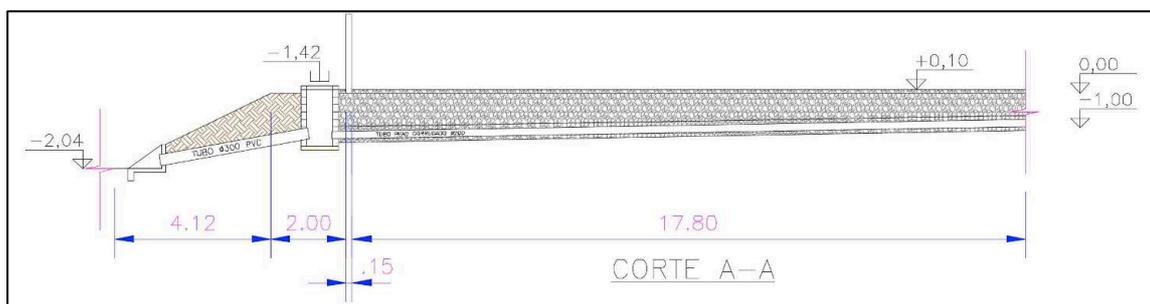
O sistema de drenagem deve ser construído para escoar qualquer eventual volume de água no platô da SE. São construídas valas transversais ao platô, em que estas são preenchidas por tubulões perfurados ao longo de seu comprimento, cobertos por uma manta impermeabilizante e brita nº 2, conforme evidenciados nas Figuras 16 e 17 abaixo.

Figura 16: Detalhe das Canaletas de Drenagem



Fonte: CPFL Renováveis.

Figura 17: Vista de Corte do Projeto do Sistema de Drenagem



Fonte: CPFL Renováveis.

Seguem abaixo as ilustrações do restante da execução do serviço sintetizadas na Figura 18 a seguir.

Figura 18: Construção do Sistema de Drenagem.



Fonte: Próprio Autor.

Após a construção do Sistema de Drenagem, estão definidas para serem executadas as seguintes etapas subsequentes:

- Malha de Terra;
- Instalação de Pórticos e Barramentos;
- Montagem dos Equipamentos;
- Comissionamento e Energização.

Não foi possível acompanhar estas últimas etapas topicalizadas acima devido ao término do período de contrato de estágio com a Energy Eletricidade.

## 4 CONCLUSÃO

Através das experiências adquiridas no estágio desenvolvido na Energy Eletricidade, pude verificar o quanto é importante a oportunidade de conhecer aplicações práticas no contexto da engenharia, pois muitas vezes os alunos que estão na universidade não sabem o que acontece no ambiente do trabalho.

Ao desenvolver a prática a partir de um contexto real de atuação, nota-se que a qualificação de um profissional no mercado de trabalho não se limita ao quanto seu domínio de conhecimento teórico, mas como se dá a utilização de suas competências para a resolução de problemas de todo o tipo, competências essas que muitas vezes só são bem aproveitadas na prática, como a capacidade de trabalhar em equipe, por exemplo.

Enfim, só tenho a agradecer à Energy Eletricidade pela oportunidade de estagiar na empresa, podendo assim conciliar teoria com práticas e desenvolver competências profissionais, que irão contribuir significativamente em minha carreira como Engenheiro Eletricista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 5. ed. [S.1.]: LTC, 2007.

MAMEDE FILHO, J. *Manual de Equipamentos Elétricos*. 2. ed. [S.1.]: 1994.

NISKIER, J.; MACINTYRE, A. *Instalações Elétricas*. 5. ed. [S.1.]: LTC, 2008].