



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA**  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

Pedro Vítor de Souza Soares



Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

ESTÁGIO INTEGRADO  
ENERGY ELETRICIDADE LTDA



Departamento de  
Engenharia Elétrica





PEDRO VÍTOR DE SOUZA SOARES

ESTÁGIO INTEGRADO  
ENERGY ELETRICIDADE LTDA

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, Sc. M.

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2019

PEDRO VÍTOR DE SOUZA SOARES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em        /        /

**Professor Roberto Silva de Siqueira**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

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

*Dedico este trabalho à minha mãe, com a finalidade de pôr fim a sua incansável batalha e conceder-lhe descanso.*

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por incluir em seus planos a possibilidade de confecção deste trabalho e obtenção das honrarias que vêm em conjunto.

Em seguida, agradeço a minha mãe, Graça, por não poupar esforços e conceder tudo o que eu precisei para trilhar o caminho que me levou até aqui.

Agradeço à empresa concessora do estágio, Energy Eletricidade LTDA, por me proporcionar esta oportunidade e confiar no meu trabalho.

Agradeço aos engenheiros Paulo Ubiratan Meneses Vasconcelos, Thales de Aguiar Tavares e Leonardo Medeiros Ramos pelas inúmeras orientações e paciência durante o período de estágio.

Agradeço ao supervisor de obras Ariovaldo Moraes e aos encarregados Francisco Mário e João Batista pelos ensinamentos e paciência demonstrados.

Agradeço ao meu orientador, Sc. M. Leimar de Oliveira, por todo o apoio fornecido e por se mostrar sempre tão acessível e generoso.

Agradeço à coordenação e secretaria do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em especial à Adail e Tchaikovsky, por proporcionarem orientações fundamentais e demasiado auxílio no caminho que é cursar engenharia elétrica na instituição.

Agradeço a todos os amigos pessoais que, embora poucos, sempre estiveram ao meu lado.

Agradeço a todos que não tiveram aqui uma referência direta, mas que contribuíram na minha história em algum momento.

*“Trabalha como se fosses imortal.  
Ama como se fosses morrer hoje.”*

Sêneca.

## RESUMO

Este relatório tem como objetivo apresentar o embasamento e as atividades desenvolvidas durante o período de estágio de Pedro Vítor de Souza Soares, discente do curso de engenharia elétrica na Universidade Federal de Campina Grande. As atividades foram desenvolvidas na empresa Energy Eletricidade LTDA, mais especificamente em um canteiro de obras localizado na zona rural da cidade de Juazeiro, estado da Bahia, no período compreendido entre os dias 27 de maio e 25 de outubro de 2019. O canteiro, em operação, tem como gerente o engenheiro Paulo Ubiratan Meneses Vasconcelos, sendo auxiliado pelo engenheiro Thales de Aguiar Tavares. O ambiente é em prol da ampliação da subestação Juazeiro III. As atividades desempenhadas pelo estagiário se concentram no acompanhamento, execução e planejamento de atividades de manutenção do canteiro, junto aos dois engenheiros citados.

**Palavras-chave:** Relatório, Estágio, Canteiro de Obras, Subestação, Atividades.



# ABSTRACT

This report aims to present the basement and the activities developed during the internship of Pedro Vítor de Souza Soares, student of the electrical engineering course at the Federal University of Campina Grande. The activities were carried out at Energy Eletricidade LTDA, more specifically at a construction site located in the rural area of the city of Juazeiro, state of Bahia, from May 27 to October 25, 2019. The site is managed by the engineer Paulo Ubiratan Meneses Vasconcelos, assisted by the engineer Thales de Aguiar Tavares. The environment is in favor of the expansion of substation Juazeiro III. The activities performed by the intern focus on monitoring, execution and planning of site maintenance activities, with the two engineers mentioned.

**Keywords:** Report, Internship, Construction Site, Substation, Activities.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Organograma da empresa. ....                                     | 15 |
| Figura 2 – Retirada da camada vegetal. ....                                 | 19 |
| Figura 3 – Transporte de material de jazida. ....                           | 20 |
| Figura 4 - Espalhamento de material de jazida. ....                         | 21 |
| Figura 5 – Compactação de material de jazida. ....                          | 21 |
| Figura 6 – Controle tecnológico do solo. ....                               | 22 |
| Figura 7 – Construção do sistema de drenagem periférico. ....               | 23 |
| Figura 8 – Tampas das caixas de passagem. ....                              | 23 |
| Figura 9 - Escavação da fundação de um pórtico. ....                        | 24 |
| Figura 10 – Regularização da escavação da fundação de um pórtico. ....      | 25 |
| Figura 11 – Execução de concreto magro na fundação de um pórtico. ....      | 25 |
| Figura 12 – Montagem da armadura da fundação de um pórtico. ....            | 26 |
| Figura 13 – Instalação das fôrmas da sapata da fundação de um pórtico. .... | 27 |
| Figura 14 – Concretagem da sapata da fundação de um pórtico. ....           | 27 |
| Figura 15 – Montagem das fôrmas dos pilares da fundação de um pórtico. .... | 28 |
| Figura 16 – Concretagem dos pilares da fundação de um pórtico. ....         | 28 |
| Figura 17 – Fundação de pórtico totalmente concretada. ....                 | 29 |
| Figura 18 – Produção de corpos de prova. ....                               | 29 |
| Figura 19 – Formato do RDPP. ....   | 30 |
| Figura 20 – Interface do sistema utilizado para cálculo de volumes. ....    | 31 |
| Figura 21 – Controle de rompimento de corpos de prova. ....                 | 32 |
| Figura 22 – Levantamento de resistividade do solo. ....                     | 33 |
| Figura 23 – Medição das resistências de aterramento. ....                   | 34 |

# Lista de Abreviaturas e Siglas

|                     |  |
|---------------------|--|
| ETB                 | Equipe de Transmissão Baiana   |
| GE                  | General Electric   |
| IP                  | Isolador de Pedestal   |
| LT                  | Linha de Transmissão   |
| PR                  | Para-raios   |
| RDPP                | Relatório Diário de Produção e Planejamento                                |
| RH                  | Recursos Humanos   |
| RMT                 | Rede de Média Tensão   |
| SE                  | Subestação   |
| SESMT               | Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho |
| SIN                 | Sistema Interligado Nacional   |
| <i>Site Manager</i> | Gerente do Canteiro de Obras   |
| TC                  | Transformador de Corrente  |
| TP                  | Transformador de Potencial   |
| kV                  | Quilovolt  |

# SUMÁRIO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introdução.....   | 13 |
| 1.1   | Motivação .....   | 13 |
| 1.2   | Objetivos.....  | 13 |
| 1.3   | Metodologia.....  | 13 |
| 2     | A Empresa.....  | 14 |
| 2.1   | Área de Atuação.....                                      | 14 |
| 2.2   | Organograma .....   | 14 |
| 3     | Embasamento Teórico.....                                  | 16 |
| 3.1   | Principais Componentes de uma Subestação .....            | 16 |
| 3.2   | Etapas de Construção.....                                 | 18 |
| 4     | Atividades Desenvolvidas .....                            | 19 |
| 4.1   | Preparação do Terreno Natural .....                       | 19 |
| 4.2   | Terraplenagem .....                                       | 19 |
| 4.2.1 | Transporte de Material de Jazida.....                     | 20 |
| 4.2.2 | Espalhamento, Umectação e Compactação de Material .....   | 20 |
| 4.2.3 | Controle Tecnológico .....                                | 21 |
| 4.3   | Drenagem Periférica .....                                 | 22 |
| 4.4   | Construção das Fundações .....                            | 24 |
| 4.4.1 | Escavações.....   | 24 |
| 4.4.2 | Concreto Magro.....                                       | 25 |
| 4.4.3 | Montagem e/ou Instalação da Armadura .....                | 26 |
| 4.4.4 | Concreto Estrutural.....                                  | 26 |
| 4.5   | Relatório Diário de Produção e Planejamento (RDPP).....   | 30 |
| 4.6   | Levantamentos Topográficos.....                           | 31 |
| 4.7   | Rompimento dos Corpos de Prova.....                       | 31 |
| 4.8   | Ensaio de Resistividade do Solo .....                     | 32 |
| 4.9   | Medição das Resistências de Aterramento do Canteiro ..... | 33 |
| 5     | Conclusão.....  | 35 |
|       | Referências .....   | 36 |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

No âmbito da conclusão do curso de Engenharia Elétrica, na Universidade Federal de Campina Grande, a disciplina Estágio se apresenta como uma componente curricular obrigatória. Dentre outros, seus objetivos visam a integração dos conhecimentos teóricos expostos em sala de aula e a vida prática do mercado de trabalho.

O estágio sobre o qual trata o relatório foi realizado na empresa Energy Eletricidade LTDA no período compreendido entre 27 de maio e 25 de outubro de 2019.

## 1.2 OBJETIVOS

Com este, objetiva-se a exposição dos conhecimentos obtidos durante o período de estágio assim como a citação das principais atividades desenvolvidas. Durante a quase totalidade do período, o estagiário atuou diretamente em campo auxiliando na organização, no monitoramento e na execução de atividades de impacto direto no canteiro de obras.

## 1.3 METODOLOGIA

O documento conta com 5 capítulos. O primeiro é responsável por apresentar o contexto no qual o documento se insere assim como a metodologia adotada. O segundo expõe características sobre a empresa na qual o estagiário atuou. O terceiro, um embasamento teórico, que serve de referência a todas as atividades desenvolvidas em campo assim como auxiliar no norteamento do leitor. O quarto, a descrição de todas as atividades desenvolvidas e o seu contexto. Por fim, apresenta-se a conclusão sobre toda a trajetória no quinto capítulo, seguido das referências bibliográficas utilizadas para auxílio e confecção deste documento.

## 2 A EMPRESA

### 2.1 ÁREA DE ATUAÇÃO

Fundada em 1995 pelo engenheiro Luiz Alberto Leite, na cidade de Campina Grande, a empresa atualmente se concentra na área de distribuição de energia. É especializada em obras que incluem:

- Linhas de Transmissão (LTs): Abrangendo desde a construção civil até a montagem eletromecânica dos equipamentos que compõem a LT até o momento da sua integração ao Sistema Interligado Nacional (SIN), de 69 quilovolts (kV) a 500 kV.
- Subestações (SEs): Construções ou ampliações, na mesma faixa de tensão.
- Redes de Média Tensão (RMTs): Para complexos industriais, setores de geração ou sistemas de distribuição de energia.

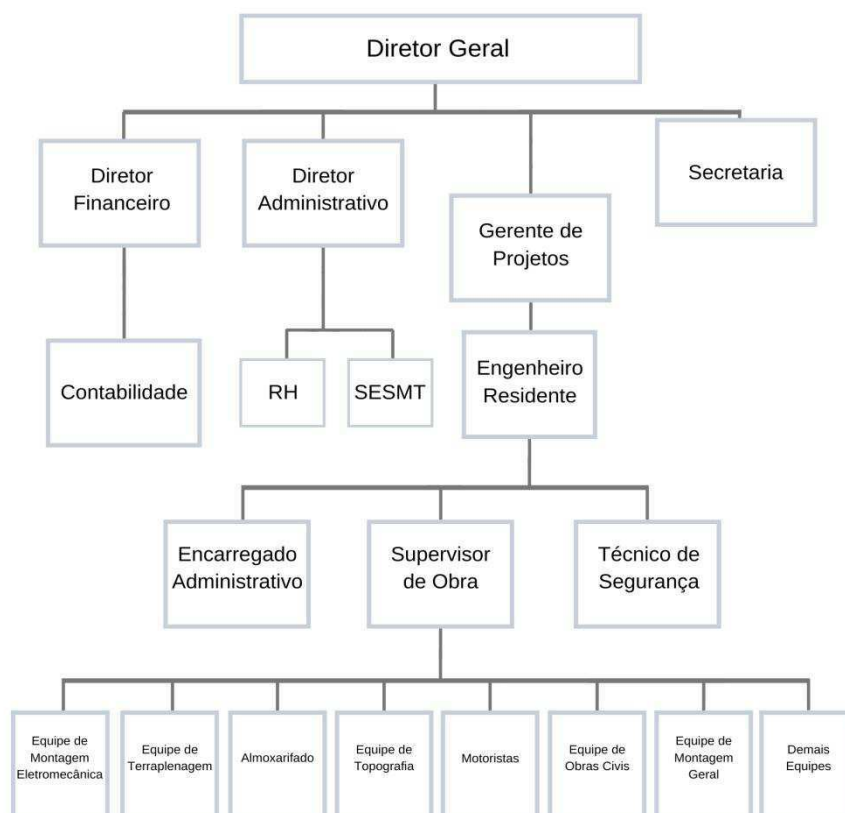
### 2.2 ORGANOGRAMA

A empresa, para melhor fluidez dos processos, é dividida em setores. A direção geral, reservada ao engenheiro Luiz Alberto, se apresenta como o início da cadeia. Na distribuição das atividades, apresenta-se um diretor financeiro, um diretor administrativo, a secretaria e o gerente de projetos. Ao diretor financeiro remete a manutenção do setor de contabilidade enquanto o diretor administrativo permeia os setores de Recursos Humanos (RH) e o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). Já o gerente de projetos tem contato direto com todas as equipes que atuam em campo, nas diferentes obras correntes. Todos os setores até aqui citados permanecem na sede da empresa, localizada na cidade de Campina Grande, e atendem às diversas obras assumidas pela empresa.

A cada obra remete-se uma equipe, que dá continuidade na cadeia organizacional da empresa. Inicia-se por um Engenheiro Residente, conhecido como *Site Manager*, que mantém contato direto com o gerente de projetos. Remetendo-se ao

engenheiro residente, têm-se: o setor administrativo presente em cada obra, um supervisor de obra ou encarregado geral e o técnico de segurança. O setor administrativo é composto, usualmente, por um encarregado administrativo e, opcionalmente, seu auxiliar de escritório. O supervisor é responsável por comunicar-se tanto com o engenheiro residente quanto com os outros encarregados. O técnico de segurança, por sua vez, garante a proteção e cuidado do elemento humano na obra. Estes 3 setores, com seus representantes, conciliam, junto ao engenheiro residente, a continuidade das atividades. Ao supervisor, outros encarregados mantêm ligação direta. Cada encarregado lidera uma equipe que é especializada em determinada atividade. Usualmente, têm-se equipes de montagem de equipamentos gerais, montagem de equipamentos elétricos, obras civis, terraplenagem, tais quais forem necessários. Além destas equipes situa-se a topografia, o almoxarifado, responsável pelo armazenamento adequado, disponibilidade e manutenção dos equipamentos, os motoristas e operadores de máquinas presentes na obra e o auxiliar de serviços gerais, conforme Figura 1.

Figura 1 – Organograma da empresa.



Fonte: O Autor.

### 3 EMBASAMENTO TEÓRICO

Esta seção apresentará as bases utilizadas para o desenvolvimento das atividades no estágio. A obra em si é constituída pela ampliação da SE Juazeiro III, localizada na zona rural da cidade de Juazeiro, no estado da Bahia.

Pode-se definir uma subestação, segundo Monteiro (1999), como uma instalação elétrica de potência utilizada para dirigir o fluxo de energia no sistema elétrico. Dentre as funções desempenhadas por uma subestação estão: o abaixamento ou elevação do nível de tensão do sistema, manobras, proteção do sistema contra faltas e faturamento. Cada tipo de subestação é típico de setores do sistema elétrico. Subestações elevadoras são comumente encontradas próximas a terminais geradores com a função de elevar o nível de tensão para transmissão. Subestações abaixadoras, encontradas próximas à complexos populosos, são responsáveis por abaixar o nível de tensão para distribuição local e adequado consumo de energia. Subestações de manobra possuem o mesmo nível de tensão.

As subestações, de maneira geral, podem ser classificadas como externas ou abrigadas. A maioria das subestações que compõem o SIN é externa, sendo as subestações abrigadas mais utilizadas em redes de distribuição local.

#### 3.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA SUBESTAÇÃO

Na constituição de uma subestação típica, alguns elementos são encontrados com frequência. Dentre eles, pode-se citar:

- Transformador de Potência: Está presente principalmente em subestações elevadoras e abaixadoras e têm como função elevar ou abaixar o nível de tensão. Constituem os equipamentos mais caros da subestação. Podem ser utilizados também como o aterramento de pontos onde há a necessidade de criação de um neutro adicional.
- Disjuntor: Têm como função o seccionamento primário de um trecho condutor. Utilizado acompanhado de chaves seccionadoras, constitui um dispositivo tanto de manobra quanto de proteção em caso de sobretensões ou sobrecargas.



- Chave Seccionadora: Utilizada normalmente acompanhada de um disjuntor, tem como função o seccionamento secundário de um trecho condutor, uma vez acionado o primário. Acionada previamente durante manutenções e consertos de equipamentos, principalmente disjuntores, visa garantir a isolação do trecho em reparo, diminuindo o risco de acidentes.
- Para-raios (PR): Equipamento de proteção que atua na presença de sobretensões e/ou descargas atmosféricas. Tem como objetivo eliminar ou reduzir a sobretensão em trechos da subestação, reduzindo a probabilidade de dano dos demais equipamentos.
- Transformador de Corrente (TC): Juntamente com um dispositivo de medição de corrente, é responsável pela mensuração do nível de corrente ao ramo em que está conectado.
- Transformador de Tensão (TP): Assim como o TC, monitora os níveis de tensão no trecho ao qual está conectado.
- Isolador de Pedestal (IP): Responsável pela sustentação de trechos condutores ao longo da subestação.
- Reator: Responsável pelo controle de potência reativa na subestação. Tem uma caracterização parecida com um transformador, à exceção de terminais secundários.
- Gerador de Emergência: Responsáveis pelo suprimento de circuitos secundários, como iluminação de emergência e tomadas de pátio, na própria subestação quando do acontecimento de uma falta ou situação que interrompa o transformador de serviços auxiliares.

No âmbito da ampliação da SE Juazeiro III, a ampliação conta com todos os equipamentos citados à exceção do gerador de emergência e de transformadores de potencial. Na seção seguinte, um escopo da progressão da obra será exposto, elencando as principais atividades a serem desenvolvidas até a conclusão da obra.

## 3.2 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

No processo de ampliação da subestação, um escopo é seguido, adaptado a cada obra pelas suas peculiaridades e a sua progressão temporal. Normalmente, é dividido em uma etapa civil e outra eletromecânica. A etapa civil, feita inicialmente, é usualmente composta pelos seguintes processos:

- Preparação do terreno natural;
- Terraplenagem;
- Drenagem Superficial Periférica;
- Construção das fundações dos pórticos e demais equipamentos de pátio;
- Escavação de valas para a malha de aterramento e construção de canaletas para os circuitos de comando;
- Construção da casa de comando;
- Construção da casa de relés;
- Construção do muro de delimitação.

A etapa eletromecânica é constituída por:

- Montagem das ferragens e isoladores;
- Montagem dos equipamentos elétricos;
- Fixação dos cabos condutores e implantação da malha de aterramento;
- Instalação dos cabos de comando até a casa de comando;
- Montagem dos painéis da casa de comando;
- Montagem dos circuitos os serviços auxiliares;
- Instalação do banco de baterias.

Pela brevidade do período de estágio, não foi possível presenciar todas as atividades listadas, limitando-se à terraplenagem e parte da construção civil. A Seção seguinte tratará destas atividades.

## 4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 4.1 PREPARAÇÃO DO TERRENO NATURAL

Após a delimitação, segundo projeto, da área destinada à ocupação da ampliação, há a supressão vegetal da mata virgem, conforme Figura 2, e a retirada da camada superficial do solo, que contém resíduos orgânicos. A opção por compactação do terreno natural existe e garante uma base mais firme para as demais camadas de material que virão em seguida, compondo o platô sobre o qual serão postos os equipamentos. O estagiário atuou tanto no monitoramento das atividades quanto no controle de veículos operantes junto à equipe de segurança, A retirada de material é feita de forma autorizada e visa o mínimo impacto à fauna e flora presentes na região, assim como todos os demais processos no âmbito da obra.

Figura 2 – Retirada da camada vegetal.



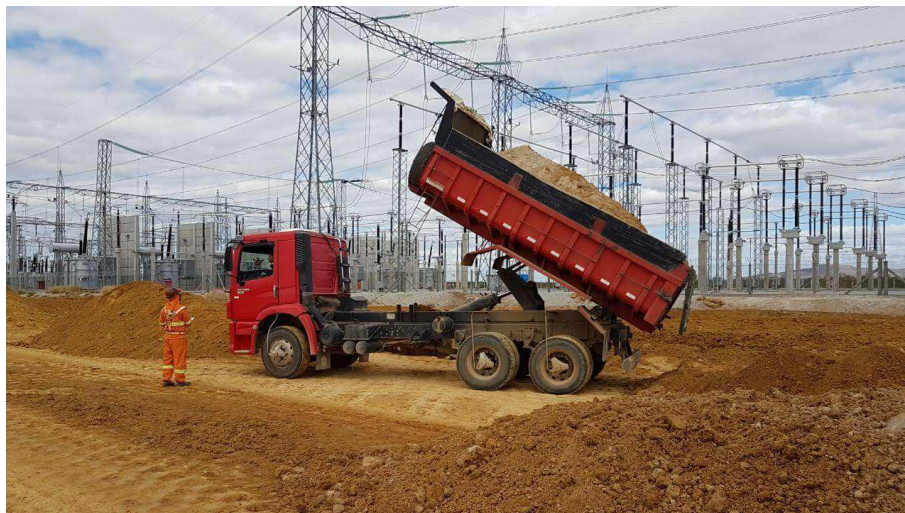
Fonte: O Autor.

### 4.2 TERRAPLENAGEM

Esta seção teve intensa participação do estagiário, assistindo cada procedimento de perto com a finalidade de acompanhamento e registro. Após a preparação do subleito, camada cuja preparação foi descrita na seção anterior, há a deposição e compactação de materiais oriundos de jazida, conforme a figura 3. Para este passo há a

necessidade de uma jazida licenciada e esta fornecerá o material utilizado na composição do platô.

Figura 3 – Transporte de material de jazida.



Fonte: O Autor.

#### 4.2.1 TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA

O acompanhamento feito pelo estagiário é situado no próprio canteiro. Além da cubagem, feita em jazida, há a verificação e autorização, por parte do técnico de segurança, de cada veículo funcional que entra no canteiro. Ao fim de cada dia, o estagiário obtém um documento que expressa o número de viagens e o volume transportado em cada uma, assim como a hora de chegada. A partir deste documento, o total de material transportado é calculado e registrado.

#### 4.2.2 ESPALHAMENTO, UMECTAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE MATERIAL

Atividades desenvolvidas no pátio, em plena obra, compreendem a correta adequação do material transportado para composição do platô. O estagiário acompanha a progressão de compactação das camadas para o registro no diário de obra. Para o espalhamento utilizam-se motoniveladoras, conforme a Figura 4, para a umectação, caminhões-pipa e para compactação rolos compactadores tipos liso e pé de carneiro, conforme Figura 5. Durante grande parte da terraplenagem, o estagiário verificou que rolos tipo pé de carneiro são utilizados, sendo os lisos utilizados nas últimas camadas para finalização do platô.

Figura 4 - Espalhamento de material de jazida.



Fonte: O Autor.

Figura 5 – Compactação de material de jazida.



Fonte: O Autor.

#### 4.2.3 CONTROLE TECNOLÓGICO

Além do acompanhamento de camadas compactadas, o estagiário também colhia e registrava dados referentes ao nível de compactação de cada camada. Para aprovação de uma, uma amostra de material é colhida, conforme a Figura 6. De acordo com a

amostra, o nível de compactação é mensurado e comparado a valores obtidos a partir de amostra tratada em laboratório. Da não aprovação de uma camada, a mesma é "aberta" pela motoniveladora e o procedimento é repetido. Para garantir bons índices de compactação, um fator observado foi o grau de vibração do rolo compactador que, quando desregulado, produzia camadas com grau de compactação insuficiente.

Figura 6 – Controle tecnológico do solo.



Fonte: O Autor.

### 4.3 DRENAGEM PERIFÉRICA

Aqui, o acompanhamento teve a finalidade também de registro e controle, assim como assistências ocasionais aos colaboradores. O sistema de drenagem, como o próprio nome sugere, apresenta-se como um conjunto de canaletas e manilhas capaz de escoar de forma segura fluidos residuais. As atividades acompanhadas incluíram a vistoria de material recebido na obra, no caso das manilhas e blocos de alvenaria, assim como o acompanhamento da construção das caixas de passagem, conforme Figura 7, suas tampas e encaixe e vedação das manilhas.

Figura 7 – Construção do sistema de drenagem periférico.



Fonte: O Autor.

Cada caixa é responsável por receber um conglomerado de canaletas que se originam na parte contrária do platô e são despejadas no sistema de manilhas ilustrado. Durante a estadia do estagiário em obra, tal processo não aconteceu, apesar do caráter preditivo da atividade. A fabricação das tampas, conforme a Figura 8, também foi acompanhada.

Figura 8 – Tampas das caixas de passagem.



Fonte: O Autor.

## 4.4 CONSTRUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Assim como nos outros tópicos, o estagiário, aqui, exerceu atividades de acompanhamento e registro. Entre as atividades, destacam-se a elaboração e preenchimento de liberações de concretagem, acompanhamento direto de procedimentos de concretagem, registro em diário de obra e quantificação de material utilizado. Dentro da construção de fundações, alguns processos se destacam, tais como:

### 4.4.1 ESCAVAÇÕES

Presencialmente, o estagiário acompanhou tanto a atividade de colaboradores quanto a atuação do maquinário, seja uma retroescavadeira, no caso de escavações leves, ou de uma escavadeira hidráulica, da necessidade de maior força, conforme a Figura 9. Antes da atuação da escavadeira, a equipe de topografia é requisitada, com o acompanhamento do estagiário, de forma a marcar com precisão o local em que a escavação deve ser feita segundo dados de projeto. Este procedimento é comum a toda escavação executada em obra.

Figura 9 - Escavação da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

Após a escavação bruta, o acompanhamento de uma equipe de colaboradores é feito, de forma a regularizar a escavação e fazer o ajuste fino com o auxílio de instrumentos e ferramentas, conforme a Figura 10.



Figura 10 – Regularização da escavação da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

#### 4.4.2 CONCRETO MAGRO

O acompanhamento aqui se limitou ao ato de deposição e espalhamento adequado do concreto por outros colaboradores, conforme Figura 11, seguido do seu registro em diário. A produção deste tipo de concreto não foi presenciada, apesar do conhecimento de que possui proporções não definidas, a julgar pela sua finalidade de apenas servir de base à fundação que será construída sobre.

Figura 11 – Execução de concreto magro na fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

#### 4.4.3 MONTAGEM E/OU INSTALAÇÃO DA ARMADURA

Acompanhou-se a montagem da armadura, conforme a Figura 12, tanto fora quanto dentro da escavação. Quando fora, o transporte e a instalação foram feitos por um caminhão *munck*, após finalização do processo de montagem. Ambos os processos foram acompanhados de perto e, conseqüentemente, documentados. O fato de iniciar a montagem dentro ou fora da escavação dá-se de acordo com a progressão e necessidade da obra. A assistência ao técnico de segurança também foi feita, quando necessário, no que tange à obtenção de documentos necessários à validação dos procedimentos de transporte e instalação da armadura.

Figura 12 – Montagem da armadura da fundação de um pórtilco.



Fonte: O Autor.

#### 4.4.4 CONCRETO ESTRUTURAL

Nesta etapa, o acompanhamento foi rigoroso. Desde a montagem das fôrmas para a concretagem, conforme Figura 13, até o controle do concreto adquirido, acompanhamento presencial da concretagem das fundações, conforme a Figura 14, registro temporal e produção de documentos que validem as concretagens. O acompanhamento foi feito para todas as fundações concretadas durante o período de vigência de estágio.

Figura 13 – Instalação das fôrmas da sapata da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

Após a instalação das fôrmas ao redor da armadura, firmadas por material compactado, a concretagem pôde ser iniciada. Nesta, foram utilizadas calhas com revestimento de zinco para melhor deposição da massa. Os processos foram acompanhados também pelo encarregado responsável.

Figura 14 – Concretagem da sapata da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

Verificou-se também a utilização de vibradores de concreto durante o procedimento. Tal fator auxilia no depósito da massa de concreto e confere à peça melhores condições de vida útil. Após a cura do concreto, acompanhou-se a montagem de fôrmas para a concretagem dos pilares, conforme Figura 15. O processo também foi documentado. Utilizaram-se escoras tanto de madeira quanto de ferro no procedimento.

Figura 15 – Montagem das fôrmas dos pilares da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

Acompanhou-se também o posicionamento adequado do conjunto de chumbadores, atividade que precede a concretagem dos pilares. Junto à equipe de topografia e o funcionário encarregado, verificou-se e documentou-se o procedimento em diário de obra. Após o posicionamento, acompanhou-se a concretagem, conforme a Figura 16.

Figura 16 – Concretagem dos pilares da fundação de um pórtico.



Fonte: O Autor.

Após esta etapa, mais um tempo de cura é necessário. Em seguida, acompanhou-se a retirada das fôrmas e a obtenção de uma base pronta, conforme a figura 17.

Figura 17 – Fundação de pórtico totalmente concretada.



Fonte: O Autor.

Para cada lote de concreto adquirido, o estagiário acompanhou a produção de corpos de prova, sendo 4 por lote, conforme a Figura 18. Assim como a produção, o rompimento de tais corpos, para fins de validação das propriedades do concreto, foi acompanhado e documentado em pasta compartilhada com os outros integrantes do corpo administrativo da obra.

Figura 18 – Produção de corpos de prova.



Fonte: O Autor.

Para as demais estruturas que compõem a subestação, o acompanhamento dos processos de produção das fundações foi semelhante. Durante o período de estadia do estagiário na obra, as fundações iniciadas foram de pórticos, reatores de barra, paredes corta-fogo e casa de comando. Fundações de equipamentos de pátio como disjuntores, chaves seccionadoras, isoladores de pedestais e demais estruturas ainda não tinham sido

iniciadas, apesar de o estagiário ter recebido e documentado material a ser utilizado para estes fins.

## 4.5 RELATÓRIO DIÁRIO DE PRODUÇÃO E PLANEJAMENTO (RDPP)

Produzido diariamente pelo estagiário, contém todo o progresso diário da obra, materiais recebidos, eventos realizados, efetivo diário, tanto de pessoas quanto de equipamentos, registro fotográfico e programação a ser executada no dia subsequente, conforme Figura 19. Para correta confecção, exige intenso acompanhamento de todos os processos ocorrentes, conforme sugerido nos outros Capítulos. É elaborado inclusive nos finais de semana e constitui um prova física de tudo que está sendo desempenhado na obra além de proporcionar familiarização com todos os processos envolvidos. Em caso de necessidade, para solução de intempéries que prejudiquem o andamento da obra, constitui um dos principais documentos auxiliares.

Figura 19 – Formato do RDPP.

| ITEM | ATIVIDADES                       | QUANTIDADES |          |                    |           |             | PRODUÇÃO DIA                      | RELATÓRIO DIÁRIO DE PRODUÇÃO E PROGRAMAÇÃO (RDPP) |  | CONDICÕES CLIMÁTICAS |                                 |         |
|------|----------------------------------|-------------|----------|--------------------|-----------|-------------|-----------------------------------|---|--|----------------------|---------------------------------|---------|
|      |                                  | UNIDADE     | PREVISTO | ACUMULADO ANTERIOR | ACUMULADO | % ACUMULADO |                                   | CLIENTE   | PROGRAMAÇÃO  | Manhã                | Bom                             | Parcial |
|      |                                  |             |          |                    |           |             | EMPRESA DE TRANSMISSÃO BAIANA S.A |   | RELATORIO N°: 20190921<br>DATA EMISSÃO: 21 / 09 / 19<br>REVISÃO: A |                      |                                 |         |
|      |                                  |             |          |                    |           |             | SE JUAZEIRO III                   |   | sábado, 21 de setembro de 2019                                     |                      | domingo, 22 de setembro de 2019 |         |
|      |                                  |             |          |                    |           |             |                                   |   | Índice Pluviométrico (mm):   |                      | RESPONSÁVEL / ENCARREGADO       |         |
| 1    | TOPOGRAFIA                       |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 2    | CANTEIRO DE OBRAS                |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 3    | ACESSO PARA CONSTRUÇÃO           |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 4    | TERRAPLANAGEM                    |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 5    | DRENAGEM PLUVIAL                 |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 6    | ENSAIOS PREVISTOS                |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 7    | CERCAS                           |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 8    | MALHA DE ATERRAMENTO PRINCIPAL   |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 9    | REACTORES DE BARRA / LINHA       |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 10   | PÓRTICOS 500 Kv                  |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 11   | PAREDES CORTA-FOGO DOS REACTORES |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 12   | EQUIPAMENTOS DE PÁTIO 500 kv     |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |
| 13   | CASA DE COMANDO                  |             |          |                    |           |             |                                   |   |  |                      |                                 |         |

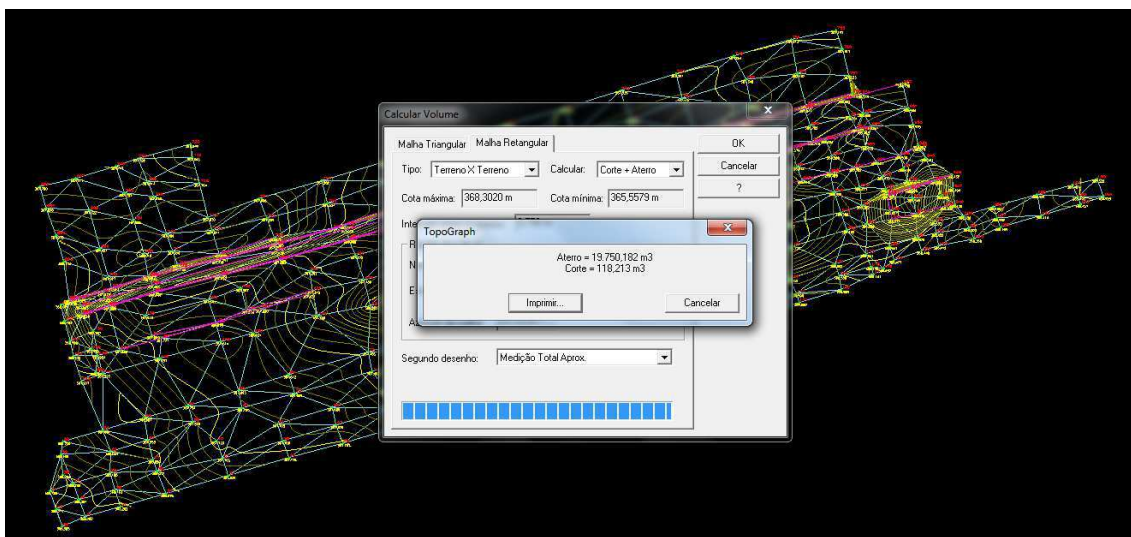
Fonte: O Autor.

Como contratante, nesta obra, tem-se a General Eletric (GE), sendo exibida sua logo na maior parte dos documentos em trânsito. Há a identificação do tempo e, em caso de chuva, a partir do pluviômetro instalado em obra, o índice pluviométrico é registrado. A contratante, Equipe de Transmissão Baiana (ETB), é responsável pela fiscalização das atividades.

## 4.6 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Em auxílio à equipe de topografia, o levantamento de quantidades de material compactado foi feito. É de inteira responsabilidade da empreiteira, durante os momentos da terraplenagem, controlar a quantidade de material já compactado, além da quantidade de material solto transportado da jazida. Através do software Topograph, conseguiu-se obter as quantidades almejadas a partir de levantamentos prévios feitos pela equipe de topografia. Inicialmente um levantamento foi feito, no início da terraplenagem, ao qual se denominou primitivo. Com base no primitivo e em novos levantamentos, o volume entre as superfícies é calculado, conforme a Figura 20.

Figura 20 – Interface do sistema utilizado para cálculo de volumes.



Fonte: O Autor.

## 4.7 ROMPIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

Durante o período de concretagem das fundações, além do acompanhamento das próprias concretagens, a manutenção do envio de corpos de prova para rompimento foi executada. Com o auxílio de uma planilha, conforme a Figura 21, pôde-se registrar as datas e os valores obtidos a partir de cada rompimento, assim como agendar o envio das próximas remessas de corpos de prova.

Figura 21 – Controle de rompimento de corpos de prova.

| FORNECEDOR | DATA       | NF REMESSA | VOL (m³) | APLICAÇÃO           | FCK (MPa) | CPS | LIBERAÇÃO DE CONCRETAGEM | CONTROLE TECNOLÓGICO |                   |            |                   |            |                   |          |
|------------|------------|------------|----------|---------------------|-----------|-----|--------------------------|----------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|----------|
|            |            |            |          |                     |           |     |                          | 7dd                  |                   | 14dd       |                   | 28dd       |                   | 2º Corpo |
|            |            |            |          |                     |           |     |                          | DATA                 | Tº Corpo de Prova | DATA       | Tº Corpo de Prova | DATA       | Tº Corpo de Prova |          |
|            |            |            |          |                     |           |     |                          | TI                   | FCK (MPa)         | TI         | FCK (MPa)         | TI         | FCK (MPa)         | TI       |
| MASSAFORT  | 25/03/2019 | 2226       | 8,5      | BASE REATORES A E B | 25        | 7   | 002/2019 E 003/2019      | 02/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 25/03/2019 | 2229       | 8,5      | BASE REATORES C E R | 25        | 13  | 001/2019 E 004/2019      | 02/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2329       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 11  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2332       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 21  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2334       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 25  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2336       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 23  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2337       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 53  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2338       | 8        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 37  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 01/10/2019 | 2339       | 6        | PÓRTICO 3B - SAPATA | 25        | 41  | 005/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 02/10/2019 | 2340       | 8,5      | PÓRTICO 3E - SAPATA | 25        | 45  | 006/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 02/10/2019 | 2361       | 8,5      | PÓRTICO 3E - SAPATA | 25        | 43  | 006/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 02/10/2019 | 2362       | 8,5      | PÓRTICO 3E - SAPATA | 25        | 55  | 006/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 02/10/2019 | 2363       | 8,5      | PÓRTICO 3E - SAPATA | 25        | 57  | 006/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |
| MASSAFORT  | 02/10/2019 | 2365       | 8,5      | PÓRTICO 3E - SAPATA | 25        | 61  | 006/2019                 | 03/10/2019           |                   | 03/10/2019 |                   | 03/10/2019 |                   |          |

Fonte: O Autor.

Para armazenamento dos corpos de prova até o momento do rompimento, um tanque foi construído e os corpos, armazenados, submersos em água. Para manuseio, utilizou-se luvas de borracha, uma vez do caráter corrosivo e cancerígeno dos compostos utilizados no concreto e que ficam em deposição na água.

#### 4.8 ENSAIO DE RESISTIVIDADE DO SOLO

Uma vez finalizado o platô, após a terraplenagem, o estagiário foi incumbido de executar um levantamento de resistividade para verificar o comportamento elétrico do solo construído. De posse de um terrômetro, hastes de aterramento e ferramentas, conforme a Figura 22, o ensaio foi executado segundo distâncias específicas ao longo do platô. Distinguiram-se 5 pontos chave de mapeamento do platô, em forma de cruz, da idealização de um terreno retangular. A medição de resistividade foi feita com as medidas de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 metros a partir da haste principal, que foi fincada em cada ponto principal. A disposição linear das demais hastes foi feita de modo a mapear o platô completamente. De posse desses dados, um relatório foi elaborado pelo engenheiro electricista presente.



Figura 22 – Levantamento de resistividade do solo.



Fonte: O Autor.

## 4.9 MEDIÇÃO DAS RESISTÊNCIAS DE ATERRAMENTO DO CANTEIRO

Realizado logo após a finalização do canteiro, incumbiu-se o estagiário de tal medição. Visa garantir a devida proteção às estruturas e equipamentos conectados ao aterramento, assim como às pessoas presentes no canteiro, na ocorrência de descargas atmosféricas e demais distúrbios. Com o auxílio de um terrômetro, a partir da localização de cada ponto de aterramento no canteiro, conforme a Figura 23, o levantamento foi efetuado e os dados passados ao engenheiro eletricista presente para confecção de um relatório. A partir deste, verificou-se que o aterramento era suficiente e que nenhuma medida adicional precisou ser tomada.

Figura 23 – Medição das resistências de aterramento.



Fonte: O Autor.

Na execução da medição, uma haste foi posicionada a uma distância considerável do ponto de aterramento, dita haste de referência, enquanto a outra se desloca ao longo do eixo definido pelo ponto de aterramento e pela haste já fixada. Deste conjunto de pontos, um gráfico é gerado e, a partir da análise de determinada região do gráfico, a resistência foi mensurada. Tal medida aproxima-se do valor quantificado pelo equipamento a 62% da distância até o ponto de aterramento.

No canteiro, seis pontos de aterramento foram identificados. Três destinados ao aterramento da carcaça dos contêineres e três ao aterramento dos demais equipamentos. Para cada ponto um levantamento foi executado e sua resistência aproximada.

## 5 CONCLUSÃO

Para a consolidação dos conhecimentos expostos em sala, um estágio é essencial. Diversos conhecimentos foram utilizados, desde o manuseio de equipamentos elétricos, como o terrômetro, até conhecimentos de instalações elétricas e adjacências. Além disso, a oportunidade de obter conhecimentos de outras áreas é extremamente importante, uma vez da mescla de conhecimentos necessários ao desempenho do papel de engenheiro em empreendimentos do tipo.

Além disso, o contato com profissionais de outras áreas e a necessidade de interação em equipe são outros pontos que conferem ao estágio o seu caráter indispensável e, neste caso, multidisciplinar. Assim como conhecimento técnico, uma boa interação no meio de trabalho proporciona ao ambiente leveza, agilidade e efetividade nos seus processos. Devido à abrangência da obra, o contato com conhecimentos da área da engenharia civil e engenharia de produção é intenso, fornecendo uma noção da dimensão do trabalho desenvolvido, além de familiarização com estes conceitos.

Assim, percebe-se a versatilidade que um engenheiro de obras deve possuir. Além de ser capaz de lidar com pressão e a necessidade de conhecimento técnico de diversas áreas, deve possuir boa interação com colegas de profissão e trabalho em equipe.

Conclui-se, portanto, uma experiência extremamente válida. A validação do conhecimento teórico já apresentado aliado à apresentação de novas esferas de conhecimento possibilitou uma visão geral e melhor compreensão do cenário em que o estagiário estava inserido. Além disso, possibilitou a verificação e a conclusão de que o conhecimento nunca se apresenta de forma distinta, mas de forma conjunta.

## REFERÊNCIAS

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

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.

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

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética  
Plano Decenal de Expansão de Energia. Empresa de Pesquisa Energética.  
Brasília: MME/EPE, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6935: Secionador, chaves de terra e aterramento rápido. Rio de Janeiro, p. 2. 1985.

D'AJUZ, A. Equipamentos Elétricos – Especificação e aplicação em subestações de alta tensão. Rio de Janeiro: Furnas, 1985.