

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA

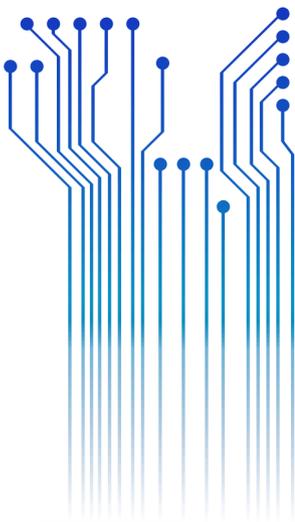


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
ENERGY ELETRICIDADE LTDA



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA

ENERGY ELETRICIDADE

Relatório de Estágio Supervisionado 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: Eletrotécnica

Professor Leimar de Oliveira, M.Sc.
Orientador

Campina Grande
2018

SANNY EMANUELLE OLIVEIRA

ENERGY ELETRICIDADE LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado 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: Eletrotécnica

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho ao meu filho, Lucas, pois desde que ele surgiu em minha vida tudo se tornou possível de acontecer, de ser conquistado, de ser enfrentado e de ser vencido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo, por todos os esforços, abdições, por ser prestativo e solícito sempre que precisei. Como também por seu amor, cumplicidade, companheirismo e paciência que sempre foram presentes, contribuindo assim para o meu sucesso de ter chegado até aqui.

Agradeço também à minha mãe, Zenilda, e a minha irmã, Fabrícia, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Agradeço grandiosamente ao professor Leimar, que se não fosse por ele, eu não teria estagiado nessa empresa com a qual tenho bastante carinho, admiração e respeito. Aproveitando para agradecer ao Diretor Sr. Luiz Alberto, ao Engenheiro Eletricista Leonardo de Medeiros, ao Engenheiro de Produção Thiago Malheiro pelo presteza, paciência e serem sempre solícitos quando tive alguma dúvida. Meu agradecimento em especial vai para a assistente administrativa, Rafaela Souza com quem compartilhei todos os meus horários de estágio.

Agradeço a todos que fazem parte do Departamento de Engenharia Elétrica sejam os excelente professores até os não tão bons, pois de certa forma contribuíram para eu ser mais forte. Em especial meus sinceros agradecimentos a nossa rainha Adail Paz e ao nosso gentleman Tchai.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje. Amigos da universidade que iniciaram juntos comigo, como Milena Arruda, Renan Vieira e Francisco Maerle e os que conheci ao longo do curso como Hotoniones Bezerra. Além dos amigos de longa data Ismênia Santos, Lívia Carvalho, Rayssa Lima, Sarah Carvalho, Yasmim Maia, Yasmin Lustosa.

*“Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente,
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou,
Estrada eu sou.”*

Renato Teixeira e Almir Sater.

RESUMO

Neste relatório consta em sequência, as principais atividades desenvolvidas pela graduanda durante a disciplina de estágio supervisionado como requisito para a conclusão do Curso de Engenharia Elétrica. O trabalho ocorreu no setor de orçamento e projeto da empresa Energy Eletricidade Ltda, na cidade de Campina Grande, Paraíba, no período compreendido entre 4 de junho a 27 de julho de 2018. Com enfoque na área de eletrotécnica, os trabalhos englobaram a leitura de normas técnicas, levantamentos de orçamentos de projetos, de rede de média tensão, projetos de subestação e de linhas de transmissão, análise do controle de materiais e equipamentos procedentes da obra. Vale ressaltar que os trabalhos atenderam satisfatoriamente aos objetivos propostos.

Palavras-chave: Associação Brasileira de Normas Técnicas, eletrotécnica, orçamentos de projetos, rede de média tensão, subestação, linhas de transmissão, controle de materiais.

ABSTRACT

In this report, the main activities developed by the undergraduate student during supervised internship as a requirement for the conclusion of the Electrical Engineering Course are in sequence. The work took place in the budget and project sector of the company Energy EletricidadeLtda, in the city of Campina Grande, Paraíba, in the period from June 4 to July 27, 2018. Focusing on the area of electrotechnology, the work included the reading of technical standards, surveys of project budgets, medium voltage grid, substation and transmission line projects, analysis of the control of materials and equipment coming from the work. It is noteworthy that the work satisfactorily met the proposed objectives.

Keywords: Brazilian Association of Technical Standards, electrotechnical, project budgets, medium voltage network, substation, transmission lines, materials control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Empresa Energy Eletricidade	15
Figura 2 – Personograma	18
Figura 3 – Parque Solar da Sol do Futuro.....	21
Figura 4 – Subestação Aquiraz II.	21
Figura 5 – Diversos tipos de formação dos condutores elétricos.....	23
Figura 6 – (a) condutor de alumínio; (b) condutor de cobre.....	24
Figura 7 – Exemplos de isoladores: (a) vidro; (b) porcelana; e (c) polímero	26
Figura 8 – Exemplos de estruturas de suporte: (a) suspensão; (b) ancoragem; (c) derivação; e (d) transposição	27
Figura 9 - Torres autoportantes de aço, circuito horizontal, com cabos para-raios e contrapeso.	28
Figura 10 – (a) (b)Administração local da Energy na obra Sol do Futuro; (c) Canteiro de Obra da Energy na obra Sol do Futuro.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alagoas
Av.	Avenida
BA	Bahia
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CE	Ceará
Celb	Companhia Energética da Borborema
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
ENG.	Engenheiro
EPR	Etileno Propileno
kV	Kilovolts
LT	Linha de transmissão
Ltda	Limitada
mm ²	Milímetros quadrado
MSc	Master of Science
MVA	Megavoltampère
NBr	Norma Brasileira
PE	Pernambuco
PB	Paraíba
PVC	Cloreto de Polivinila
RN	Rio Grande do Norte
R\$	Reais
SE	Subestação
SESMT	Serviço Especializado de Segurança e em Medicina do Trabalho
Sr.	Senhor
TC	Transformador de corrente
TP	Transformador de potencial
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UFV	Central Geradora Fotovoltaica

XLPE

Polietileno Reticulado

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	7
Abstract.....	8
Lista de Ilustrações.....	9
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	10
Sumário.....	12
1 Introdução.....	14
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Estrutura do Trabalho.....	14
2 Empresa Energy Eletricidade.....	15
2.1 Obras Realizadas.....	16
2.2 Estrutura organizacional.....	18
2.3 Obras em Andamento.....	20
3 Linhas de Transmissão e Subestação.....	22
3.1 Componentes de uma Linha de Transmissão.....	22
3.1.1 Condutores.....	22
3.1.2 Isoladores.....	25
3.1.3 Estrutura de suportes.....	26
3.1.4 Aterramento.....	27
3.2 Construção de uma Linha de Transmissão.....	28
3.2.1 Serviços preliminares.....	28
3.2.2 Fundações.....	30
3.2.3 Içamento de postes.....	30
3.2.4 Lançamento de cabos.....	31
3.3 Construção de Subestação.....	32
3.3.1 Definição e classificação.....	32
3.3.2 Equipamentos.....	33
3.3.3 Etapas da construção.....	34
4 Atividades desenvolvidas.....	36
4.1 Processo Licitatório.....	36
4.2 Orçamentos e Gestão de Projetos.....	37
5 Conclusões.....	39
Referências.....	40

1 INTRODUÇÃO

Este relatório de estágio tem como objetivo mostrar as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado da graduanda Sanny Emanuelle Oliveira, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Energy Eletricidade Ltda, sob supervisão dos Engenheiros Leonardo de Medeiros e Thiago Malheiros.

O estágio iniciou no dia 4 (quatro) de Junho e encerrou no dia 27 (vinte e sete) de Julho, tendo uma carga horária diária de 6 (seis) horas, totalizando 231 (duzentos e trinta e uma) horas.

O estágio aconteceu na sede da empresa, situada na Rua João Wallig, no bairro do Itararé. As principais atividades do estágio consistiram na realização de estudos de orçamentos de projetos para obra em andamento na UFV Sol do Futuro.

1.1 OBJETIVOS

Todo o estágio da aluna foi realizado na sede da empresa, as principais atividades da estagiaria ocorreram na realização de estudos e orçamentação de projetos de linhas de transmissão e ampliação de subestações. O principal objetivo do estágio foi o estudo de projetos, analisando o seu custo e benefício, elaboração de propostas para concorrência de licitação, análise e desenvolvimento de métodos de conferência de materiais e custos.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: O capítulo 1 a introdução do que se vai ser apresentado ao longo do relatório. O Capítulo 2 apresenta a história da empresa Energy Eletricidade, sua área de atuação e sua estrutura organizacional. No Capítulo 3 estará apresentado a fundamentação teórica sobre Linhas de Transmissão e Subestação. As atividades desenvolvidas serão apresentadas no Capítulo 4. E por fim, a conclusão no Capítulo 5.

2 EMPRESA ENERGY ELETRICIDADE

A empresa Energy Eletricidade Ltda foi fundada em 1995 pelo engenheiro Luiz Alberto Leite, na cidade de Campina Grande – PB (Figura 1). A Energy Eletricidade desde sua criação realiza projetos em instalações elétricas de baixa, média e alta tensão. Ela construiu uma trajetória de superação de desafios desde quando a empresa foi criada. Sendo pioneira, em Campina Grande, no ramo de projetos e execução de Linhas de Transmissão, Subestação e Redes de Distribuição de Energia.

Figura 1 – Empresa Energy Eletricidade



Fonte: o próprio autor.

Nos princípios éticos da empresa tem como política e qualidade, planejar, executar e supervisionar a construção de obras civis, eletromecânicas e elétricas sob a responsabilidade da mesma, objetivando atender aos requisitos com a qualidade desejada pelos clientes, buscando sempre a satisfação dos clientes e colaboradores.

A sua missão é atender os seus clientes, com excelência, através da oferta de serviços de obras civis e eletromecânicas que contribuam para a melhoria da qualidade

de vida das pessoas, gerando riqueza de forma sustentável. Tendo como visão ser empresa referenciada no mercado de obras civis e eletromecânicas, pela qualidade de seus serviços e relacionamento, como a melhor opção, considerada pelos clientes, colaboradores, fornecedores e investidores.

As crenças da empresa Energy se concentra na responsabilidade pessoal e profissional com os compromissos assumidos, na ousadia da inovação tecnológica para acompanhar um mercado dinâmico, e na força do trabalho em equipe, na capacidade criativa das pessoas, gerando um ambiente melhor para se viver.

Os recursos humanos representam o seu maior patrimônio, por isso investem em treinamentos e desenvolvimento profissional dos seus colaboradores, para que assim cresçam no mesmo compasso da empresa.

2.1 OBRAS REALIZADAS

A empresa Energy já realizou obras em vários âmbitos seja na Iluminação Pública, Instalação Elétrica, Linhas de Transmissão e Subestação. Sendo estes serviços realizados em vários estados do nordeste.

A Energy Eletricidade conta com vasta experiência em obras de eletrificação urbana e rural, executando obras dessa magnitude em várias estados do Nordeste. Os primeiros serviços da empresa nessa área foi no programa “Luz para Todos”. Tal projeto teve como contratante a Energisa junto com o Governo Federal e Estadual, que visava levar energia elétrica para a população do meio rural, seja ela com ou sem recursos financeiros, de forma gratuita. Dentre várias outras obras, destacam-se:

- Execução e fornecimento da iluminação Pública:
 - Av. Manoel Tavares – Campina Grande – PB.
 - Av. Agamenon Magalhães – Caruaru – PE.
 - Av Epitácio Pessoa e Rui Carneiro – João Pessoa – PB.
 - Estádio Ademir Cunha – Paulista – PE.
 - Estádio Olímpico – Cajazeiras – PB

- Instalações Elétricas:
 - Montagem de 14.650 medidores de energia para Celb/Inepar – Campina Grande – PB.
 - Execução do sistema de distribuição de Energia da unidade de produção de camarão – Aracati – CE.
 - Execução do sistema de proteção catódica do gasoduto Nordeste-Petrobrás – Recife – PE.
 - Execução do sistema de proteção catódica do gasoduto-Petrobrás – Tabuleiro dos Martins – AL.
 - Execução e fornecimento do sistema de distribuição de energia em 13.8kV na Bacia Potiguar – Petrobrás – Mossoró – RN.

Centenas de quilômetros de linhas de transmissão foram construídas pela Energy Eletricidade para interligar a vasta região do Nordeste, compreendendo os estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Aracajú e Rio Grande do Norte. A Energy Eletricidade executa projetos de linha de transmissão de 34,5 kV à 500 kV. Sempre com responsabilidade com os compromissos assumidos, solidificando-se cada vez mais nessa área, executando as obras com competência e alta capacitação técnica. Tendo como exemplos as seguintes obras:

- Linhas de Transmissão
 - LT 230 kV P. Afonso III – BA/Zebu – AL;
 - LT 69 kV Igarassu/Alcoa – Celpe – PE;
 - LT 69 kV Campina Grande I/Catolé – Celb– PB;
 - LT 69 kV Rio Tinto/Santa Rita – Energisa– PB;

A Energy Eletricidade possui um vasto acervo de realizações de obras neste segmento, tendo atuado na execução de subestações coletoras, elevadoras, abaixadoras e seccionadoras, a empresa se sobressai nesse portfólio, com competência e respeito ao seu cliente, sempre no sentido de melhorar ainda mais os seus serviços.

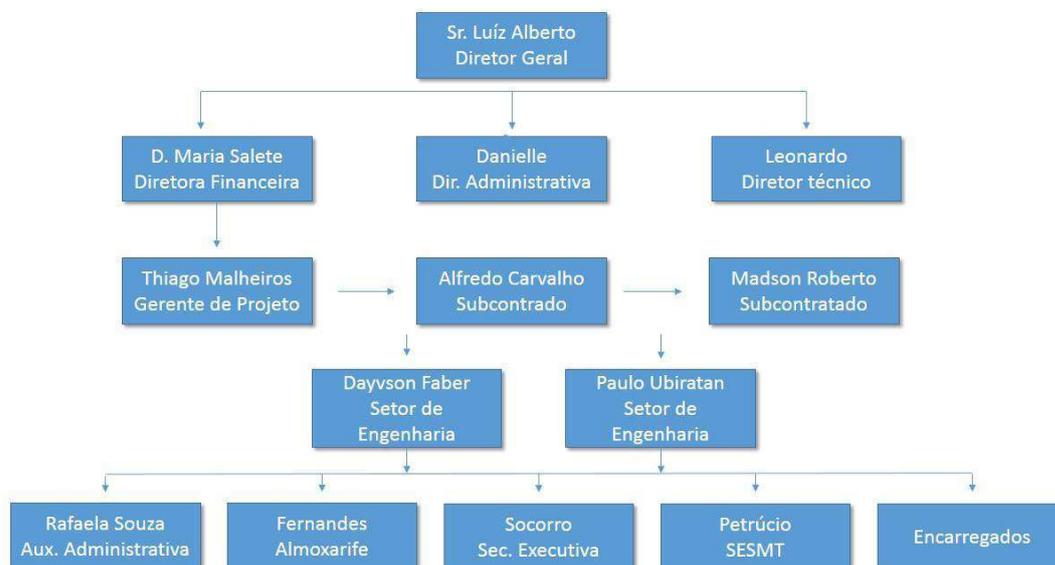
Atualmente a Energy Eletricidade trabalha na construção de subestações com classe de tensão entre 13,8 kV a 500 kV.

- Subestação (SE):
 - SE de 230 kV em Brotas de Macaúbas – BA.
 - SE 69kV – 5MVA -Gramame – Cagepa– PB.
 - SE 69kV – 5MVA -Porto da Folha – Energipe SE.
 - SE 69kV – 10MVA- Millennium Geradora Eólica Mataraca– PB.
 - SE 69kV – 80 MVA- Vale dos Ventos Geradora Eólica Mataraca– PB.

2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional da Energy é apresentada no personograma esboçado na Figura 2. Como pode ser visto, ela é composta por diretorias, situadas na sede, setores de compra, administração e SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho). Assim como alguns motoristas.

Figura 2 – Personograma.



Fonte: Próprio autor, 2018.

O senhor Luíz Alberto é o diretor geral que tem como principal função dirigir, planejar, organizar e controlar as atividades de diversas áreas da empresa, fixando políticas de gestão dos recursos financeiros, administrativos, estruturação, racionalização, e adequação dos serviços diversos. Como também desenvolver

planejamento estratégico, identificar oportunidades, avaliar a viabilidade e faz recomendações sobre novos investimentos ou desenvolvimento de novos negócios.

A senhora Maria Salete, diretora financeira, é responsável por gerenciar os departamentos contábeis e financeiros, desenvolvendo normas internas, processos e procedimentos de finanças. Tem como função também planejar, organizar, dirigir e controlar as atividades financeiras da empresa, fixar políticas de ação acompanhando seu desenvolvimento, para assegurar o cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos, realizar o gerenciamento completo da área administrativa e financeira da empresa, contemplando as atividades de planejamento financeiro, contas a pagar e conta a receber, cobrança, gestão do patrimônio da empresa,

A engenheira eletricista Danielle é a diretora administrativa que é responsável por criar métodos, planejar atividades, organizar o funcionamento dos vários setores da empresa, calcular despesas e garantir a perfeita circulação de informações e orientações.

A direção de projeto tem como diretor o Eng. Eletricista Leonardo de Medeiros o qual de um modo geral, é responsável pelo sucesso do projeto. Ele define o projeto e desenvolve o cronograma e orçamento do projeto. Definir o projeto significa entender e obter o acordo sobre os objetivos, âmbito, riscos, abordagem, orçamento, etc., e inclui também a definição e adoção de um plano de gestão do projeto específico que será utilizado para gerir o projeto em questão.

Já o engenheiro de produção Thiago Malheiros juntamente com os subcontratados Eng. Eletricistas Sr. Alfredo de Carvalho e Madson Roberto são os gerentes de projetos. O gerente de projeto é o profissional responsável por planejar, controlar, orientar, definir e executar atividades que estão interligadas desde a definição do escopo até a apresentação dos resultados finais das tarefas. A importância deste cargo em meio à elaboração e desenvolvimento dos diversos tipos de projeto se justifica pelo fato de o gerente ser quem define e atribui as tarefas para cada membro da equipe de trabalho enquanto, simultaneamente, acompanha e monitora tudo o que cerca a atividade.

O Eng. Eletricista Dayvson Faber e o Eng. Civil Paulo Ubiratan são os site managers, ou simplesmente gerentes de construção, são os profissionais responsáveis pelo dia a dia no local da execução de um projeto de construção, ou seja, o próprio engenheiro da obra. Os site managers são encarregados de manter um projeto dentro do prazo e do orçamento, e gerir eventuais atrasos ou problemas encontrados no local

durante a sua execução. Também é responsável pela gestão de controle de qualidade, exames de saúde e de segurança e fiscalização do trabalho realizado.

A auxiliar administrativa Rafaela Souza tem função de dar apoio administrativo a empresa em suas tarefas diárias como, por exemplo: compras, pessoal, logística, estoque, financeiro, marketing e etc.

O almoxarife, Fernandes é responsável por realizar o recebimento, movimentação e estocagem de matérias-primas e produtos. Recebe e confere as notas fiscais de entrada dos materiais adquiridos, verifica quantidade, descrição e as condições gerais dos materiais e embalagens.

Por fim, o técnico de segurança do trabalho, Petrócio. Elabora e orienta atividades de segurança do trabalho e preservação física dos funcionários na empresa. Inspecciona equipamentos e condições de trabalho, investiga e analisa causas de acidentes para eliminar riscos. Desenvolve programas de treinamento e verifica o cumprimento das normas e procedimentos de segurança na aplicação de providências preventivas.

2.3 OBRAS EM ANDAMENTO

A Energy Eletricidade está com obra em andamento na UFV Sol do Futuro com a construção da Linha de Transmissão de 69 kV que interliga a SE Coletora a SE Aquiraz II juntamente com um Bay.

A proposta do Complexo Steelcons Sol do Futuro é de instalar três usinas solares, cada uma com 94.048 módulos fotovoltaicos, em terreno particular, com investimento de R\$ 400 milhões e começa a fornecer energia em novembro de 2018. As três usinas juntas vão gerar 81 megawatts, que serão enviados para o sistema elétrico, numa área de 203 hectares, na localidade de Patacas, a 17 quilômetros da sede de Aquiraz.

O empresário Fernando Cirino Gurgel é um dos sócios do empreendimento, através da FCG, que já tem duas usinas eólicas na Prainha e outros projetos em execução. Cirino, que esteve à frente da Durametal, vendeu sua participação para um grupo espanhol e agora se dedica totalmente à geração de energia limpa e ao setor imobiliário, embora ainda tenha uma participação da família na empresa, através do seu filho Felipe Cirino. A viabilidade do empreendimento era estudada em Tocantins, mas o

Ceará saiu na frente e conseguiu o investimento. A expectativa é de que, na fase de operação, sejam gerados 250 empregos diretos e 1 mil indiretos.

Figura 3 – Parque Solar da Sol do Futuro.



Fonte: O setor Solar, 2017.

Os equipamentos e linha de transmissão da SE Aquiraz II fazem parte da Área 230 kV Norte da Região Nordeste (Figura 4).

A configuração do barramento de 230 kV da SE Aquiraz II é do tipo barra dupla operando com as barras energizadas e interligadas, com a seguinte configuração de equipamentos:

Barramento 1: Conectados os seguintes equipamentos / linha de transmissão: LT 230 kV Fortaleza / Aquiraz II – e um transformador 230/69kV – 150MVA.

Barramento 2: Conectados os seguintes equipamentos / linha de transmissão: LT 230 kV Banabuiú /Aquiraz II – dois transformadores 230/69kV – 150MVA.

Esta distribuição tem a finalidade de, na perda da seção de barra que desligue a LT Fortaleza - Aquiraz 230kV, que é a mais severa, o atendimento às cargas da SE Aquiraz que ficará apenas pela LT Banabuiú-Aquiraz 230kV, seja feito através de 2 transformadores, possibilitando uma melhor regulação de tensão para a SE Aquiraz.

Figura 4 – Subestação Aquiraz II.



Fonte: Flickr, 2012.

3 LINHAS DE TRANSMISSÃO E SUBESTAÇÃO

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.

3.1 COMPONENTES DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO

Os parâmetros básicos do projeto de uma linha de transmissão de energia elétrica são o comprimento da linha e a potência elétrica a ser transmitida. O nível de tensão da LT é determinado em função da distância e potência especificadas, empregando critérios econômicos e considerando os custos de construção, adequação com o sistema já existente e as perdas durante o período de retorno. O projeto de LT é normatizado pela NBR- 5422 para obras no Brasil.

Do ponto de vista executivo, o projeto da LT consiste em especificar o tipo, quantidade e locação das fundações e estruturas e em especificar e quantificar número de circuitos, cabos condutores, isoladores, ferragens, cabos de aterramento e cabos transmissão de dados.

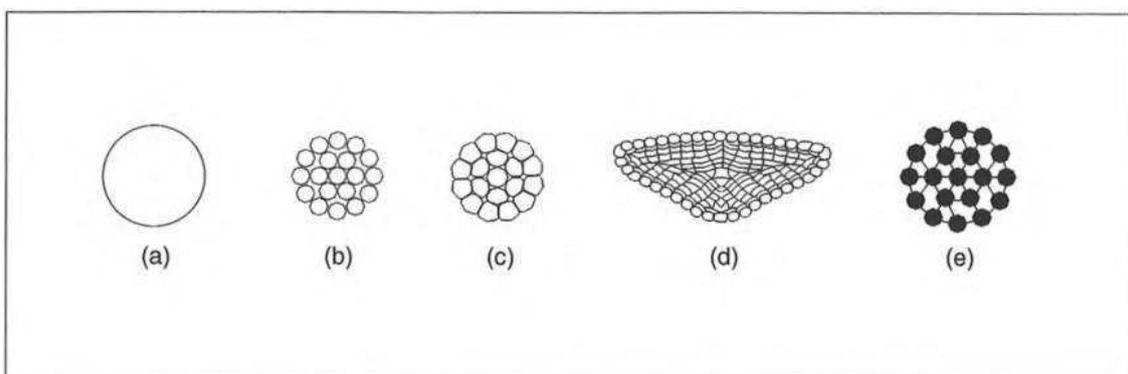
3.1.1 CONDUTORES

Os cabos condutores são os elementos responsáveis pelo transporte da energia elétrica propriamente dita. O seu projeto deve atender a requisitos elétricos, mecânicos e econômicos.

O dimensionamento econômico dos condutores consiste em determinar a área de seção transversal que minimiza o custo total do cabo. O custo total, por sua vez, é composto pelos custos de aquisição e instalação, que aumentam com o incremento da área de seção do condutor, e pelo custo de operação, que decresce com o aumento da área de seção reta.

Os condutores são fabricados de diversas formas, de forma que cada uma dessas formas é própria para um determinado tipo de aplicação. Como podem ser vistos na Figura 5, tem-se:

Figura 5 – Diversos tipos de formação dos condutores elétricos.



Fonte: MAMEDE, 2005.

A formação do tipo (a) é denominada de fio redondo sólido, neste tipo de condutor há uma limitação de 10 mm^2 , pois superior a isto sua flexibilidade é impeditiva para os trabalhos de puxamento, acomodação e ligação dos mesmo. Ele é usualmente utilizados em instalações de iluminação.

Por sua vez a formação do tipo (b) trata-se dos condutores redondo normal. O mesmo é constituído por um fio longitudinal envolvido por coroas de fios redondos sólidos. Suas formações são padronizadas por norma, que são:

- 7 fios = $1+6$;
- 19 fios = $1+6+12$;
- 37 fios = $1+6+12+18$;
- 61 fios = $1+6+12+18+24$;
- 91 fios = $1+6+12+18+24+30$.

Já o tipo identificado pela letra (c) diz respeito ao condutor compacto que difere do tipo (b) por ser submetido a um processo adequado de compactação, que reduz o seu

diâmetro. A sua desvantagem é que no processo de compactação aumenta sua rigidez dificultando desta forma p seu manuseio.

Tem-se também o condutor setorial compacto, identificado pela letra (d). Ele é fabricado partindo da corda do condutor redondo compacto que sofre um processo de deformação específica dos fios elementares das várias coroas, por meio de um conjunto de calandras que dá uma forma setorial ao condutor. (MAMEDE, 2005)

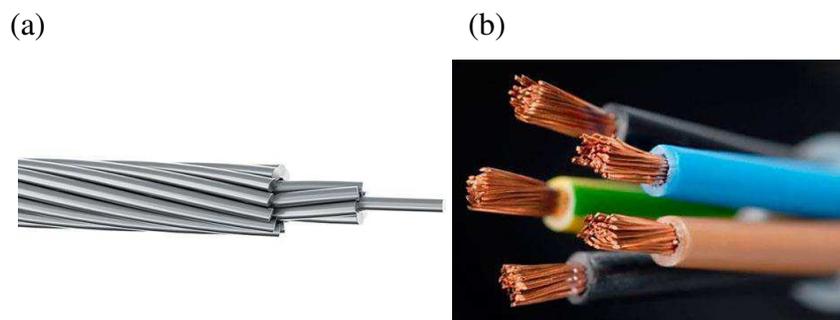
Por fim, o tipo de formação (e) é o condutor flexível, que é fabricado a partir do encordoamento de vários fios elementares de diâmetro reduzido.

Basicamente, a fabricação dos condutores elétricos são feitos de dois metais, o alumínio e o cobre.

Os condutores de alumínio são de baixo custo quando comparados com os condutores de cobre. Eles são largamente utilizados nas redes e linhas aéreas de distribuição e transmissão de energia elétrica, desde que não sejam localizados próximos a orla marítima.

Já os condutores de cobre dominam o mercado nas aplicações de instalações elétricas, sejam prediais ou industriais e nas proximidades da orla marítimas. O cobre deve ser purificado através do processo de eletrólise.

Figura 6 – (a) condutor de alumínio; (b) condutor de cobre.



Fonte: (a) Condispar ;(b) Mundo da educação.

A isolação dos condutores é de extrema importância para a escolha do mesmo, que tem que ser feita de acordo com a sua finalidade. A isolação termoplástico são fabricados à base de cloreto de polvinila, conhecido comumente como PVC. Tem a propriedade de se tornar gradativamente amolecidas a partir da temperatura de 120 °C.

Já a isolação termofixos são fabricadas à base de dois materiais distintos, sendo que cada um deles apresenta características elétricas e mecânicas específicas, esses dois

materiais são polietileno reticulado (XLPE), no qual algumas de suas características é possuir alta rigidez dielétrica, baixa resistência à ionização e temperatura máxima admissível elevada, por sua vez a borracha etileno propileno (EPR) apresenta elevada resistência à ionização, alta rigidez dielétrica e baixas perdas dielétricas.

3.1.2 ISOLADORES

Os isoladores são elementos sólidos dotados de propriedades mecânicas capazes de suportar os esforços produzidos pelos condutores. Eletricamente, exercem a função de isolar os condutores (MAMEDE,). De maneira geral, os isoladores podem ser classificados em duas categorias:

- **Isoladores de apoio:** São aqueles nos quais se apoiam os condutores, podendo ser fixados de maneira rígida, no caso de barramentos de subestação ou painéis metálicos, ou não, como no caso de redes de distribuição.
- **Isoladores de suspensão:** São aqueles que, quando fixados à estrutura de sustentação, permitem o livre deslocamento em relação à vertical, através da rotação do seu dispositivo de fixação. Estão nesta categoria os isoladores de disco.

Uma falha em um isolador pode ocasionar descarga entre condutor e elemento aterrado ou a queda do cabo condutor, causando prejuízos às empresas e ao sistema elétrico. Portanto, o conjunto de isoladores tem que suportar as solicitações mecânicas, como peso dos cabos e efeitos adversos. Além disso, o isolador deve apresentar bom desempenho frente a condições atmosféricas e ambientais adversas, como, por exemplo, chuva, neblina, poluição ou poeira.

Os isoladores podem ser classificados em três grupos conforme o material constitutivo:

- **Isoladores cerâmicos:** construídos em porcelana vitrificada fabricada de modo a evitar porosidades que comprometam o desempenho dielétrico;
- **Isoladores de vidro:** o vidro temperado é o material dielétrico empregado;
- **Isoladores poliméricos:** tem como material base diferentes tipos de borracha ou silicone, com aditivos que visam aprimorar a suportabilidade da superfície às condições ambientais.

A Figura 7 mostra isoladores fabricados com os três tipos de materiais.

Figura 7 – Exemplos de isoladores: (a) vidro; (b) porcelana; e (c) polímero



Fonte: PIRES, 2009

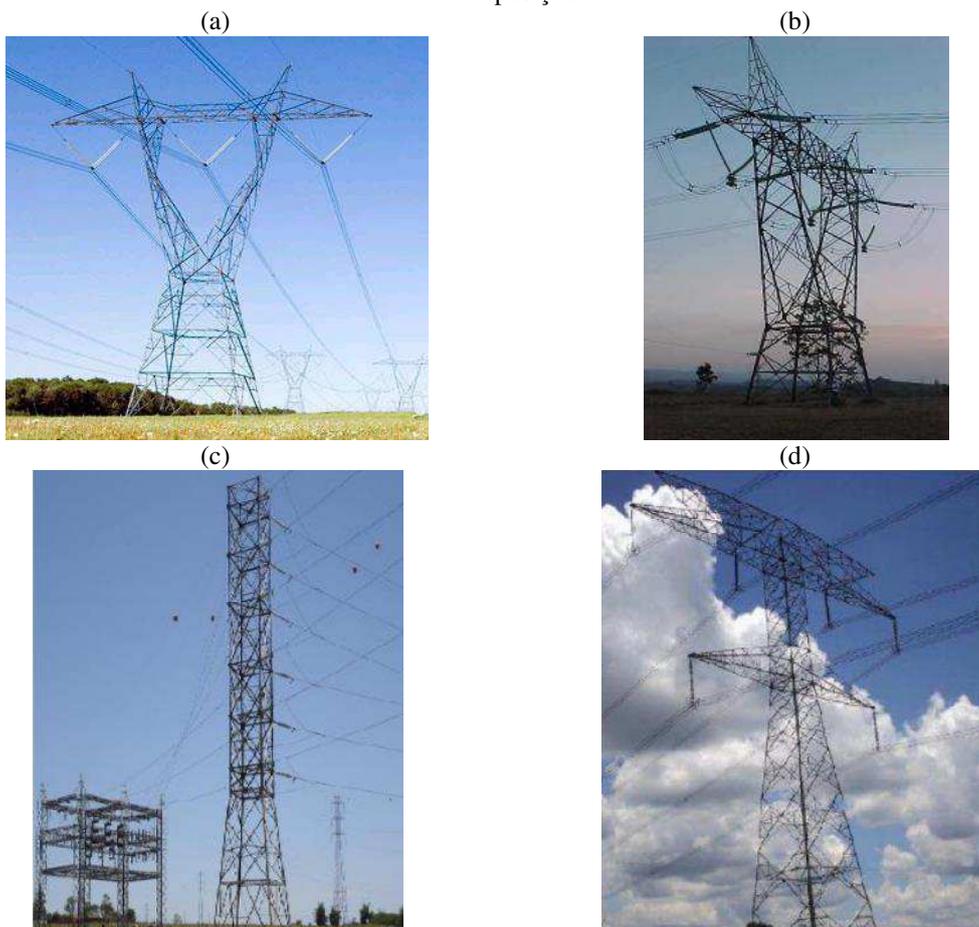
3.1.3 ESTRUTURA DE SUPORTES

De acordo com o funcionamento perante as linhas de transmissão, as estruturas de suporte podem ser classificadas em quatro categorias:

- **Estruturas de suspensão:** sustentam ou apoiam os cabos condutores e para-raios, elevando-os e aumentando a distância destes ao solo. As estruturas de suspensão não podem ser utilizadas em vértices de traçado, pois não exercem tração horizontal significativa sobre os cabos;
- **Estruturas de ancoragem:** são estruturas utilizadas para a ancoragem dos cabos. Na estrutura de ancoragem, os cabos estão presos e tracionados por meio de isoladores posicionados horizontalmente. Portanto, a estrutura de ancoragem permite a mudança na direção dos cabos, sendo assim utilizada para a inserção de um ângulo no traçado da LT. Tanto sua estrutura quanto a sua fundação devem ser mais robustas que as da torre de suspensão, devido ao fato de ser submetida a trações na direção horizontal;
- **Estruturas de derivação:** são utilizadas para instalar uma derivação em um determinado ponto da LT;
- **Estruturas de transposição:** são utilizadas para alterar o posicionamento dos condutores, propiciando assim o equilíbrio entre as fases da LT.

A Figura 8 contém imagens dos quatro tipos de estruturas de suporte.

Figura 8 – Exemplos de estruturas de suporte: (a) suspensão; (b) ancoragem; (c) derivação; e (d) transposição



Fonte: (a) METALICA, 2018. (b) PEREIRA, et al., 2018. (c) IVOLINES, 2013 e (d) EDGARD CARDOSO, 2014.

3.1.4 ATERRAMENTO

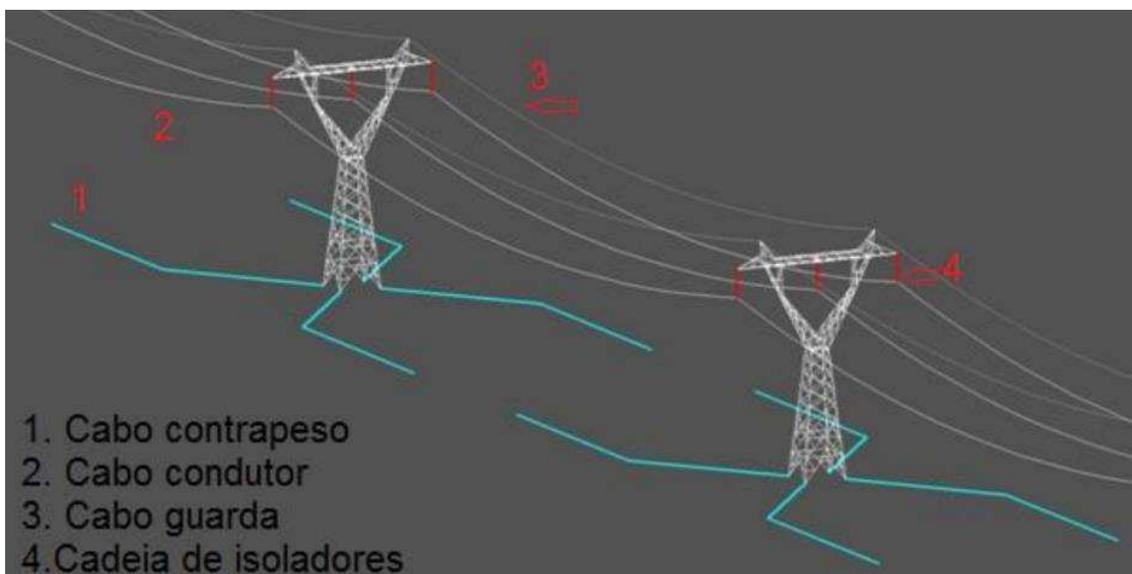
A implantação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) em conjunto com um sistema de aterramento adequado é imprescindível para a operação segura e confiável da LT.

O SPDA de LTs aéreas consiste em cabos guarda, também chamados de cabos para-raios. O cabo para-raios é um cabo condutor, em geral solidamente aterrado, instalado em posição superior ao(s) circuito(s) da LT, de forma a interceptar as descargas atmosféricas e reduzir a possibilidade de interrupção do fornecimento de energia pela LT (LABELAGINI et al., 1992).

De modo a se garantir um funcionamento eficiente do SPDA, com a drenagem das descargas atmosféricas para a terra e a prevenção do surgimento de sobretensões, propagadas ou induzidas, é necessário garantir a eficiência do aterramento. Em

estruturas de aço, a própria estrutura metálica é utilizada como condutor de aterramento. As ferragens das fundações são conectadas aos cabos contrapeso, que são cabos de aço enterrados no sentido longitudinal da LT, com profundidade em torno de 50 a 90 cm, conforme a ilustração apresentada na Figura 9.

Figura 9 - Torres autoportantes de aço, circuito horizontal, com cabos para-raios e contrapeso.



Fonte: FAW7, 2015

Em estruturas autoportantes de aço como as ilustradas na Figura 9, um valor típico para o comprimento de cada cabo contrapeso é 40 m.

Atualmente, em muitas LTs são utilizados cabos para-raios do tipo OPGW (do inglês, *optical ground wire*), que possuem em seu interior fibras óticas utilizadas para transmissão de dados.

No caso de estrutura de concreto, todo o comprimento da estrutura deve ser percorrido por um condutor de aterramento. Todas as peças metálicas não energizadas devem ser interligadas ao condutor, que é aterrado por meio de ao menos uma haste de aterramento.

3.2 CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO

3.2.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

- Instalação de canteiro de obras: em estudos preliminares à execução da obra, é indispensável realizar considerações concernentes à distância da localidade aos centros urbanos mais próximos. Gastos com logística,

transporte de pessoal, materiais e equipamentos devem ser previstos, bem como obtenção de licenças ambientais (LI);

- Levantamento topográfico: uma equipe de topografia deve obter o perfil topográfico da região e realizar a locação da faixa de servidão e das locações das torres;
- Abertura de faixa de servidão e construção de acessos: a faixa de servidão é uma faixa de terreno que acompanha o traçado da LT, com largura mínima especificada pela NBR 5422, de modo a permitir a implantação, operação e manutenção da linha. A abertura da faixa consiste na supressão da vegetação local de modo a possibilitar o transporte de equipamentos, materiais e estruturas e o lançamento dos cabos.

Figura 10 – (a) (b) Administração local da Energy na obra Sol do Futuro; (c) Canteiro de Obra da Energy na obra Sol do Futuro.



Fonte: Energy Eletricidade, 2018.

3.2.2 FUNDAÇÕES

- Preparação de estruturas: caso as fundações sejam de concreto armado, as armações de concreto devem ser construídas conforme o projeto;
- Escavação: as escavações são realizadas em geral utilizando trado ou outros equipamentos similares. Durante a escavação das fundações, podem ocorrer imprevistos tais como a descoberta de camadas rochosas ou afloramento de água, que acarretam em dificuldades e requerem o uso de técnicas e equipamentos especiais para a conclusão da atividade;
- Preenchimento das cavas:
 - No caso de fundações para estruturas de aço, após a escavação a fundação de concreto armado é construída, e o stub – a primeira peça da estrutura metálica – é fixado à fundação;
 - No caso de estruturas de concreto, o poste é implantado e é realizado o preenchimento da fundação com concreto, solo cimento ou outra mistura especificada em projeto.

3.2.3 IÇAMENTO DE POSTES

- Seleção das peças destinadas a cada tipo de estrutura;
- Distribuição das estruturas, postes, cruzetas e ferragens ao longo das locações;
- Instalação de estais, quando existirem;
- Montagem das estruturas:
 - Em estruturas de concreto, geralmente o poste é implantado e em seguida são montadas cruzetas e ferragens;
 - Em estruturas de aço, as peças individuais são montadas ainda no solo em grupos maiores, que em seguida são içados e fixados na estrutura;
- Aterramento das estruturas, implantação de cabos contrapeso e hastes de aterramento.

3.2.4 LANÇAMENTO DE CABOS

O lançamento de cabos consiste na fixação dos cabos condutores e para-raios às estruturas. Ele não ocorre obrigatoriamente após o término da implantação de todas as estruturas. De modo a acelerar o andamento das atividades, mais de uma equipe pode estar em atividade: uma à frente, atuando na implantação de estruturas, seguida por uma equipe executando o lançamento de cabos.

Durante o lançamento, os condutores devem ser aterrados para prevenir eventuais tensões induzidas. Normalmente um cabo piloto é lançado primeiro, sendo posteriormente conectado ao condutor por meio de um balancim. Os cabos são puxados por um guincho enquanto na outra extremidade eles saem das bobinas e passam pelo freio, onde é feito o controle da tensão mecânica do lançamento (MENEZES, 2015).

No traçado projetado para a LT podem existir interferências tais como estradas, redes de média tensão ou outras LTs já implantadas, cruzando o traçado. Quando da ocorrência de interferências, devem ser previstas as chamadas travessias. Na travessia de estrada ou rodovia, deve ser realizada, se possível, a interdição temporária do trecho no qual os cabos serão lançados.

No projeto de travessia com outra LT ou RMT, deve ser previsto se o circuito será lançado acima ou abaixo do circuito já existente. O modo do lançamento deve ser definido de forma que o circuito de maior tensão, se houver, fique posicionado acima do outro circuito. Também devem ser garantidas as distâncias mínimas de separação entre condutor e condutor, condutor e estruturas e a distância entre o condutor mais baixo e o solo.

É preferível que o trecho a ser transposto seja desenergizado. Caso contrário, deve ser planejado o procedimento para a travessia de LT ou RMT energizada, que é sempre um procedimento de risco. No caso de o novo circuito ser lançado acima do existente, geralmente são instaladas empancaduras, que são estruturas isoladoras de madeira e cordas isolantes que visam separar e garantir a distância de isolamento entre os condutores na ocasião do tracionamento dos novos cabos.

3.3 CONSTRUÇÃO DE SUBESTAÇÃO

3.3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

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.

3.3.2 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

3.3.3 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

O estágio foi realizado na sede da empresa, no setor de planejamento e cotação de projetos. As principais atividades desenvolvidas se deram no âmbito da orçamentação de projetos de construção de linhas de transmissão e redes de média tensão, e elaboração de proposta para concorrer a duas licitações, ampliação da SE Milagres e ampliação da SE- Icó II.

4.1 PROCESSO LICITATÓRIO

O procedimento administrativo formal para contratação de serviços e/ou aquisições de produtos pelos entes da administração pública é denominado **licitação**. Os procedimentos para a realização do processo licitatório são diferentes de acordo com a modalidade escolhida. Mesmo assim, é possível resumir o processo nas etapas a seguir:

- **Instrumento convocatório:** é um documento que compila as regras do processo de seleção. É através dele que ocorre a divulgação do processo licitatório e das normas que irão regulamentá-lo. Ele pode ser em formato de edital ou de carta-convite;
- **Habilitação:** após a entrega das cotações de todos os concorrentes da licitação, a Administração Pública analisa os integrantes, verificando se eles estão habilitados ou não a participar do processo. Os participantes que forem incompatíveis com as regras do edital são eliminados;
- **Adjudicação e Homologação:** na fase de adjudicação, é decidido qual participante tem a melhor proposta para a Administração Pública. Após, a autoridade competente homologa o processo licitatório com o vencedor;
- **Convocação e assinatura do contrato administrativo:** após a homologação do processo, o vencedor é convocado e o contrato do serviço é assinado entre as partes.

A estagiária auxiliou em dois processos licitatórios: fornecimento de equipamentos, materiais com projetos e serviços de instalações, para ampliação da

subestação Milagres – quarto transformador, e fornecimento de equipamentos, materiais e serviços para ampliação da subestação Icó II – terceiro transformador.

A função da estagiária consistia na coleta e organização de toda documentação necessária, além da realização dos cálculos de custo de mão de obra e equipamentos com o objetivo de alcançar um valor final já determinado pelo engenheiro responsável. Tendo assim que respeitar toda a solicitação da CHESF publicada nos editais de convocação das licitações. Nesta atividade foi possível obter a noção dos valores reais dos equipamentos elétricos, no qual tem o transformador como equipamento mais importante e caro de uma obra de subestação.

4.2 ORÇAMENTOS E GESTÃO DE PROJETOS

O orçamento é um plano financeiro para determinada atividade pertencente a uma entidade pública, privada ou até mesmo familiar. Ele envolve a expressão de receitas e despesas relativo a um período de execução, que pode ser desde diário até plurianual, a depender da atividade desenvolvida. As despesas são todos os gastos da pessoa ou organização. Elas podem ser classificadas de acordo com os fins a que se destinam. As receitas são os proventos recebidos, e podem ser classificadas em receitas patrimoniais, receitas extraordinárias e receitas tributárias (esta última exclusiva do estado).

A orçamentação de um projeto de execução de obra consiste em apresentar uma proposta de execução da obra ao cliente em potencial. Nela, são detalhados os serviços e materiais a serem fornecidos, com os respectivos preços totais. Geralmente são anexadas uma ou mais planilhas com detalhamento da composição de preços: as planilhas de preço unitário, que contém uma lista do material e serviços fornecidos, juntamente com as respectivas quantidades, preços relativos e o valor total da proposta.

A orçamentação de pedidos de compras oriundos da obra ocorreu quase que diariamente, muitas vezes deixando dúvidas quanto a característica do produto. Era preciso para se fechar o pedido com determinada empresa, não só o menor preço, como também as melhores formas de pagamento no boleto.

Durante o período do estágio, pode-se acompanhar o processo de realização das etapas de uma obra, como a acomodação dos funcionários em obra, os pedidos de ordem de compras de materiais, o planejamento da obra, elaboração das plantas-baixas,

acompanhamento contínuo das não conformidades da obra de acordo com as exigências do cliente. Este acompanhamento era realizado semanalmente por meio de um site, no qual os fiscais assinalavam as não conformidades, sendo passível de multas diárias.

Foi incumbido à estagiária a elaboração e acompanhamento de planilhas com compras de materiais desde o seu pedido vindo da obra, passando pelo setor financeiro, onde era cotado em várias empresas, negociado sua forma de pagamento e então a compra era autorizada, até a chegada do pedido na obra.

Foi solicitado também a estagiária a tarefa de comparação de projeto executivo com orçamentos enviados pelas empresas, neste foram encontrados por várias vezes discrepâncias. Tornando assim de importância para a empresa a verificação minuciosa dos projetos.

5 CONCLUSÕES

O estágio é uma importante etapa no processo de desenvolvimento e aprendizagem do aluno, porque proporciona oportunidades de vivenciar conteúdos acadêmicos na prática, permitindo assim a obtenção de conhecimentos e atitudes relacionadas com a profissão escolhida pelo aluno. Além disso, o estágio permite contato direto com os funcionários de uma empresa, com quem é possível trocar experiências, novas ideias, conceitos, planos e estratégias.

A realização do estágio na empresa Energy Eletricidade Ltda permitiu utilizar o conhecimento acadêmico com a experiência vivencial em um ambiente de trabalho, elucidando e complementando na prática os temas abordados nas aulas durante a graduação. Assim, o estagiário retém melhor o conhecimento sobre a vida profissional, através da experiência obtida durante o programa de estágio.

Além do estágio proporcionar um aprendizado técnico e prático, possibilita o aluno a vivenciar situações rotineiras e inesperadas de um ambiente de trabalho. Assim, o aluno desenvolve habilidades essenciais para o mercado de trabalho, como trabalho em equipe, tomadas de decisões e soluções de problemas.

O ponto negativo deste estágio foi que o mesmo se deu totalmente no escritório da empresa. Apesar de poder trabalhar analisando a execução de uma obra civil e eletromecânica de uma subestação de 69 kV e de uma linha de transmissão de 69 kV, não foi possível obter experiência em atividades de campo, o que seria uma experiência extraordinária, pois espera-se ter contato com situações reais da vida de um engenheiro em um estágio para que haja a aplicação prática de muitos conceitos envolvidos em sala de aula.

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.

