



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

Caio César Calado Fernandes



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
FAAB ENGENHARIA LTDA.



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

Caio César Calado Fernandes

ESTÁGIO INTEGRADO
FAAB ENGENHARIA LTDA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Coordenação do Curso 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

Campina Grande
2018

Caio César Calado Fernandes

ESTÁGIO INTEGRADO
FAAB ENGENHARIA LTDA

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

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Leimar de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Este trabalho é dedicado à minha família:
Minha mãe, Rosa Lúcia Calado, meus irmãos
Marcus Vinícius Calado Fernandes e Jorge
Henrique Calado Fernandes, à minha noiva,
Thaís de Sousa Andrade e também a todos os
outros que contribuíram de alguma forma com
essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Primeiramente a Deus por me proporcionar esta etapa da minha vida, à minha mãe Lúcia Calado, pela educação, pelo amor, apoio, incentivo e pela confiança que sempre me deu.

Aos meus familiares, em especial à minha noiva, Thaís de Sousa Andrade pelo amor e carinho, pela paciência, e pelo companheirismo e palavras de incentivo ao longo de todo esse percurso.

Aos meus irmãos, Marcus Vinícius e Jorge Henrique que sempre torceram por mim e me apoiaram.

Ao professor Leimar de Oliveira, pela confiança e prestatividade no início do estágio, no relatório de conclusão de curso e demais empreitadas durante a passagem acadêmica.

Aos professores que tive, pela paciência, disponibilidade e orientação que me foram dados.

À FAAB Engenharia Ltda., principalmente aos engenheiros Richard Freitas, Bruno Alencar, pela a oportunidade oferecida para realização do estágio. Ao técnico Diêgo Oliveira, pela experiência adquirida através de sua supervisão nas atividades e dos ensinamentos imprescindíveis para minha formação pessoal e profissional. E a todos os funcionários da empresa, que proporcionaram um ambiente de trabalho agradável e descontraído.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), todos os professores e funcionários que contribuíram na minha formação acadêmica e condições oferecidas, que me permitiram realizar este trabalho. Em especial a Tchai e Adail, pela prestatividade e cortesia.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos de universidade, por estarem sempre presentes compartilhando conhecimento, carinho e por me fazerem descontraír até mesmo nos momentos mais difíceis, dentro e fora da vida acadêmica e profissional.

“No que diz respeito ao futuro, não se trata de prever, mas de torná-lo possível.”
Antoine de Saint-Exupéry.

RESUMO

O relatório objetiva apresentar as principais atividades desenvolvidas no estágio integrado realizado pelo graduando Caio César Calado Fernandes na FAAB Engenharia LTDA, durante o período de 02 de Outubro de 2017 a 02 de Março de 2018. As atividades desempenhadas pelo estagiário se concentraram no estudo e orçamento de projetos de ampliação e construção de subestações e linhas de transmissão, mais especificamente. Foi realizado acompanhamento de obra de construção de aproximadamente 25 km de linhas de transmissão de 69kV nos municípios de Afogados da Ingazeira-PE e Tabira-PE. O estagiário também desempenhou outras atividades no setor de Orçamentos, onde pôde colaborar com elaboração de propostas técnicas e comerciais e também se familiarizar com processos licitatórios para grandes obras, além de ter participado de supervisão de serviços realizados em contratos com a CELPE para melhoramentos na Rede de Distribuição nas cidades de Caruaru-PE e Recife-PE.

Palavras-chave: Orçamento de projetos, Linhas de Transmissão, Subestação, FAAB Engenharia Ltda.

ABSTRACT

The report aims to present the main activities carried out in the integrated stage carried out by graduated Caio César Calado Fernandes at FAAB Engenharia Ltda during the period from October 2, 2017 to March 2, 2018. The activities carried out by the trainee focused on the study and budget of expansion projects and construction of substations and transmission lines, more specifically. Work was done on the construction of approximately 25 km of 69 kV transmission lines in the municipalities of Afogados da Ingazeira-PE and Tabira-PE. The trainee also carried out other activities in the field of Budgets, where he was able to collaborate with the preparation of technical and commercial proposals and also to familiarize himself with bidding processes for major works, besides having participated in supervision of services performed in contracts with CELPE for improvements in the Network in the cities of Caruaru-PE and Recife-PE.

Keywords: Budgeting of Projects, Transmission Lines, Substations, FAAB Engenharia Ltda.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1: FAAB Engenharia Ltda. (Sede)</i>	13
<i>Figura 2: Fluxograma das principais etapas de cotação das construções de LTs e SEs</i>	25
<i>Figura 3: Modelo de composição de custo para montagem de chave seccionadora 138 kV, sem lamina de terra</i>	25
<i>Figura 4 Simulação de histograma modelo com quantitativos por semana de trabalho</i>	26
<i>Figura 5: Item de escopo detalhado da proposta técnica</i>	27
<i>Figura 6: Construção do barramento de 69KV</i>	29
<i>Figura 7: Malha de terra da casa de comando</i>	29
<i>Figura 8: Execução de alicerce da casa de comando</i>	29
<i>Figura 9: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (a)</i>	30
<i>Figura 10: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (b)</i>	30
<i>Figura 11: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (c)</i>	30
<i>Figura 12: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (d)</i>	30
<i>Figura 13: Implantação de postes com uso de guindaste</i>	31
<i>Figura 14: Montagem de isolador line post (detalhe)</i>	31
<i>Figura 15: Acesso aos trechos energizados por meio de caminhão isolado NR-12</i>	32
<i>Figura 16: Montagem de cruzeta de concreto em estrutura</i>	33
<i>Figura 17: Nivelamento dos cabos feito com trator e Dinamômetro</i>	33
<i>Figura 18: Proposta comercial Faab Engenharia</i>	34
<i>Figura 19: Implantação dos postes para a travessia do alimentador 01Z6- Rio Capibaribe</i>	35
<i>Figura 20: Detalhamento das obras civis realizadas para a travessia</i>	35
<i>Figura 21: Vista panorâmica do local da travessia do Rio Capibaribe</i>	36
<i>Figura 22: Detalhe da montagem eletromecânica</i>	36
<i>Figura 23; Perspectiva do lançamento dos cabos sobre a faixa de preservação ambiental</i>	37
<i>Figura 24: Detalhe da atividade dos montadores das estruturas</i>	37
<i>Figura 25: Tabela de evolução da obra de Afogados da Ingazeira-Tabira</i>	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AT	Alta Tensão
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CELPE	Companhia Elétrica do Pernambuco
CEEI	Centro de Engenharia Elétrica e Informática
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COELBA	Companhia Elétrica do estado da Bahia
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
EAT	Extra Alta Tensão
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
FAAB	Francisco Armando de Alencar Barros
kg	Quilograma
km	Quilometro
kv	Quilovolt
l	litro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MPCCS	Medição,Proteção,Comando e Controle de Subestações
NBr	Norma Brasileira
LT's	Linhas de Transmissão
SE's	Subestações de Energia Elétrica
HF ₆	Hexa-fluoreto de Enxofre
UAT	Ultra Alta Tensão
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	11
	1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO.....	11
	1.2 EMPRESA.....	13
	1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	FUNDAMENTAÇÃO.....	15
	2.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	15
	2.1.1 O que é um projeto?.....	15
	2.1.2 Etapas de um projeto.....	15
	2.2 ORÇAMENTOS.....	16
	2.3 LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS.....	19
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	24
	3.1 ETAPAS DE COTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE LT'S E SE'S.....	25
	3.1 ORÇAMENTOS.....	26
	3.2 PROPOSTAS.....	27
	3.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS, VISITAS E TREINAMENTOS.....	28
4	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Entende-se o estágio como elemento essencial para desenvolvimento e formação do engenheiro, iniciando-se a vida profissional conciliando a teoria e a prática. Na estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, o estágio é uma disciplina obrigatória, sendo requisito necessário à conclusão do curso.

Este relatório apresenta os conhecimentos adquiridos e relata as principais atividades realizadas pelo estudante Caio César Calado Fernandes, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa FAAB Engenharia Ltda.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

As principais atividades do estágio consistiram na realização de estudos de orçamento de projetos de linhas de transmissão, de distribuição e subestações, que compreenderam desde a análise de projetos, composição de insumos, elaboração de proposta técnica, proposta comercial, histograma, cronograma executivo e cronograma físico-financeiro, participação em processos de licitação e acompanhamento das equipes de campo na efetiva realização do serviço de engenharia.

Um ponto significativo do estágio foi a elaboração de orçamentos, junto ao estudo das adversidades intrínsecas as particularidades de cada obra, de forma que as atividades pudessem ser realizadas de forma mais ágil e seguindo uma metodologia mais uniforme. Nesse contexto o engenheiro se vê com a grande responsabilidade de visualizar todos os desafios que por ventura possam aparecer e tem que se antecipar a eles, pois disto depende todo o bom andamento da obra, em seus aspectos físicos e financeiros.

Cabe ainda mencionar o período de 35 dias ininterruptos que o estagiário passou imerso na construção da LT 69kV entre os municípios de Afogados da Ingazeira e Tabira, ambos em Pernambuco. Onde pôde aprender o “modus operandi” da realização dos serviços de construção de Linhas de Transmissão de Alta Tensão.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo estagiário, podem ser destacadas:

- i. Elaboração de composição de orçamentos;
- ii. Elaboração de cronograma executivo;
- iii. Elaboração de cronograma físico-financeiro;
- iv. Elaboração de proposta técnica e comercial;
- v. Participação em processos de licitações;
- vi. Análise técnica de projetos elétricos;
- vii. Acompanhamento do canteiro de obras civis e eletromecânicas;
- viii. Treinamento para funcionários recém contratados;

1.2 EMPRESA

Localizada na cidade de Recife-PE, a FAAB Engenharia Ltda. iniciou suas atividades em 20 de agosto de 1979, com razão social de Construtora e Incorporadora FAAB Ltda., voltada especificamente para o ramo de construção e incorporação de imóveis. A Figura 1 ilustra a sede e a logomarca da empresa.

Figura 1: FAAB Engenharia Ltda. (Sede)



Fonte: (CAMPOS, 2017)

A partir de 15 de junho de 1985 passou a atuar na execução de obras diversas, como edificações, urbanizações e saneamento básico, tendo como principais clientes a CELPE, COSERN, COELBA e CHESF. Com a intensificação dos trabalhos, a FAAB ampliou seu quadro técnico e começou a se equipar, visando atuar junto às concessionárias de energia elétrica, não somente em obras de construção civil, mas também na construção de linhas de transmissão, redes de distribuição de energia elétrica e construção e montagem eletromecânica de subestações e então modificando a Razão Social para FAAB Engenharia.

Hoje, a FAAB é uma empresa especializada na construção de Linhas de Transmissão e Distribuição e de construção de Subestações de Energia.

Dispondo de equipe de profissionais treinados e qualificados para execução de serviços, como:

Projetos civis e montagem eletromecânica de subestações até 230 kV, linhas de transmissão até 230 kV e topografia, obras elétricas (construção civil e montagem de subestações até 230 kV, construção de linhas de transmissão até 230 kV, redes elétricas de distribuição, redes elétricas subterrâneas até 69 kV, serviços de linhas energizadas, além de obras civis diversas.

Dessa forma, a FAAB Engenharia Ltda. tem atuado de forma efetiva no mercado energético com um vasto acervo de obras junto ao Grupo Neoenergia, Energisa, Companhia Energética de Alagoas, M&G, Areva, ABB, Companhia Pernambucana de Saneamento, Grupo Queiroz Galvão, Ambev, Siemens, Companhia Energética do Maranhão, Secretaria de Infraestrutura do Ceará, STK Sistemas, Alstom, Toshiba, WEG,

e Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) entre outras.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta a seguinte distribuição: O Capítulo 1 é introdutório, contextualiza o trabalho, apresenta a empresa e estabelece os objetivos do estágio e apresenta a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta o Processo Produtivo apresenta um embasamento básico necessário acerca de orçamentos, classificação e construção de linhas de transmissão e classificação e construção de subestações.

No Capítulo 3 ressalta-se os supervisores do estagiário e descreve-se as principais atividades desempenhadas, as visitas em campo e responsabilidades que lhe foram atribuídas.

O Capítulo 4 é conclusivo, nele ressalta-se as principais impressões que o estagiário obteve durante o período de estágio, as limitações encontradas e superadas ao longo das atividades práticas, as carências que puderam ser percebidas durante a formação na graduação e sugestões de aprimoramento da experiência de estágio para os futuros engenheiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo consiste em O processo produtivo pode ser definido como o conjunto de operações e fases realizadas sucessivamente e de maneira planejada que são necessárias para a obtenção de um bem ou serviço. O processo produtivo deve levar em conta as características do mercado de maneira que possam ajustar-se as demandas.

Este capítulo tem como finalidade apresentar o embasamento básico necessário acerca de orçamentos, projetos, linhas de transmissão e subestações. Objetivando uma melhor compreensão na descrição das atividades do estagiário.

2.1.1 O que é um projeto?

Um projeto consiste em esforço temporário empreendido com um objetivo pré-estabelecido, definido e claro, seja criar um novo produto, serviço, processo. Tem início, meio e fim definidos, duração e recursos limitados, em uma sequência de atividades relacionadas.

2.1.2 Etapas de um projeto

Projetos costumam ser divididos em várias etapas para facilitar seu entendimento e sua gestão e ligá-los a outras operações institucionais. No conjunto, as fases do projeto são conhecidas como seu ciclo de vida. A divisão em etapas do ciclo de vida de um projeto ajuda a estabelecer metas cumulativas e a facilitar a coordenação de pessoas e processos. Em linhas gerais, o ciclo de vida essencial de um projeto inclui:

Iniciação

Identificação das necessidades

Definição dos objetivos

Estudos de viabilidade

Busca de alternativas

Seleção do projeto

Identificação de restrições, premissas e riscos

Autorização do projeto

Designação das gerências de projeto

Planejamento

Definição do escopo do projeto e atividades
 Refinamento dos objetivos
 Sequenciamento de atividades
 Negociações políticas de apoio e patrocínio
 Programação das competências necessárias e de recursos operacionais e financeiros
 Análise dos resultados
 Desenvolvimento de orçamentos e cronogramas
 Desenvolvimento de planos de gerenciamento de comunicação, risco e de qualidade
 Elaboração do plano de projeto

Execução

Cumprimento das atividades planejadas
 Treinamento de pessoal operacional
 Realizar as aquisições necessárias
 Monitoramento e controle das atividades
 Comunicação integrada entre participantes
 Adaptação dos planos às mudanças
 Entrega de produtos intermediários
 Verificação da qualidade do projeto
 Aprovação do resultado/produto final

Controle

Acompanhamento paralelo das etapas para garantir que os objetivos do projeto sejam alcançados

Final

Entrega do resultado/produto final
 Encerramento das atividades
 Avaliação
 Comissionamento
 Realocação da equipe
 Preparo do material de trabalho para reutilização e consulta

Normalmente, os resultados de cada etapa são revisados para confirmar a continuidade para a próxima e para a verificação do uso adequado ou não dos recursos.

2.2 ORÇAMENTOS

Um orçamento é a parte de um plano financeiro-estratégico que compreende a previsão de receitas e despesas futuras para a administração de determinado exercício (período de tempo). Aplica-se tanto ao setor governamental quanto ao privado, pessoa

jurídica ou física.

A primeira preocupação de quem contrata ou presta serviços é o dinheiro envolvido. Quem presta o serviço, não deve aplicar genericamente um preço, sob pena de não competir no mercado, ou comprometer o retorno do investimento. No entanto é comum a prestadora do serviço apresentar um orçamento sem o devido detalhamento e desta forma não possuindo meios para justificar o porquê dos valores, e a aceitação desse tipo de orçamento por parte dos contratantes se mostra significativamente baixa.

O orçamento discriminado (ou detalhado) é aquele composto por uma relação extensiva dos serviços ou atividades a serem executados na obra. Os preços unitários de cada um destes serviços são obtidos por composições de custos.

Segundo XAVIER, 2008, o preço ofertado deve cobrir os custos do serviço ou produto, o pagamento dos impostos e proporcionar lucro para a prestadora. Assim, para formar o preço e representar o custo indireto, o lucro e os imposto é calculado um percentual aplicado ao custo direto, denominado BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Sendo assim, o preço de venda deve sempre obedecer a expressão (1):

$$\text{Preço} = \text{custo direto} + \text{BDI} \quad (1)$$

Composição do custo

Os insumos que formam a composição do custo são divididos em: mão-de-obra, veículos, equipamentos, ferramentas, materiais de consumo e administração.

Cada insumo possui custos específicos. A mão-de-obra, por exemplo, é contabilizada além do salário base, incluindo também encargos sociais, gratificações, benefícios e adicionais (periculosidade, insalubridade, noturno, etc) de cada funcionário envolvido.

O coeficiente dos insumos é a representação da quantidade do insumo na composição do custo de uma unidade de um serviço ou de um produto (LEÃO, 2008, p. 16). A seguir são descritos os insumos e as respectivas unidades dos coeficientes:

- Mão-de-obra, equipamentos e ferramentas: tem como unidade do coeficiente a hora. Referindo-se a quantidade de horas que o insumo participa na execução do serviço.
- Veículos: tem como unidade do coeficiente o quilômetro rodado e, às vezes, pode ser a hora quando o veículo passa a ser um equipamento.
- Materiais de consumo: a unidade do coeficiente é a própria do material (m^3 , m^2 , l , kg , etc).

O coeficiente é a base do cálculo do custo dos produtos e dos serviços de contratos tipo “guarda-chuva” ou de preços unitários¹ e dos serviços de preços globais, cujo tempo de execução dure mais de um mês.

Além dos itens citados, existem outros parâmetros que são de grande influência no andamento da obra, tais como chuvas, condições do solo, acesso, dificuldades de abastecimento de materiais, flutuações na produtividade dos operários, etc.

Para finalização do orçamento é necessário a utilização de ferramentas de planejamento para elaboração de cronogramas de barras ou “gráfico de Gantt”². Os cronogramas mostram a sequência de atividades planejadas para a realização do empreendimento, associadas ao tempo de execução.

Algumas atividades intrínsecas a serviços de linhas de transmissão (LTs) e subestações (SEs) que são detalhadas nos itens que seguem.

1 Contratos do tipo “guarda-chuva” ou de preços unitários são aqueles em que o serviço é dividido em vários itens e a empresa contratada fatura mensalmente pela produção dos itens realizados.

2 Desenvolvido em 1917 pelo engenheiro mecânico Henry Gantt, esse gráfico é utilizado como uma ferramenta de controle de produção. Nele podem ser visualizadas as tarefas de cada membro de uma equipe, bem como o tempo utilizado para cumpri-la. Assim, pode-se analisar o empenho de cada membro no grupo, desde que estejam associados, à tarefa, como um recurso necessário ao desempenho dela.

2.3 LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS

As linhas de transmissão de energia elétrica são parte integrante de um sistema de potência, as quais têm por objetivo interligar os centros de geração e transformação aos centros de consumo.

O sistema de transmissão de energia elétrica é constituído pela rede de transmissão e por uma subestação elevadora de tensão, a qual é classificada segundo o nível de tensão de operação. Segundo tais níveis, estão estabelecidas as classes A1, A2 e A3. A classe A1 representa tensões iguais ou superiores a 230 KV, constituindo a rede básica denominada por Sistema Interligado Nacional (SIN). As classes A2 e A3 representam tensões de 88 a 138 KV e 69 KV respectivamente denominadas redes de subtransmissão.

As LTs aéreas são majoritariamente utilizadas na transmissão de energia elétrica em nosso país, devido ao menor custo intrínseco a execução. Para que a construção das linhas seja realizada, deve-se atender a critérios técnicos e econômicos. No que se refere a esses critérios são fixadas condições de projetos e classificações das linhas como seguem nos próximos parágrafos.

Para projetos de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica com tensão máxima, valor eficaz fase-fase, de 38 kV a 800 kV, a NBR 5422 (ABNT, 1985) fixa as condições básicas, para: os afastamentos mínimos recomendados do condutor, seus acessórios energizados, quaisquer partes da própria linha e do terreno ou dos obstáculos atravessados, entre outros.

Os projetos padrão para linhas de transmissão consistem no projeto de perfil, no projeto planimétrico e na identificação dos trechos no Google Earth (extensão .kmz) que vem comumente sendo utilizada.

Quanto a sua classificação detalha-se neste relatório a categorização quanto ao nível de tensão, função, material e resistência a esforços nas estruturas, assim como a configuração física dos condutores.

De acordo com os níveis de tensão, as linhas podem ser definidas como:

- Subtransmissão: nesse trabalho serão consideradas linhas de subtransmissão as linhas que operam em 69 kV e 138kV.
- Alta tensão (AT): são as linhas de transmissão com tensão entre 138 kV e 230 kV.
- Extra Alta Tensão (EAT): são as linhas de transmissão com tensão entre 230 kV e 765 kV.

- Ultra Alta Tensão (UAT): são linhas acima de 765 kV e ainda em desenvolvimento e com pouca utilização atualmente.

As estruturas de linha de transmissão aéreas podem ser classificadas quanto à sua função, modo de sustentação, material e disposição dos circuitos. Apesar da função mecânica, podem ser classificadas como:

- Suspensão ou Alinhamento: possui finalidade de apoiar os cabos condutores e para-raios, mantendo-os afastados do solo/terra e entre si, de acordo com normas de segurança.
- Amarração ou Ancoragem: é utilizada para sustentação de um tramo de linha. Projetadas para resistirem às cargas assimétricas com cabos tracionados por meio de isoladores posicionados horizontalmente.
 - Ancoragem terminal: situada no início e no final das linhas.
 - Ângulo: alocada em pontos de mudança na direção dos cabos e, fazendo necessária a inserção de um ângulo no traçado da LT.
- Derivação: derivação para uma outra linha, sem a necessidade de pátio de seccionamento ou manobra.
- Transposição ou rotação de fases: altera o posicionamento dos condutores.

Na classificação quanto ao material as estruturas podem ser de aço galvanizado (estruturas metálicas) ou concreto, existindo uma grande variedade de padrões tanto de aço quanto de concreto.

As estruturas, segundo a configuração física dos condutores, podem se classificar como: triangular, horizontal e vertical. Quanto à sua forma de resistência aos esforços que lhe são impostos, as estruturas podem ser de dois tipos principais: autoportantes (rígidas, flexível e semirrígida) e estaiadas.

2.3.1 CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO

Na construção de uma linha de transmissão é necessário o planejamento desde a abertura e limpeza de faixa de servidão até as travessias e lançamento de cabos. Para um entendimento global da obra, foram listadas as principais atividades realizadas (SILVA, 2016):

- Limpeza de faixa de servidão;
- Construção de acessos;
- Levantamento topográfico
- Locação;
- Escavação;
- Distribuição de estruturas, postes, cruzetas e ferragens;
- Execução de fundações;
- Implantação de estruturas;
- Montagem da estrutura (cruzetas, ferragens e isoladores);
- Aterramento das estruturas, implantação de cabo contrapeso e hastes de aterramento;
- Lançamento, Nivelamento e Grampeamento dos cabos condutores e cabos para-raios;
- Execução de empacaduras;
- Travessias de estradas, rodovias, vegetação e fios d'água e lagos;
- Aterramento e seccionamento de cercas;
- Comissionamento;
- Pintura de barramento;
- Georeferenciamento;

2.4 SUBESTAÇÕES

Uma subestação é uma instalação elétrica de alta potência, contendo equipamentos para transmissão e distribuição de energia elétrica, além de equipamentos de proteção e controle .

Funciona como ponto de controle e transferência em um sistema de transmissão de energia elétrica, direcionando e controlando o fluxo energético, transformando os níveis de tensão e funcionando como pontos de entrega para consumidores industriais.

Durante o percurso entre as usinas e as cidades, a eletricidade passa por diversas subestações, onde aparelhos chamados transformadores aumentam ou diminuem a sua tensão. Ao elevar a tensão elétrica no início da transmissão, os transformadores evitam a perda excessiva de energia ao longo do percurso. Ao rebaixarem a tensão elétrica perto dos centros urbanos, permitem a distribuição da energia por toda a cidade.

Para compreender melhor sobre a construção das subestações, os próximos parágrafos dissertarão sobre as classificações quanto ao modo de instalação e quanto à funcionalidade (MONTEIRO, 1999).

As subestações são classificadas quanto ao modo de instalação dos equipamentos em relação ao meio como segue abaixo:

- SE externa é caracterizada por equipamentos instalados ao tempo, possuindo como principal meio isolante o ar atmosférico, sujeitos às condições climáticas e atmosféricas.
- SE interna é caracterizada por equipamentos instalados ao abrigo do tempo. E podem ser isoladas a ar na pressão atmosférica ou blindadas a óleo, ar comprimido ou gás SF₆.

Quanto à funcionalidade no sistema elétrico, as SEs são classificadas em: transformadora, de manobra, conversora, transmissão e de distribuição.

- SE transformadora: É caracterizada por modificar o nível de tensão da energia elétrica entre a entrada e a saída. Podendo ser abaixadora ou elevadora de tensão;
- SE de manobra, seccionadora ou de chaveamento: É caracterizada por interligar circuitos de suprimento sob o mesmo nível de tensão, possibilitando a sua multiplicação. E é também adotada para possibilitar o seccionamento de circuitos, permitindo sua energização em trechos sucessivos de menor comprimento. Modificando assim a configuração do sistema elétrico;
- SE conversora: É caracterizada por converter a frequência da energia elétrica. Podendo ser retificadora ou inversora;
- SE de transmissão: É caracterizada pela entrada e saída de linhas de transmissão;
- SE de distribuição: É caracterizada pela entrada de linhas de transmissão e saída de alimentadores de distribuição.

2.4.1 CONSTRUÇÃO DE UMA SUBESTAÇÃO

As subestações possuem diversas classificações e tipos de arranjos físicos, variando as atividades de acordo com elas. Os itens comuns aos diversos setores, seguem relacionados:

- Topografia, sondagem e projetos básico e executivo;
- Terraplenagem;
- Cerca e muros externos;
- Proteção Contra Incêndio;
- Bases e Edificações do Pátio;
- Sistemas de proteção, controle e supervisão;
- Drenagem;
- Arruamento;
- Embrtamento;
- Iluminação do Pátio;
- Malha de terra e cabeamento em área energizada;
- Execução de canaletas;
- Desenhos, “Como Construído”³;
- Obras Civis;
- Montagem Eletromecânica;
- Aplicações de Materiais;
- Testes e Comissionamento.

³ Projeto “*As built*” expressão inglesa que significa “Como Constituído”. Indica que é a revisão final do projeto, ou seja, que o desenho está finalizado de acordo com as alterações ocorridas durante a construção.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O estágio foi realizado em boa parte na sede da empresa em Recife – PE, na fase de composição de orçamentos, propostas técnicas e comerciais tendo participado da elaboração de diversos processos de licitação. Após conhecer um pouco da organização da empresa, o estagiário visitou obras em andamento participando ativamente de sua execução, como no caso da construção de 25 km da LT 69 KV entre os municípios de Afogados da Ingazeira-PE e Tabira-PE, e execução de contratos de melhoramentos Celpe entre bairros de Recife, que consistiu na interligação de circuito de alimentadores com travessia feita sobre o Rio Capibaribe. Além de realocação de estrutura de linha de transmissão de 69 KV no município de Caruaru-PE, o estagiário pôde visitar também a obra de ampliação da SE IMBIRIMBEIRA, durante algumas de suas fases de execução.

Primeiramente o estagiário foi apresentado ao conjunto de documentos e convites de cotações para familiarização com os mesmos e iniciou o processo com a supervisão do técnico em instalações elétricas Diêgo Oliveira, do engenheiro Richard Freitas e do engenheiro e diretor da empresa, Bruno Alencar.

Dentre as atividades realizadas no estágio destacaram-se o estudo e elaboração de orçamentos contemplando linhas de transmissão e subestações. Junto ao orçamento é apresentado proposta comercial e técnica, cronogramas e histogramas para consolidar e justificar o preço da execução do serviço, garantindo lucro, competitividade e eficiência na execução da obra.

Em algumas cartas convite e nas propostas enviadas, a empreiteira e o cliente comprometiam-se com a não divulgação dos dados que constitui uma obrigação com vigor de três anos contados da data de termino da execução. Portanto, no decorrer do texto o leitor poderá sentir falta de comprovações sobre as atividades, tais como imagens ou tabelas.

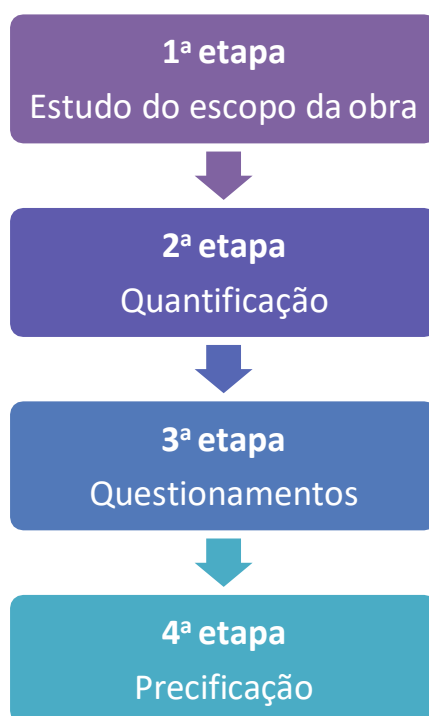
3.1 ETAPAS DE COTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE LT'S E SE'S

Durante o período de estágio foram recebidos mais de 40 pedidos de cotação. Dentre as licitações que o estagiário participou, algumas foram declinadas. Uma por não pertencerem ao escopo da empresa e outras devido ao curto prazo de entrega. Visto que o setor de orçamentos da empresa ainda não dispõe de grande efetivo de profissionais para atender tamanha demanda, porém em sua grande maioria as solicitações de orçamentos foram atendidas com sucesso e em tempo hábil.

Num primeiro momento a FAAB precisava informar ao cliente a confirmação de aceitação para realizar a cotação. Feito isso, era necessário solicitar ao setor de contratos da empresa um credenciamento e/ou atualização de documentos junto ao cliente.

A elaboração de uma cotação foi dividida previamente em quatro etapas definidas no fluxograma da Figura 2.

Figura 2: Fluxograma das principais etapas de cotação das construções de LTs e SEs



Fonte: Próprio autor

Numa primeira etapa é realizada a leitura da especificação técnica e dos seus anexos de forma a compreender os serviços envolvidos na obra. Os anexos são usualmente compostos por projetos diversos, diagrama unifilar, listas de materiais e de acessórios, listas de equipamentos, entre outros documentos relevantes para cada escopo.

Na segunda etapa procedeu-se à quantificação de serviços e materiais da obra.

As planilhas objeto desta etapa eram previamente enviadas pelo cliente ou desenvolvidas pela empresa.

Devido os diferentes tipos de informações fornecidas por cada cliente, com diferentes níveis de detalhamento, se fazia necessária uma terceira etapa, de questionamentos, para melhor compreensão e esclarecimento de tópicos muitas vezes omissos nos documentos enviados ou até mesmo não existentes digitalmente em casos de obras muito antigas.

Na quarta e última etapa, eram realizadas considerações finais baseadas nas respostas aos questionamentos, ou pela ausência delas. E então, feito os pedidos de cotação dos materiais ao setor de compras da empresa, aprimoradas e/ou elaboradas composições dos insumos (associados ao escopo do serviço) preenchendo as planilhas de preços.

3.1 ORÇAMENTOS

A primeira atividade desenvolvida pelo estagiário consistiu no aprimoramento das planilhas e elaboração de novas composições. A atividade que consistiu no estudo da carta convite de licitações, na análise crítica dos projetos enviados, contabilização de insumos, EPIs e EPCs necessários para execução do serviço.

Em seguida, era desenvolvida e aprimorada a composição de serviços baseada nos estudos realizados intrínsecos a cada obra. A exemplo, seguem algumas das principais composições que devem ser elaboradas em orçamentos de subestações e/ou linhas de transmissão:

3.3 Serviços Preliminares

3.3.1 Mobilização e Desmobilização da Obra

3.3.2 Canteiro de Obras

3.3.3 Instalações Provisórias

3.4 Projetos, Estudos e Sondagens

3.5 Ensaio e Medições

3.6 Lista de Materiais e Equipamentos

3.7 Administração e Manutenção da Obra

- 3.8 Transporte, Carga e Descarga de Materiais
- 3.9 Serviços de Topografia
- 3.10 Serviços de Mão de Obra Civil
- 3.11 Serviços de Mão de Obra Eletromecânica
- 3.12 Serviços de Mão de Obra de MPCCS (Medição, Proteção, Comando e Controle de Subestações Elétricas)
- 3.13 Serviços de Mão de Obra Linha Viva
- 3.14 Comissionamentos
- 3.15 Limpeza Final da Obra e Devolução de Materiais

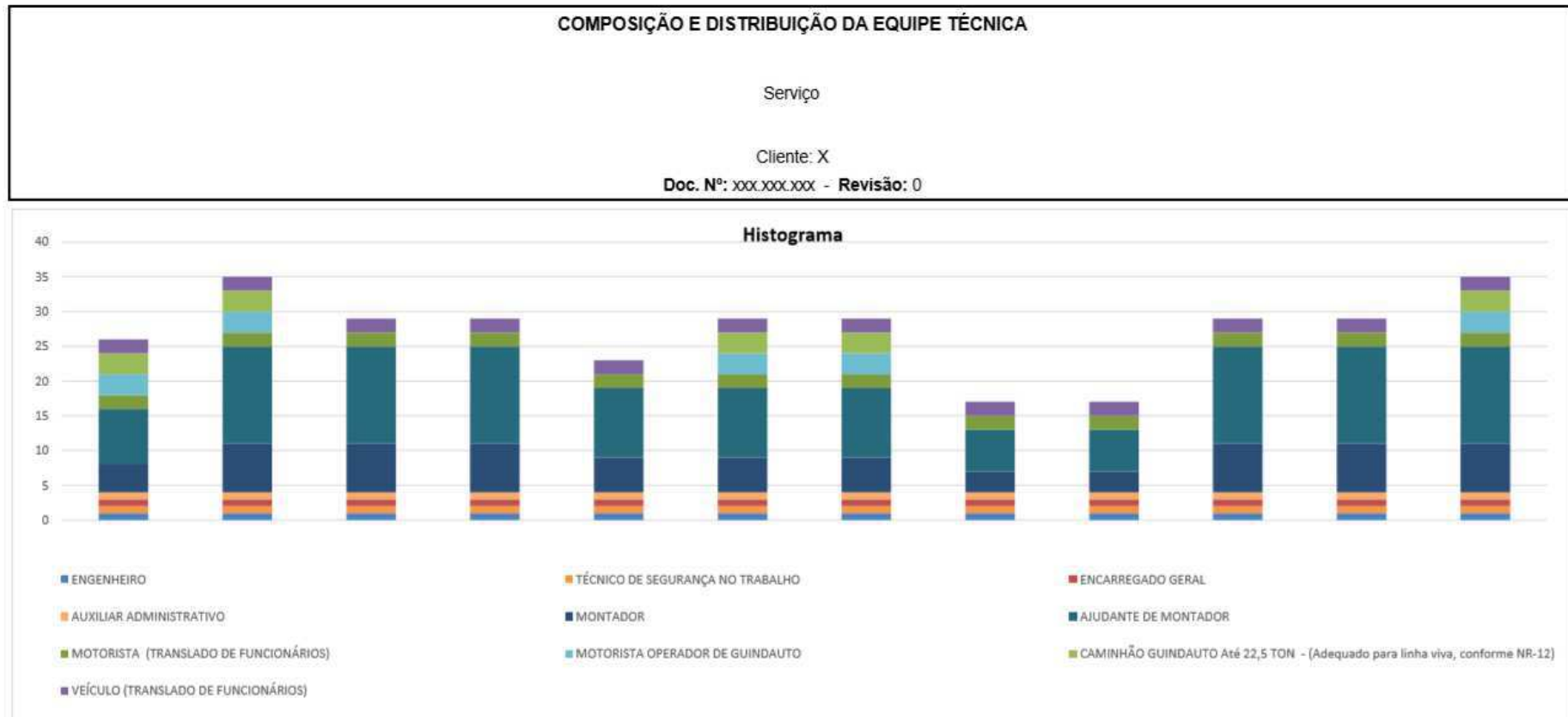
Na composição de cada serviço deve-se detalhar: Mão de Obra, veículos, equipamentos, ferramentas de trabalho, insumos diversos, serviços subcontratados e inclusão de custos diretos, indiretos, lucro e impostos associados a cada item. A Figura 3 ilustra um modelo de composição utilizado para instalação de uma chave seccionadora 138 kV. Os coeficientes e demais dados da composição foram omitidos por questões de confidencialidade da empresa. Por fim os valores finais de cada composição são colocados na planilha de preços unitários, com os quantitativos relativos a cada serviço e o valor total da Obra.

O histograma trata-se de mais um anexo que é enviado junto as propostas. Ele é a representação gráfica em colunas de um conjunto de dados previamente contabilizado e dividido em classes de funcionários, equipamentos e veículos disponibilizados pela empreiteira. Na Figura 4 pode-se visualizar o modelo base de um histograma com o total de funcionários divididos em funções e o total de equipamentos e veículos que serão fornecidos pela empreiteira.

Os orçamentos devem ainda incluir definição de seguros que serão necessários para cada obra. Dito isto, de acordo com riscos contratuais eram definidas, por uma matriz de risco, as garantias necessárias para solicitação da cotação de seguros para cada contrato.

Dentre os riscos mais comumente analisados, estão: risco de continuidade do contrato (Seguro de Fiel Cumprimento.), risco trabalhista (Seguro Obrigações Trabalhistas e Previdenciárias, Seguro de Vida), risco de veículos (Seguro de Veículos), risco segurança (Seguro de Responsabilidade Civil Obra).

Figura 4 Simulação de histograma modelo com quantitativos por semana de trabalho



Fonte: Próprio autor

3.2 PROPOSTAS

Um orçamento não é constituído unicamente por planilha de preços. Além da quantificação dos serviços ofertados, valor unitário e total, deve-se apresentar proposta comercial e técnica. Nestas apresentam-se condições comerciais, itens de exclusão, validade da proposta, condições de pagamento, especificação de seguros, penalidades, responsabilidades, proposta de execução do serviço, entre outros.

O estagiário elaborou propostas para os orçamentos trabalhados, atendo-se principalmente ao escopo de execução, itens relevantes de exclusão do fornecimento (objetos de aditivo) e cronogramas de execução que obedecessem ao prazo máximo de execução requerido no edital. A Figura 5 apresenta a descrição de serviços inclusos no escopo da proposta oferecida para uma obra de substituição de cabo guarda em estruturas metálicas. As subestações e o nome do cliente foram omitidos devido a licitação ainda estar em andamento e devido os termos já mencionados no início do item 3.

Figura 5: Item de escopo detalhado da proposta técnica



6

4.1 TRECHO DE LINHA 88 kV DA SE [REDACTED] ATÉ DERIVAÇÃO PARA SE [REDACTED].

- 4.1.1 Preparação inicial e planejamento das atividades;
- 4.1.2 Lançamento e nivelamento provisório do novo cabo guarda em 22 estruturas do trecho;
- 4.1.3 Retirada de cabo guarda existente em 22 estruturas do trecho;
- 4.1.4 Grampeamento e nivelamento do novo cabo guarda;
- 4.1.5 Medição de resistência de aterramento do contrapeso nas 22 estruturas onde o cabo guarda foi substituído;

4.2 TRECHO DE LINHA 88 kV DA SE [REDACTED] ATÉ SE [REDACTED].

- 4.2.1 Preparação inicial e planejamento das atividades;
- 4.2.2 Lançamento e nivelamento provisório do novo cabo guarda em 69 estruturas do trecho;
- 4.2.3 Retirada de cabo guarda existente em 69 estruturas do trecho;
- 4.2.4 Grampeamento e nivelamento do novo cabo guarda;
- 4.2.5 Medição de resistência de aterramento do contrapeso nas 69 estruturas onde o cabo guarda foi substituído;

3.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS, VISITAS E TREINAMENTOS

Ao longo do estágio foram visitadas obras em andamento: SE IMBIRIMBEIRA, SE OLINDA, LT 69 KV AFOGADOS DA INGAZEIRA-TABIRA, todas situadas no estado do Pernambuco.

Na primeira visita, SE IMBIRIMBEIRA, o estagiário observou a medição⁴ dos serviços executados na subestação, os quais consistiam na construção de uma bacia coletora de óleo do transformador de força, duas caixas de passagem em alvenaria e a escavação da caixa separadora de água e óleo, além da escavação da malha de terra da casa de comando.

A visita posterior baseou-se no acompanhamento das atividades que estavam sendo executadas. Durante a visita acompanhou-se a construção da malha de terra e alicerce da casa de comando, armações da base do disjuntor e a terraplanagem na área de ampliação da SE IMBIRIMBEIRA.

O estagiário teve também a oportunidade de visitar a SE OLINDA, para fazer a verificação do andamento da obra no quesito de segurança e organização do canteiro, que é de suma importância para execução dos trabalhos.

O estagiário pôde participar da obra de construção de 25 km de LT 69 KV, interligando os municípios de Afogados da Ingazeira e Tabira, ambos em Pernambuco, passando um período de aproximadamente 35 dias acompanhando integralmente todas as atividades de execução da linha, bem como elaborando relatórios de atualizações do andamento da mesma e atendendo aos pedidos da fiscalização Celpe.

O estagiário ainda desenvolveu atividades correlatas à execução do contrato de melhoramentos das linhas de distribuição Celpe, ora realizando a travessia de circuito de alimentação sobre o Rio Capibaribe, ora realizando serviço de relocação de estrutura, sendo esta uma medida preventiva que visava evitar um possível acidente na LT 69 KV Caruaru-Agrestina.

Por fim, mas não menos importante, o estagiário pôde ministrar treinamentos para funcionários recém contratados, explicando temas pertinentes à construção de subestações e linhas de transmissão, além de conceitos básicos de energia elétrica, aplicação de normas e uso adequado de EPI's e EPC's.

⁴ Medição de Obra é a quantificação física de Materiais e Serviços aplicados e ou executados em determinado período de trabalho em uma obra. Geralmente são medições mensais.

Nas Figuras 6, 7, 8 e 9 são exibidas fotografias das atividades em andamento da SE Imbiribeira.

Figura 6: Construção do barramento de 69KV



Fase inicial da construção do barramento de 69kV na SE Imbiribeira

Figura 7: Malha de terra da casa de comando



Execução da malha de terra da casa de comando da SE Imbiribeira quando da soldagem dos cabos de aterramento.

Figura 8: Execução de alicerce da casa de comando



Nas figuras 9, 10, 11 e 12 são observados alguns aspectos de sinalização e segurança em canteiros na SE OLINDA

Figuras 9,10,11 e 12 – Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA



Figura 9: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (a)

Isolação por tela-tapume, usada para impedir acesso indevido aos locais da obra



Figura 10: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (b)



Figura 11: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (c)



Figura 12: Aspectos de segurança e sinalização na SE OLINDA (d)

A separação dos materiais por tipo, ajuda na organização do canteiro e facilita o desenvolvimento das atividades.

Nas figuras 13,14, 15, 16 pode-se observar alguns aspectos construtivos da linhas de transmissão LT 69 kV Afogados da Ingazeira-Tabira

Figura 13: Implantação de postes com uso de guindaste



Implantação de postes na saída da SE Afogados da Ingazeira com uso de Guindaste

Figura 14: Montagem de isolador line post (detalhe)



Detalhe do isolador Line-post usado na montagem da estrutura da saída da SE.
Fonte: Próprio autor

Figura 15: Acesso aos trechos energizados por meio de caminhão isolado NR-12



Acesso as partes energizada da linha, por meio do cesto do caminhão NR-12, que garante o isolamento dos funcionários e equipamentos.

Fonte: Próprio autor

Figura 16: Montagem de cruzeta de concreto em estrutura



Fonte: Próprio autor

Figura 17: Nivelamento dos cabos feito com trator e Dinamômetro



Fonte: Próprio autor

Figura 19: Implantação dos postes para a travessia do alimentador 01Z6- Rio Capibaribe



Fonte: Próprio autor

Figura 20: Detalhamento das obras civis realizadas para a travessia



Fonte: Próprio autor

Figura 21: Vista panorâmica do local da travessia do Rio Capibaribe

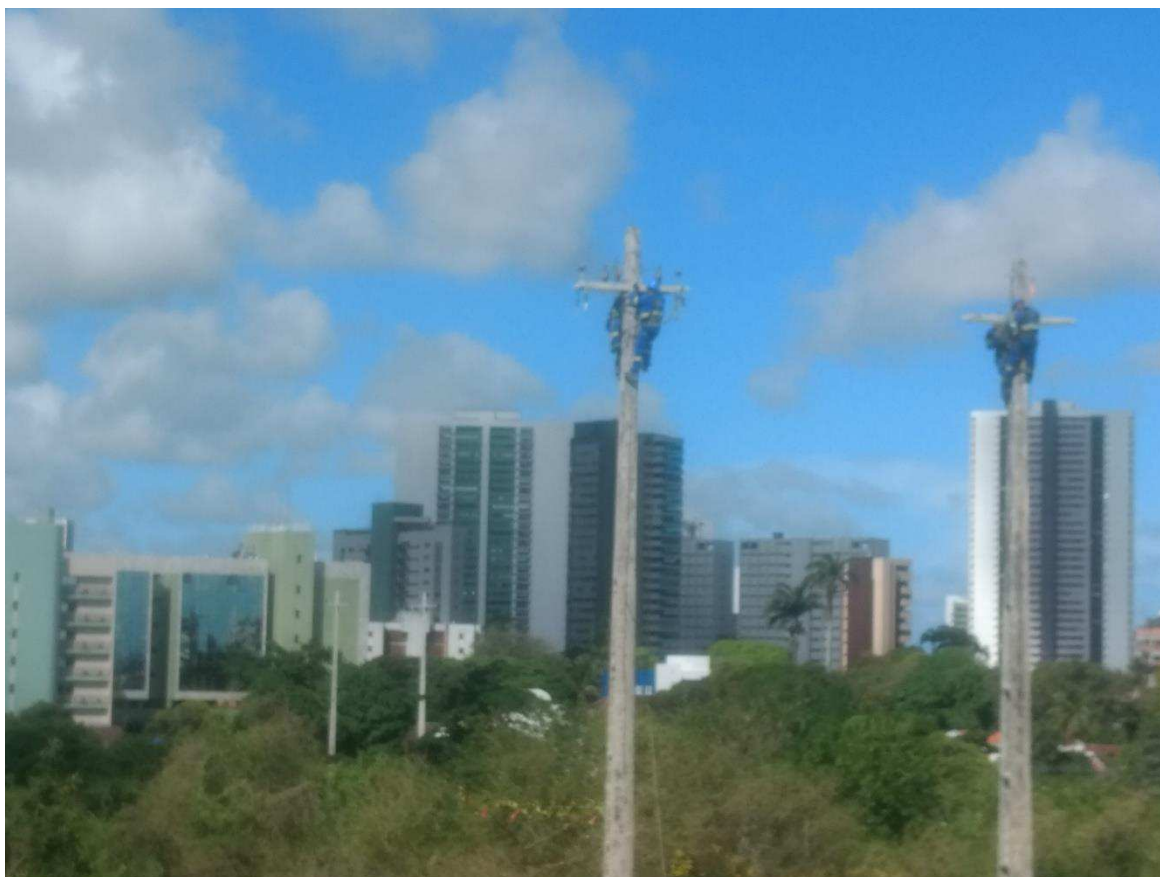


Fonte: Próprio autor

Figura 22: Detalhe da montagem eletromecânica



Figura 23; Perspectiva do lançamento dos cabos sobre a faixa de preservação ambiental



Fonte: Próprio Autor

Figura 24: Detalhe da atividade dos montadores das estruturas



Fonte: Próprio Autor

Figura 25: Tabela de evolução da obra de Afogados da Ingazeira-Tabira

ACOMPANHAMENTO DA OBRA LT 69KV AFOGADOS DA INGAZEIRA / TABIRA																								
OBS:	Projeto planimétrico (folha 01/12)	Projeto planimétrico (folha 02/12)	Projeto planimétrico (folha 03/12)	Projeto planimétrico (folha 04/12)																				
					URBANO				RURAL				RURAL											
BARRAMENTOS																								
TIPO DE ESTRUTURA																								
TIPO DE POSTE																								
Vãos de vante das estruturas (m)																								
22.810																								
Liberação da faixa (m)																								
215																								
Locação Estrutural/Veníf. Topog.																								
215																								
Escavação pl Poste (ud)																								
215																								
Escavação pl Estai (ud)																								
6																								
Implantação de postes (ud)																								
215																								
Montagem de Estruturas (ud)																								
215																								
Instalação de Estai = (ud)																								
6																								
Lançamento de condutores (m)																								
22.810																								
Montagem Sistema aterramento (ud)																								
212																								
Fundações Especiais (ud)																								
80																								
Defensas (ud)																								
150																								

Fonte: Próprio Autor

4 CONCLUSÃO

O estagiário participou de diversas etapas de cotação de obras e obteve uma nova interpretação do detalhamento dos projetos, dos serviços e especificações da obra, conciliando os conhecimentos teóricos e práticos, uma vez que o estágio possibilitou a vivência com a multidisciplinariedade, a dinâmica, a integração e a rotina burocrática de uma empresa juntamente com a parte prática vivenciada durante o acompanhamento de obras e instrução para funcionários recém contratados.

Ressalta-se que em geral, o conhecimento adquirido nas disciplinas ao longo da graduação promoveu um melhor desempenho na realização das atividades. No entanto, houve uma carência de conhecimentos da disciplina de Engenharia Econômica e nas técnicas de gerenciamento de obras que poderiam ser mais abordadas na disciplina de Administração, como a utilização de softwares para geração do diagrama de Gantt, etc.

Durante a experiência, percebeu-se que o curso de Engenharia Elétrica da UFCG possui certa defasagem na ementa algumas disciplinas e sugere-se a modificação das disciplinas de Engenharia Econômica e Administração, de forma a abordar mais estudos de casos do mercado atual e incluir disciplinas de Gestão de Obras, como já acontece no curso de Engenharia Civil.

Mesmo estando diante de um cenário totalmente novo e altamente competitivo, o processo de inserção no mercado, é bastante motivador. Superar novos desafios que são impostos diariamente, dificuldades dentro e fora da área da engenharia em si, bem como gestão de pessoas e recursos é uma atividade desafiadora que faz com que o andamento do serviço se desenvolva e isso é essencial para a realização dos trabalhos.

No que concerne a elaboração deste relatório, foram enfrentadas algumas dificuldades na apresentação dos resultados, dado que a elaboração de orçamentos possui fatores de confidencialidade que muitas vezes impossibilitaram o fornecimento de planilhas, diagramas e imagens específicas dos projetos os quais foram trabalhados.

Conclui-se que o estágio foi finalizado de forma positiva e com grandes contribuições para o crescimento profissional e pessoal do aluno. Uma vez que o mesmo teve a oportunidade de atuar nos diversos setores da empresa o que possibilitou uma visão ampla da noção de trabalho em engenharia.

REFERÊNCIAS

- ABNT. (1985). NBR 5422/1985 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica. *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (p. 57). ABNT.
- CAMPOS, C. A. (2017). *RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO*. UFCG, CEEI, Campina Grande.
- LEÃO, N. S. (2008). *FORMAÇÃO DE PREÇOS de Serviços e Produtos*. São Paulo, São Paulo, Brasil: NOBEL.
- MONTEIRO, P. R. (1999). *Subestações: Tipos, Equipamentos e Proteção*. Acesso em 02 de março de 2017, disponível em Universidade Federal Fluminense: <http://www.uff.br/lev/downloads/apostilas/SE.pdf>
- SILVA, L. G. (2016). *Fases de instalação de uma LT Aérea*. Relatório de estágio, FEUP, Porto, Portugal.
- XAVIER, I. (2008). *Orçamento, planejamento e custos de obras*. São Paulo: FUPAM.