

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

DAIRONE QUEIROZ DE SOUSA

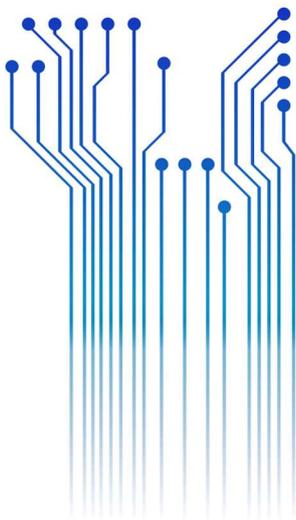


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
Energy Eletricidade Ltda.



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2019

DAIRONE QUEIROZ DE SOUSA

ENERGY ELETRICIDADE 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 Engenheiro Eletricista.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, D. Sc.

Campina Grande
2019

DAIRONE QUEIROZ DE SOUSA

ENERGY ELETRICIDADE 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 Engenheiro Eletricista.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em 07/02/2019

Professor Ubirajara Rocha Meira
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho à minha mãe e à minha avó. Dalvanira e Josefa, e também à minha bisavó Maria (in memoriam) por ter sempre me apoiado e ter feito tudo possível para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e à minha avó, Dalvanira e Josefa, pela base sólida que me proporcionaram, pelo amor, cuidados e sacrifícios que têm feito por mim e por acreditarem e me apoiarem ao longo desta jornada.

Agradeço a Deus pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço a minha bisavó Maria (in memoriam) pelo cuidado que sempre teve com toda a família, nunca deixando faltar o alimento e sendo um exemplo de trabalho e integridade.

Agradeço ao meu tio José Cláudio por ter sido como um pai que eu nunca tive, me acolhendo e dando sempre todo apoio.

Agradeço a minha tia Cícera pelo carinho demonstrado e por sempre está à disposição quando precisei.

Agradeço a minha namorada, Elane, pelo incentivo e conselhos dados durante essa longa caminhada.

Agradeço ao meu orientador, Professor Leimar de Oliveira, D. Sc., por toda a ajuda dada a mim para elaboração deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“ Nossa maior fraqueza está em desistir.
O caminho mais seguro para o sucesso
é sempre tentar apenas uma vez mais.”*

Thomas Edison.

RESUMO

O presente relatório tem por objetivo apresentar, de forma sintetizada, os conhecimentos adquiridos, bem como as atividades realizadas durante o estágio supervisionado na empresa Energy Eletricidade Ltda, empresa do ramo de concepção, desenvolvimento e execução de projetos elétricos. O período de realização do estágio foi compreendido entre os dias 14 de setembro de 2018 e 11 de janeiro de 2019. As atividades realizadas pelo estagiário se concentraram na participação da execução da subestação coletora de 34,5/69 kV da Usina fotovoltaica Sol do Futuro, linha de transmissão de 69 kV interligando a subestação coletora à subestação Aquiraz II da Chesf na cidade de Aquiraz-CE, e em atividades de planejamento da obra de instalação do 3º Trafo de 239/69 kV na subestação Zebu II da Chesf na cidade de Delmiro Gouveia-AL.

Palavras-chave: Subestação, Subestação coletora, Linha de transmissão, Planejamento.

ABSTRACT

The purpose of this report is to describe, in a summarized way, the knowledge acquired, as well as the activities carried out during the supervised internship at the company Energy Eletricidade Ltda, a company in the field of design and execution of electrical projects. The internship period was comprised between September 14, 2018 and January 11, 2019. The activities carried out by the trainee focused on the participation of the 34.5 / 69 kV substation of the Sol do Futuro fotovoltaic plant, a 69 kV transmission line connecting the substation to the Aquiraz II substation of Chesf in the city of Aquiraz-CE , and in planning activities for the installation of the 3rd Trafo of 239/69 kV at the Zebu II substation of Chesf in the city of Delmiro Gouveia-AL.

Keywords: Substation, Substation collector, Transmission line, Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Energy Eletricidade.....	12
Figura 2: Transformador de corrente.....	16
Figura 3: Esquema básico de um transformador de corrente.	17
Figura 4: Transformador de potencial.	18
Figura 5: Esquema básico de um transformador de potencial.....	18
Figura 6: Transformador de potência.	19
Figura 7: Transformador ideal.....	20
Figura 8: Para-raios.	22
Figura 9: Característica $U \times I$ para os resistores não lineares a carboneto de silício e óxido metálico.	22
Figura 10: Chave seccionadora.....	23
Figura 11: Disjuntor.	24
Figura 12: Escavação manual de fundações.....	30
Figura 13: Escavação mecanizada.	31
Figura 14: Ilustração do procedimento de içamento de estruturas.:.....	32
Figura 15: Içamento de estruturas.	32
Figura 16: Concretagem da base da estrutura.....	33
Figura 17: Cadeia de ancoragem.	34
Figura 18: Cadeia de suspensão.	34
Figura 19: Instalação de cadeia de isoladores.	35
Figura 20: Montagem de disjuntor no setor de 34,5 kV.....	36
Figura 21: Montagem de IP e TP de barra no setor de 34,5 kV.....	36
Figura 22: Montagem de PR, TP e tc no setor de 69 kV.....	37
Figura 23: Montagem do transformador de potência 34,5/69 kV.	37
Figura 24: Lançamento de cabos de força e controle.	39
Figura 25: Relatório Diário de Obra (RDO).....	40
Figura 26: Planilha de acompanhamento de construção da LT.....	41
Figura 27: Cronograma físico financeiro da obra.....	42
Figura 28: Cronograma físico da obra.....	43
Figura 29: Sistema online de gestão de documentos da Chesf.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alagoas
AT	Alta Tensão
Av.	Avenida
BT	Baixa Tensão
AT	Alta Tensão
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CE	Ceará
EAT	Extra Alta Tensão
AT	Alta Tensão
IP	Isolador Pedestal
LT	Linha de Transmissão
MT	Média Tensão
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PR	Para-Raio
RDO	Relatório Diário de Obra
SE	Subestação
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SiC	Carboneto de Silício
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
UAT	Ultra Alta Tensão
ZnO	Óxido de Zinco

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Objetivos	11
1.2	A empresa	11
1.2.1	Operação e história.....	12
1.3	Organização do trabalho	13
2	Fundamentação Teórica.....	14
2.1	Subestações.....	14
2.1.1	Classificação das subestações	15
2.1.2	Equipamentos	16
2.2	Linhas de transmissão	25
2.2.1	Componentes de uma linha de transmissão.....	25
2.2.2	Classificação das estruturas quanto a forma de resistir.....	26
2.2.3	Classificação quanto a função estrutural.....	26
3	Atividades realizadas	27
3.1	Linha de transmissão	28
3.1.1	Escavações de Fundações.....	30
3.1.2	Içamento de estruturas e concretagem	31
3.1.3	Instalação de cadeias de isoladores	33
3.2	Subestação coletora 34,5/69 kV.....	35
3.2.1	Montagem eletromecânica de equipamentos	35
3.2.2	Lançamento de cabos	37
3.3	Relatório Diário de Obra (RDO) e planilha de acompanhamento de construção da linha de transmissão	39
3.4	Atividades desenvolvidas na matriz da Energy Eletricidade.....	41
3.4.1	Cronograma físico financeiro de obra.....	41
3.4.2	Cronograma físico de obra	42
3.4.3	Acompanhamento de aprovação de projetos.....	43
4	Conclusão.....	45
	Referências	46

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas no estágio integrado no setor de concepção, desenvolvimento e execução de projetos elétricos de médio e grande porte. Tais atividades foram desenvolvidas pela empresa de engenharia Energy Eletricidade Ltda. Durante o período de realização do estágio se teve a oportunidade de entrar em contato direto com as atribuições requeridas da profissão de engenheiro, podendo-se acompanhar todo o desenvolvimento e rotina de uma obra, desde o planejamento até a execução, e adquirir novos conhecimentos com profissionais já experientes no setor.

As atividades do estágio foram desenvolvidas na obra de construção de uma subestação coletora de 34,5/69 kV e linha de transmissão de 69 kV na usina fotovoltaica sol do futuro, localizada na cidade de Aquiraz-CE; no planejamento físico da obra de instalação do 3º transformador na subestação Zebu II da Chesf localizada na cidade de Delmiro Gouveia-AL e na ampliação da subestação Fortaleza I da Chesf localizada em Fortaleza-CE. O estágio teve início no dia 10 de setembro de 2018 e se estendeu até o dia 11 de janeiro de 2019, tendo uma carga horária diária de 8 horas, totalizando 708 horas.

1.1 OBJETIVOS

O estágio teve como objetivo o aprendizado mediante elaboração de relatórios e acompanhamento das atividades de construção da subestação coletora de 34,5/69 kV e da linha de transmissão de 69 kV da usina fotovoltaica sol do futuro, bem como a elaboração de cronogramas da obra de instalação do 3º Trafo da subestação Zebu II da Chesf.

1.2 A EMPRESA

A empresa onde foi realizado o estágio tem por nome Energy Eletricidade Ltda., possuindo sede na cidade de Campina Grande-PB, mais precisamente no endereço: Av. João Wallig, 200 - Bairro do Itararé, CEP 58.411-160. Tal empresa atua no mercado no

setor de energia, fazendo parte de empreendimentos localizados em diferentes estados da região Nordeste. Na figura 1 é apresentada a fotografia da fachada da empresa.

Figura 1: Energy Eletricidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

1.2.1 OPERAÇÃO E HISTÓRIA

Fundada em meados de 1995 pelo engenheiro eletricista Luiz Alberto Leite, a Energy Eletricidade Ltda. se especializou na elaboração e execução de projetos de baixa, média e alta tensão. Destacando-se a construção de redes de média tensão, linhas de transmissão (69kV a 500kV) e subestações. Atualmente estes são alguns dos projetos em execução pela empresa:

- Construção da subestação coletora de 34,5/69 kV na usina fotovoltaica sol do futuro, linha de transmissão de 69 kV interligando a subestação coletora à subestação Aquiraz II / Chesf e construção do Bay de 69 kV na subestação Aquiraz II / Chesf, todos localizados na cidade de Aquiraz-CE;
- Instalação de banco de capacitor na subestação Praia Formosa de 34,5/69 kV, localizada na cidade de Camocim-CE;
- Instalação de Banco de capacitor na subestação elevadora Icaraizinho de 34,5/69 kV, localizada na cidade de Amontada-CE;

- Ampliação da Subestação Fortaleza I 230/69 kV da Chesf, localizada na cidade de Fortaleza-CE;
- Instalação do 3º Trafo 230/69 kV na subestação Zebu II da Chesf, localizada na cidade de Delmiro Gouveia-AL.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho apresenta a seguinte distribuição. O Capítulo 1 é introdutório e contextualiza o trabalho, define os objetivos do estágio e apresenta a empresa onde foi realizado, trazendo ao leitor um breve contexto histórico da mesma, bem como uma descrição de sua área de atuação no mercado e principais projetos que estão sendo executados atualmente.

O Capítulo 2 apresenta o embasamento teórico que se fez necessário para a realização do estágio, explicitando os principais temas relacionados com as atividades do estágio.

O Capítulo 3 é o trabalho propriamente dito, nele são apresentadas as principais atividades desenvolvidas no decorrer do estágio.

O capítulo 4 é conclusivo e destaca as principais conclusões extraídas do estágio, explicitando os principais conhecimentos adquiridos no decorrer deste período e seus respectivos resultados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico apresenta a fundamentação teórica requerida para desempenhar as atividades desenvolvidas durante o estágio.

2.1 SUBESTAÇÕES

Segundo Oliveira (2013) uma subestação pode ser definida como um conjunto de equipamentos com o propósito de chaveamento, transformação, proteção ou regulação da tensão elétrica, podendo eventualmente conter equipamentos para a compensação de reativos. Sua principal função é garantir um alto grau de confiabilidade ao sistema elétrico. Para isto, as partes defeituosas ou sob falta devem ser prontamente desligadas e o fornecimento de energia ser reestabelecido o mais rápido possível através de manobras ou comutações. No Sistema Elétrico de Potência, as tensões ideais nas etapas de geração, transmissão e distribuição diferem entre si, desta forma é necessário se fazer a adequação entre estas. As subestações fazem a adequação destas tensões através do uso de transformadores adequados, além de conterem equipamentos que possibilitem a manobra e a proteção do SEP.

O processo de implantação de uma subestação se desenvolve em várias etapas. Uma nova subestação surge quando os estudos de planejamento da expansão do sistema elétrico identificam a necessidade de atendimento a uma dada região, a uma cidade ou a uma planta industrial. Em seguida, com base em estudos específicos é definida a configuração de barra da futura subestação. Também são definidas as principais características dos equipamentos elétricos do pátio de manobras, bem como as características do sistema de proteção e controle. Estas definições devem estar em conformidade com os requisitos mínimos definidos em documentos do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e nos requisitos estabelecidos nos editais de licitação do empreendimento de transmissão elaborados pela Aneel.

A construção de novas subestações e ampliação das instalações existentes são projetos comuns em empresas de energia elétrica. Engloba um complexo processo e por

isso necessita de um grande número de profissionais altamente capacitados, para que o mesmo possa ser concluído com êxito.

2.1.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

As subestações são classificadas em relação a diversos fatores, tais como:

i. Quanto a função:

- Distribuição – É uma combinação de equipamentos de chaveamento, controle e redução de tensão, arranjos de modo a reduzir a tensão para a distribuição da energia para os centros consumidores;
- Seccionadora – É uma combinação de equipamentos de chaveamento e controle, arranjos de modo a conectar circuitos de mesma tensão, possibilitando a sua multiplicação e permitindo a proteção do sistema;
- Transformadora – É uma combinação de equipamentos de chaveamento, controle e elevação ou redução da tensão, arranjos de modo a elevar ou abaixar a tensão no sistema. As subestações elevadoras são em geral associadas a uma unidade geradora, adequando o nível de tensão da geração à de transmissão. Por outro lado, as subestações abaixadoras são geralmente associadas aos centros consumidores, mas não se limitando a eles.

ii. Quanto ao nível de tensão

- Baixa Tensão (BT) – Até 1 kV;
- Média Tensão (MT) – De 1 kV a 69 kV;
- Alta Tensão (AT) – De 69 kV a 230 kV;
- Extra-Alta Tensão (EAT) – De 230 kV a 800 kV;
- Ultra- Alta Tensão (UAT) – Acima de 800 kV.

iii. Quanto ao tipo de instalação:

- Ao tempo – Instaladas ao ar livre, cujos equipamentos ficarão sujeitos às intempéries;
- Semi-abrigada – providas somente de uma cobertura em toda a extensão do pátio de manobra;
- Abrigada – Instaladas em locais abrigados, cujos equipamentos não estão sujeitos a intempéries.

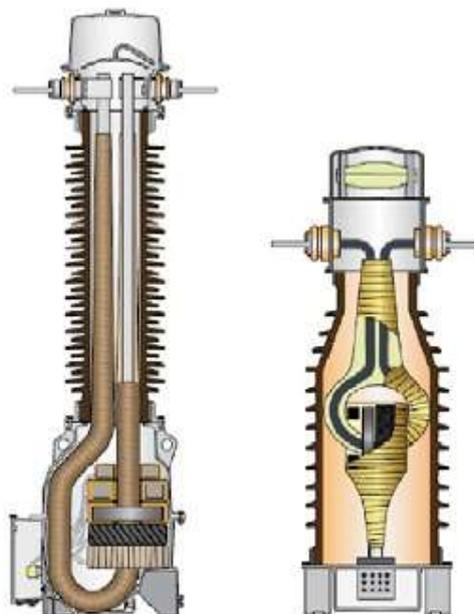
2.1.2 EQUIPAMENTOS

Uma subestação é composta por diversos equipamentos, dentre eles se destacam os disjuntores, chaves seccionadoras, transformadores e Para-raios. Nesse tópico será abordado um pouco mais desses principais equipamentos das subestações.

3.1.2.1 TRANSFORMADOR DE CORRENTE

Os transformadores de corrente, apresentado na figura 2, possuem a função de suprir de corrente os equipamentos de medição e proteção com valores proporcionais aos dos circuitos de potência, entretanto, respeitando seus limites de isolamento.

Figura 2: Transformador de corrente.

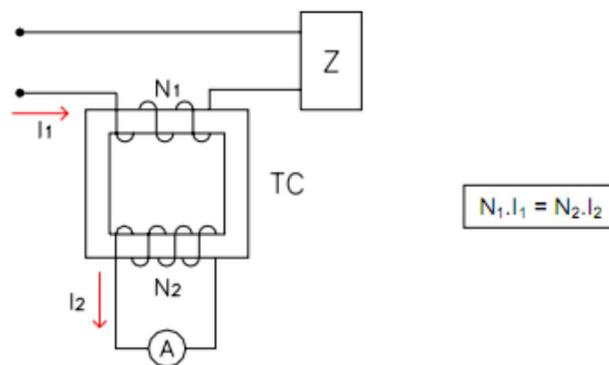


Fonte: Oliveira (2013).

Possuem o enrolamento primário ligado em série a um circuito elétrico e o secundário se limita a alimentar bobinas de corrente dos instrumentos da subestação.

Apresentam impedância, vista pelo lado primário (lado ligado em série com o circuito de alta tensão) desprezível, se comparada com o lado que está instalado, mesmo que se leve em consideração a carga que se liga ao seu secundário. Na figura 3 é apresentado o esquema elétrico de ligação do TC.

Figura 3: Esquema básico de um transformador de corrente.



Fonte: Luiz (2012).

Como principais objetivos desse equipamento, podem-se citar:

- A alimentação dos sistemas de proteção e medição da subestação, com valores proporcionais, porém que respeitem os limites de isolamento dos equipamentos;
- Compatibilizar isolamento e segurança entre o circuito de alta tensão, que estão sendo medidos e os instrumentos da subestação.

3.1.2.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

Os transformadores de potencial têm a função de possibilitar a medição de tensão em sistemas com tensão acima de 600 V. Eles possuem uma filosofia de funcionamento análogo ao dos transformadores de corrente, fornecendo uma tensão proporcional aos circuitos de alta tensão que estão sendo medidos. Na figura 4 é apresentado um transformador de potencial.

Figura 4: Transformador de potencial.

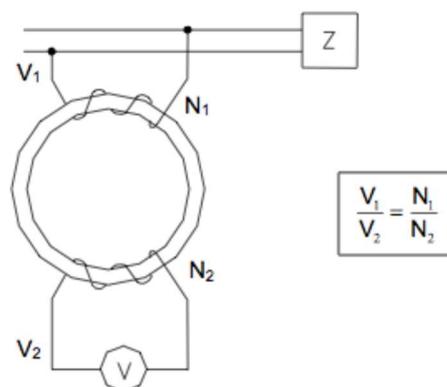


Fonte: Oliveira (2013).

O transformador de potencial é um transformador para instrumentos cujo enrolamento primário é ligado em derivação a um circuito elétrico e cujo o enrolamento secundário se destina a alimentar bobinas de potencial de instrumentos elétricos de medição e proteção ou controle.

Na figura 5 é mostrado o esquema básico de funcionamento de um transformador de potencial.

Figura 5: Esquema básico de um transformador de potencial.



Fonte: Luiz (2012)

3.1.2.3 TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

De acordo com Mamede (2005), transformador é um equipamento de operação estática que por meio de indução eletromagnética transfere energia de um circuito, chamado primário, para um ou mais circuitos denominados, respectivamente, secundário e terciário, sendo, no entanto, mantida a mesma frequência, porém com tensões e correntes diferentes. A grande vantagem da corrente alternada em relação à corrente contínua deve-se ao transformador, que possibilita a obtenção de qualquer nível de tensão desejado quase sem perdas. Na figura 6 é apresentado um transformador de potência.

Figura 6: Transformador de potência.

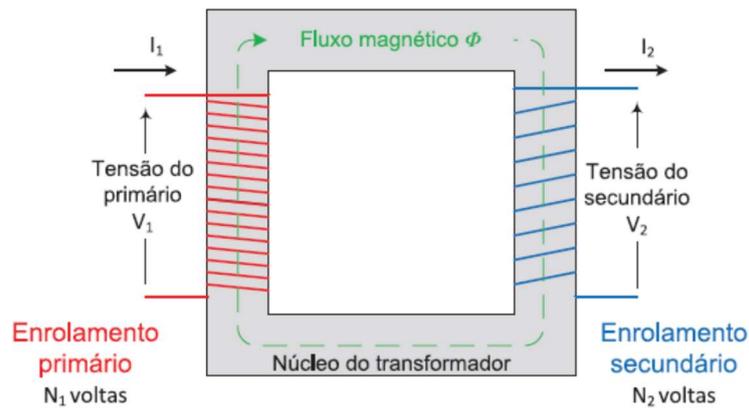


Fonte: Oliveira (2013).

3.1.2.3.1 PRINCÍPIO BÁSICO DE FUNCIONAMENTO

Um transformador consiste basicamente em dois enrolamentos condutivos não conectados eletricamente, e sim através de fluxo magnético. O funcionamento do transformador é baseado em dois princípios: o primeiro, descrito via lei de Biot-Savart, afirma que corrente elétrica produz campo magnético; o segundo, descrito via lei da indução de Faraday-Neumann-Lenz e da lei de Lenz, implica que um campo magnético variável no interior de um circuito induz, nos terminais deste, tensão elétrica de magnitude diretamente proporcional à taxa temporal de variação do fluxo magnético no circuito. O princípio de funcionamento do transformador é ilustrado na figura 8. Sobre circuito magnético, formado de chapas de aço-silício, enrolam-se duas bobinas com N_1 e N_2 espiras, respectivamente. Na figura 7 tem-se a representação de um transformador ideal.

Figura 7: Transformador ideal.



Fonte: Oliveira (2013).

Supondo-se que o fluxo alternado ϕ circule, apenas, no circuito magnético, e desprezando-se as resistências, a tensão por espira será constante e $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$. Desprezando-se a relutância magnética e as perdas do núcleo, os aperre-espiras dos dois enrolamentos serão iguais e $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$. Essas simples relações, bastante próximas das verificadas na prática, mostram como é possível transformar tensões e correntes e interligar, assim, diferentes, assim, diferentes partes de um sistema de transmissão.

3.1.2.3.2 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Entre outros critérios, transformadores podem ser classificados de acordo com a finalidade, a função no sistema, a separação elétrica entre enrolamentos, o material do núcleo e a quantidade de fases, como segue.

- Função:
 - Transformadores elevadores – elevam a tensão de geração para a tensão de transmissão;
 - Transformadores de interligação – interligam partes do sistema de transmissão;
 - Transformadores abaixadores – abaixam a tensão de transmissão para a tensão de subtransmissão ou de distribuição.
- Tipos:
 - Monofásicos x Trifásicos;
 - Autotransformadores x Enrolamentos Separados;
 - Enrolamento Terciário.

3.1.2.3.3 PARTES CONSTITUINTES

Um transformador é formado basicamente de:

- Enrolamentos – os enrolamentos de um transformador são formados de várias bobinas, que em geral são feitas de cobre eletrolítico e recebem uma camada de verniz sintético como isolante;
- Núcleo – feito em geral de material ferromagnético, é o responsável por confinar o fluxo magnético, de sorte que quase todo o fluxo que envolve um dos enrolamentos envolve também o outro e, assim, possibilita a transferência de potência do enrolamento primário ao secundário;
- Isolação - o isolamento do transformador é constituído, basicamente, de óleo e celulose (papel ou presspan). O óleo tem ainda função de refrigeração.

3.1.2.4 PARA-RAIOS

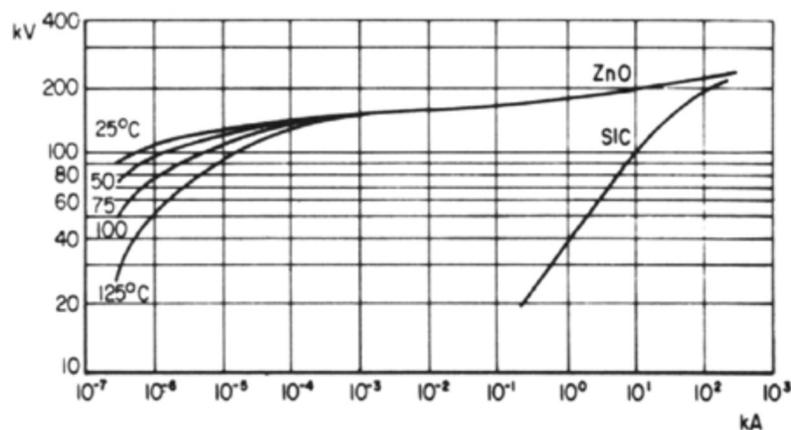
Os equipamentos de uma subestação podem ser solicitados por sobretensões provenientes de ocorrência no sistema ou de descargas atmosféricas. Com o objetivo de impedir que estes equipamentos sejam danificados, é necessário a instalação de dispositivos de proteção contra sobretensões, sendo os para-raios os equipamentos mais adequados para esta finalidade. Atuam como limitadores de tensão, impedindo que valores acima de um determinado nível pré-estabelecido possam alcançar os equipamentos para os quais fornecem proteção. Na figura 8 é apresentada um para-raios.

Figura 8: Para-raios.



Fonte: Oliveira (2013).

O carboneto de silício (SiC) e o óxido de zinco (ZnO) são os principais elementos utilizados na construção dos resistores não lineares dos para-raios com e sem centelhadores, respectivamente. A figura 8 apresenta o mesmo tipo de característica para os resistores, utilizados nos para-raios com centelhadores e resistores a carboneto de silício (SiC) e para os resistores utilizados nos para-raios sem centelhadores a óxido metálico, construídos com resistores a óxido de zinco (ZnO). Na figura 9 tem-se o gráfico $U \times I$ para os resistores não lineares.

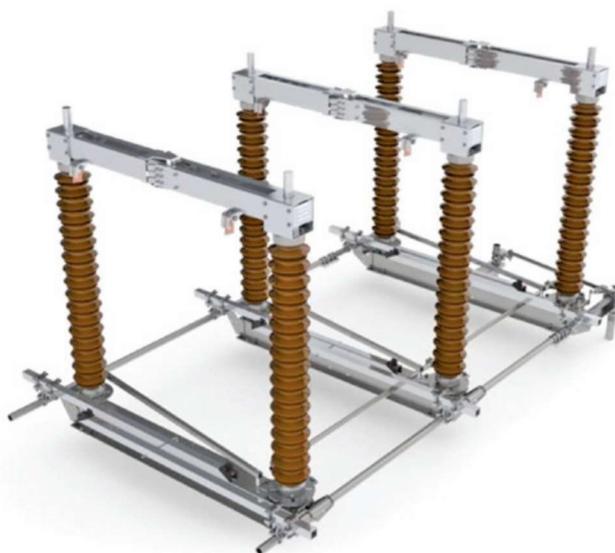
Figura 9: Característica $U \times I$ para os resistores não lineares a carboneto de silício e óxido metálico.

Fonte: Oliveira (2013).

3.1.2.5 CHAVE SECCIONADORA

Segundo a NBR 6935 (1985), chave seccionadora é um dispositivo mecânico de manobra capaz de abrir e fechar um circuito, quando uma corrente de intensidade desprezível é interrompida, ou restabelecida, quando não ocorre variação de tensão significativa através dos seus terminais. É também capaz de conduzir correntes sob condições normais do circuito e, durante um tempo especificado, correntes sob condições anormais, tais como curtos-circuitos. Uma das principais funções do seccionador de alta tensão é garantir uma distância segura de isolamento após a abertura do equipamento de bloqueio da corrente principal, geralmente um disjuntor, propiciando que equipamentos ou linhas de transmissão, por exemplo, possam ser seguramente isolados. Na figura 10 é apresentada a fotografia de uma chave seccionadora.

Figura 10: Chave seccionadora.



Fonte: Oliveira (2013).

As chaves seccionadoras podem ainda desempenhar várias e importantes funções dentro de uma instalação, ou seja:

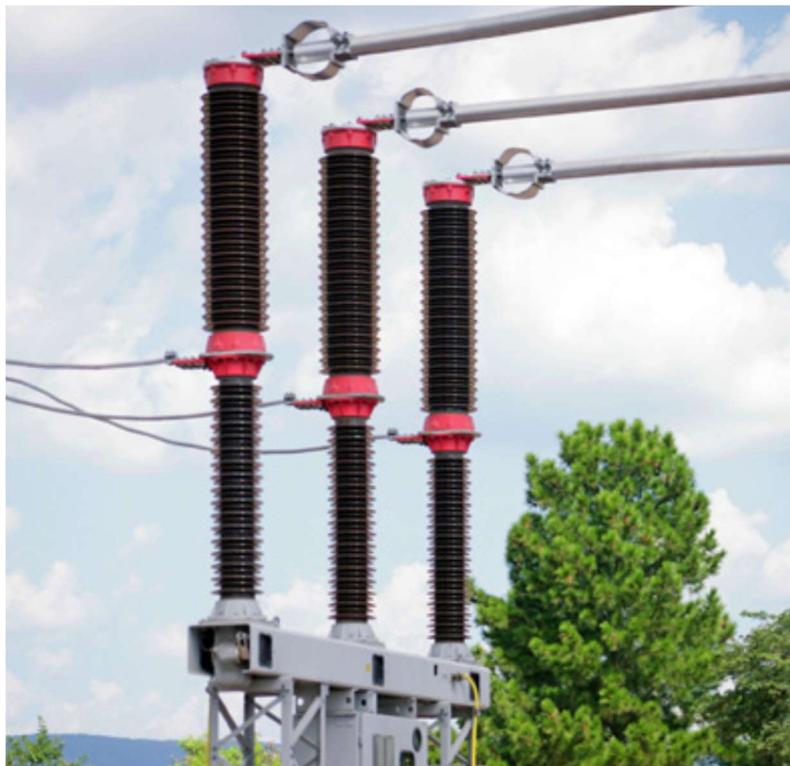
- Manobrar circuitos, permitindo a transferência de carga entre barramentos de uma subestação;
- Isolar um equipamento qualquer da subestação, tais como transformadores, disjuntores, etc. para execução de serviços de manutenção ou outra utilidade;

- Propiciar o by-pass de equipamentos, notadamente dos disjuntores e religadores da subestação.

3.1.2.6 DISJUNTOR

Os disjuntores são equipamentos destinados à interrupção e ao restabelecimento das correntes elétricas num determinado ponto do circuito (Mamede). A sua função principal é interromper correntes de curto-circuito em curtíssimos intervalos de tempo, sendo esta uma das tarefas mais difíceis confiadas aos equipamentos instalados em sistemas de potência. Ao mesmo tempo, devem ser capazes de estabelecer correntes de falta, de estabelecer e interromper correntes de magnitudes muito menores e de isolar partes dos sistemas quando na posição aberta. Na figura 11 é apresentado um disjuntor.

Figura 11: Disjuntor.



Fonte: Oliveira (2013).

O disjuntor é um equipamento cujo funcionamento apresenta aspectos bastante singulares. Opera, continuamente, sob tensão e corrente de carga muitas vezes em ambientes muito severos, no que diz respeito à temperatura, à umidade, à poeira, etc. Em geral, após longo tempo nestas condições, às vezes até anos, é solicitado a operar por conta de um defeito no sistema. Neste instante, todo o seu mecanismo, inerte até então,

deve operar com todas as suas funções, realizando tarefas tecnicamente difíceis, em questão de décimos de segundo.

Os tipos construtivos dos disjuntores dependem dos meios que utilizam para extinção do arco. Existe no Mercado uma grande quantidade de marcas e tipos de disjuntores empregando as mais variadas técnicas, às vezes particulares para certas aplicações.

2.2 LINHAS DE TRANSMISSÃO

Linhas de transmissão são circuitos elétricos utilizados para o transporte de grandes blocos de energia por uma longa distância, fazendo a interconexão entre as unidades geradoras e consumidoras.

2.2.1 COMPONENTES DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO

Uma linha de transmissão se compõe das seguintes partes principais:

- **Condutor:** no que diz respeito à transmissão de energia elétrica, o condutor configura-se como um dos componentes mais importantes, sendo necessário o correto dimensionamento do mesmo, bem como a escolha do tipo de condutor adequado. Em linhas de transmissão, o material condutor mais utilizado é o alumínio, principalmente por questões financeiras. Os condutores podem ser constituídos de: alumínio puro, liga de alumínio-aço ou alumínio com alma de aço.
- **Isoladores:** usualmente constituídos de material polimérico ou vidro, os isoladores, além de promover a isolação elétrica, possuem também as funções de separação, ancoragem e suspensão de condutores. Sendo dimensionados para suprir tanto as exigências elétricas quanto mecânicas.
- **Para-raios:** utiliza-se cabos neutros solidamente aterrados como proteção para a LT, também usualmente chamados de cabos guarda, interceptando uma possível descarga atmosférica. Em geral utilizam-se cabos de aço ou liga de alumínio.

- **OPGW (Optical Ground Wire):** O cabo OPGW possui constituição similar à de um para-raios acrescido de um cabo de fibra ótica em seu interior, possuindo assim a função de proteção contra descargas atmosféricas e comunicação.
- **Estruturas:** As estruturas de uma LT são geralmente construídas em aço galvanizado e concreto armado, podendo assumir diferentes formatos, a depender da necessidade.

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS QUANTO A FORMA DE RESISTIR

No que diz respeito a forma de resistir, as estruturas de uma linha de transmissão são separadas em dois grandes grupos: Autoportantes e Estaiadas.

- **Autoportantes:** Na construção civil, denomina-se estrutura autoportante como sendo aquela capaz de suportar-se de forma independente sem o auxílio de outras estruturas. Na prática estruturas autoportantes de uma linha de transmissão são capazes de transmitir os esforços dos cabos, e do seu próprio peso, ao solo através de suas fundações.
- **Estaiadas:** Diferentemente das autoportantes, este tipo de estrutura necessita o auxílio de estais ou tirantes para distribuir os esforços aplicados a estrutura.

2.2.3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO ESTRUTURAL

A análise da função estrutural é de extrema importância para o correto dimensionamento e escolha do tipo de estrutura adequada. Quanto a função estrutural, as estruturas podem ser subdivididas nas seguintes famílias.

1. **Suspensão ou alinhamento:** Este tipo de estrutura é dimensionado para suportar esforços predominantemente verticais, sendo impostos pelo peso de suas próprias ferragens, cabos e isoladores. Não obstante, devem suportar esforços horizontais provenientes da pressão dos ventos em seus elementos.
2. **Ancoragem:** Diferentemente da estrutura de suspensão, onde os cabos apenas percorrem a estrutura, na estrutura de ancoragem os cabos estão

presos e tencionados na cadeia de isoladores. De modo a suportar este esforço adicional, as estruturas de ancoragem necessitam ser mais robustas que as estruturas de suspensão. Quando utilizadas no final da linha, recebem o nome de Terminal ou Ancoragem Total.

3. **Ângulo:** Este tipo de estrutura possui características similares as de Ancoragem, com o acréscimo de que são dimensionadas para suportar a força resultante da tração dos cabos decorrente do ângulo entre os dois alinhamentos que se cruzam.
4. **Derivação:** Utilizada em casos em que se faz necessária uma derivação em algum ponto da linha.
5. **Transposição:** Utilizada para alterar o posicionamento dos condutores, de forma a diminuir o desequilíbrio entre fases.

3 ATIVIDADES REALIZADAS

Parte do estágio, compreendido entre 14 de setembro de 2018 a 18 de outubro de 2018, foi realizado na Sol do Futuro localizada no município de Aquiraz-CE, empreendimento da multinacional Atlas renewable energy onde a Energy Eletricidade era subcontratada da multinacional ABB. A obra consiste na construção de uma subestação coletora elevadora de 34,5/69 kV, uma linha de transmissão de 69 kV interligando a subestação coletora a subestação Aquiraz II da Chesf, e um Bay de 69 kV na subestação Aquiraz II da Chesf. Durante este período foi feito o acompanhamento de diversas atividades na linha de transmissão e na subestação coletora elevadora, dentre elas destacam-se:

- Acompanhamento de escavações de fundações das estruturas da linha de transmissão;
- Acompanhamento da concretagem da base das estruturas da linha de transmissão;
- Acompanhamento da instalação de cadeias de isoladores da linha de transmissão;

- Acompanhamento da montagem eletromecânica dos equipamentos da subestação coletora;
- Acompanhamento do lançamento de cabos de força e controle na subestação coletora;
- Elaboração de Relatório Diário de Obra (RDO);
- Acompanhamento de atividades e planejamento da construção da Linha de transmissão através de planilha de acompanhamento.

A outra parte do estágio, compreendida entre 22 de outubro de 2018 a 11 de janeiro de 2019, foi realizada na matriz da Energy Eletricidade em Campina Grande-PB, onde foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Elaboração de cronogramas físico financeiro de obras utilizando o software Excel;
- Elaboração de cronogramas físicos de obras utilizando o software MS Project;
- Acompanhamento de aprovação de projetos junto a Chesf.

3.1 LINHA DE TRANSMISSÃO

A linha de transmissão de 69 kV tem uma extensão aproximada de 9,9 km, ligando, em circuito simples, a SE Aquiraz II à subestação da usina fotovoltaica Sol do Futuro, parte em área rural e parte em área urbana.

A linha de transmissão apresenta as seguintes características gerais:

- **Título:** LT Aquiraz – UFV Sol do Futuro;
- **Extensão Aproximada:** 9,9 Km;
- **Tensão de operação:** 69 kV;
- **Tensão máxima operativa:** 72,5 kV;
- **Frequência de Operação:** 60 Hz;
- **Potência Transmitida:** 81MW.

As estruturas usadas são autoportantes de concreto armado padrão urbano e rural com postes tipo A ou B e cruzetas de concreto armado. Ao todo, foram empregadas 116 estruturas de 11 tipos diferentes, são elas:

- **Estrutura SF1:** Suspensão, vertical, empregada em alinhamento;
- **Estrutura SF2:** Ancoragem, vertical, empregada em ângulos até 60°;
- **Estrutura SF3:** Ancoragem, vertical, empregada em ângulo de 90°;
- **Estrutura SF4:** Ancoragem, vertical, empregada em ângulos maiores do que 90°;
- **Estrutura SF5:** Ancoragem, em 3 postes, empregada em alinhamento;
- **Estrutura SF6:** Ancoragem, em 3 postes, empregada em ângulos maiores do que 90°;
- **Estrutura SF7:** Ancoragem, triangular, empregada em ângulos até 60°;
- **Estrutura SF8:** Ancoragem, triangular, empregada em alinhamento, com diferença de tração;
- **Estrutura SF9:** Suspensão, triangular, empregada em alinhamento;
- **Estrutura SF10:** Ancoragem, triangular x vertical, transição Rural para Urbano;
- **Estrutura SF11:** Ancoragem, em 3 postes, empregada em ângulos de até 65°.

A LT parte da SE Aquiraz II, em circuito simples vertical urbano, passa para triangular rural, volta para vertical urbano até sua chegada a SE Sol do Futuro. Em relação a disposição dos circuitos, têm-se as seguintes características:

- **Disposição dos circuitos:** Vertical ou Triangular
- **Número de circuitos:** 1
- **Número de fases:** 03
- **Número condutores por fases:** 02

Realizou-se o acompanhamento das atividades de escavação de fundações, içamento de estruturas, concretagem da base das estruturas e instalação de cadeias de isoladores.

3.1.1 ESCAVAÇÕES DE FUNDAÇÕES

Foi feito o acompanhamento da escavação das fundações das 116 estruturas da linha de transmissão. As fundações têm dimensões dependentes do tipo de estrutura, variando de 3,10 m a 4,20 m de profundidade e 1,20 m a 1,60 m de diâmetro.

Após a locação topográfica e instalação de gabaritos, é realizado inicialmente a escavação da cava de forma manual (Figura 12), utilizando picareta e/ou alavanca, até uma profundidade de 0,30 m, servindo também como guia para trado/broca da perfuratriz.

Figura 12: Escavação manual de fundações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após realizada a atividade anterior, o encarregado de turma auxilia o posicionamento da perfuratriz hidráulica (Figura 13), instalada na retroescavadeira, devidamente aterrada temporariamente (se houver proximidade com instalações energizadas, e obedecendo a distância mínima para serviços em áreas energizadas).

Figura 13: Escavação mecanizada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

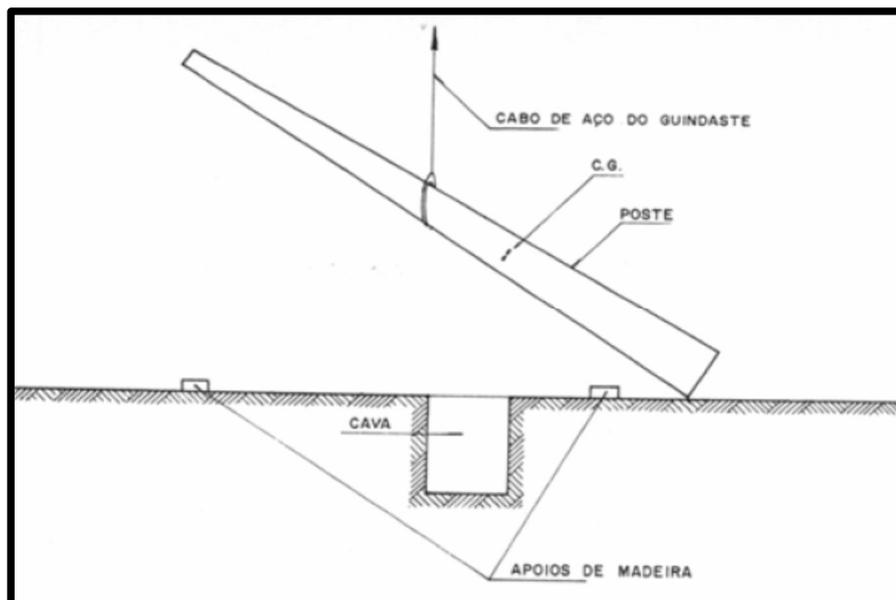
Ao ser verificado que se atingiu a profundidade da fundação conforme informado em projeto aprovado, é sinalizado o término da escavação mecanizada e se inicia o acabamento manual no fundo da cava (regularização). Finalizada a atividade de regularização, profundidade da cava conforme informado em projeto aprovado e liberado, encerra-se o processo de escavação e junto com os auxiliares faz a isolação do local com arames farpados e a sinalização com fita zebraada (eventual), deixando assim a cava protegida e sinalizada quanto à proximidade de pessoas não autorizadas e animais.

3.1.2 IÇAMENTO DE ESTRUTURAS E CONCRETAGEM

Após a escavação das fundações e inserção das ferragens, foi realizado a colocação das estruturas nas suas respectivas fundações e a concretagem da base das mesmas.

No içamento das estruturas, o poste é colocado na proximidade da cava sobre calços de madeira e içado pelo seu C.G. (centro de gravidade) com auxílio de guindaste ou munck e estropo devidamente encapado com couro ou lona para evitar danos (quebra de bordas, lascas, etc.). É feita a transferência do ponto de pega do C.G. e é realizada sua colocação na cava conforme se observa nas figuras a seguir.

Figura 14: Ilustração do procedimento de içamento de estruturas.:



Fonte: Procedimento executivo SDF_LT_PEX_047_2018.

Figura 15: Içamento de estruturas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o içamento das estruturas é feito o processo de concretagem com concreto usinado das fundações da seguinte forma:

- As fundações são molhadas abundantemente antes de iniciar o lançamento do concreto;
- O concreto é lançado logo após o abatimento, limitando em 2 horas e meia o tempo entre a saída do caminhão da concreteira e a aplicação na obra;

- É feito o lançamento em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades para o centro das fundações;
- Ao passo em que o concreto vai sendo lançado é feito o adensamento/vibração do concreto por meio de vibradores a gasolina, essa medida torna o concreto mais compacto, retirando o ar do material, incorporado nas fases de mistura, transporte e lançamento.
- É retirada amostras do concreto e enviadas para laboratório para ser realizado o controle tecnológico do mesmo.

Na figura 16 é mostrada a concretagem da base de uma das estruturas.

Figura 16: Concretagem da base da estrutura.

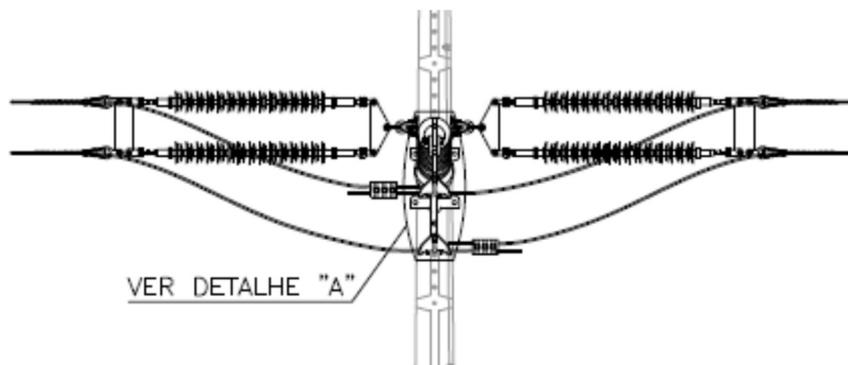


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.3 INSTALAÇÃO DE CADEIAS DE ISOLADORES

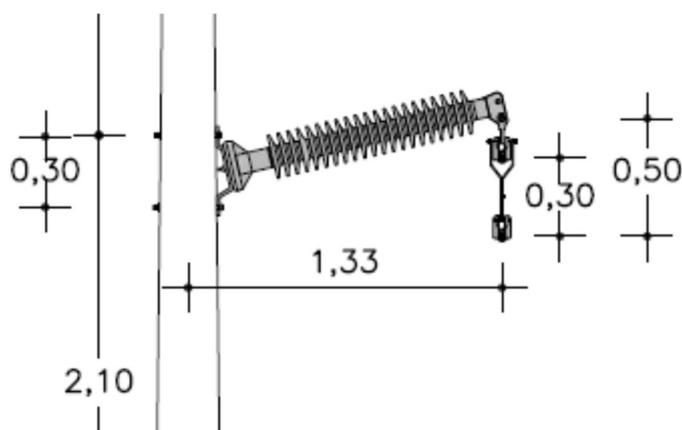
Foram utilizados isoladores poliméricos nas cadeias de ancoragem e isoladores de porcelana nas cadeias de suspensão. Nas cadeias de suspensão foram utilizados isoladores do tipo line post. Na figura 17 e figura 18 são apresentadas as configurações de isoladores utilizadas.

Figura 17: Cadeia de ancoragem.



Fonte: Projeto executivo.

Figura 18: Cadeia de suspensão.



Fonte: Projeto executivo.

Antes da montagem, todos os componentes das cadeias foram limpos e examinados cuidadosamente. As cadeias foram montadas no solo, e posteriormente içadas e fixadas à estrutura de concreto de acordo com os projetos executivos. As ferragens de isoladores que tenham pinos aparafusados e/ou contrapinos, foram instaladas na mesma posição relativa em todas as estruturas de concreto e, sempre que possível, de modo que a perda da porca ou contrapino, não acarrete a imediata queda do pino. Na figura 19 é mostrada a instalação das cadeias de isoladores.

Figura 19: Instalação de cadeia de isoladores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 SUBESTAÇÃO COLETORA 34,5/69 KV

A subestação coletora tem a função de elevar o nível de tensão da energia gerada na usina fotovoltaica Sol do Futuro de 34,5 kV para 69 kV. Tem como equipamento principal o transformador de potência da ABB 34,5/69 kV de 100 MVA.

Durante o estágio foi feito o acompanhamento das atividades de montagem eletromecânica de disjuntores, TC's, TP's, chaves seccionadoras, para-raios, IP's, resistor de aterramento e transformador de potência, além do lançamento de cabos de força e controle.

3.2.1 MONTAGEM ELETROMECÂNICA DE EQUIPAMENTOS

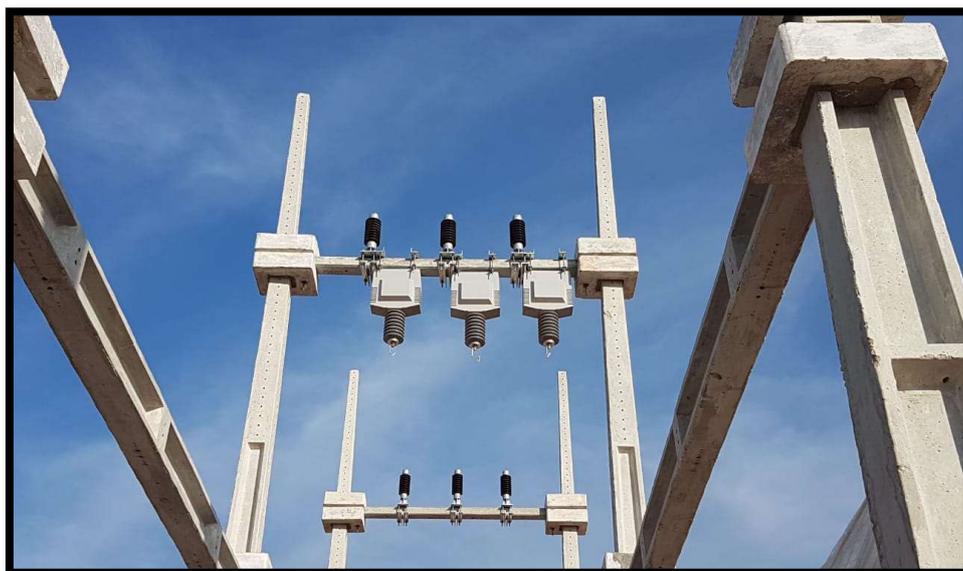
Antes da montagem, os equipamentos são transportados para o local de instalação utilizando um caminhão munck. Todos os equipamentos são examinados cuidadosamente para atestar se todas as partes constituintes estão presentes e em perfeito estado. A montagem é feita no solo de acordo com os projetos de detalhe de instalação e posteriormente são içadas com um munck e fixadas em suas estruturas. Nas figuras a seguir são apresentadas fotografias da montagem eletromecânica dos equipamentos.

Figura 20: Montagem de disjuntor no setor de 34,5 kV.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21: Montagem de IP e TP de barra no setor de 34,5 kV.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22: Montagem de PR, TP e tc no setor de 69 kV.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23: Montagem do transformador de potência 34,5/69 kV.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.2 LANÇAMENTO DE CABOS

Para realizar o lançamento de cabos de força e controle dentro da subestação coletora primeiramente foi necessário conferir se:

- Todos os pontos de aterramento dos equipamentos e estruturas metálicas do mesmo estavam disponíveis e conectados a malha de aterramento,

inclusive conectados as hastes de aterramento conforme especificado em projeto;

- Os cabos de conexão da malha de terra com os cabos de blindagem/aterramento das canaletas estavam lançados e conectados a malha de aterramento da subestação;
- Os eletrodutos metálicos estavam com as buchas de aterramento;
- As canaletas de cabos estavam sem água e limpas. Confirmar que o sistema de drenagem das canaletas estava executado;
- Havia consistência da lista de cabos com o projeto de interligação e de distribuição CA/CC está conforme;
- Havia consistência do projeto de interligação com as régulas de bornes dos painéis definidas no projeto;
- Havia consistência da quantidade de cabos e veias com o projeto elétrico dos painéis de proteção;
- A documentação estava disponível, e o encarregado de posse das seguintes informações:
 - Número do circuito;
 - Bitola do cabo e classe de Tensão;
 - Trajeto (de/para);
 - Número de veias do cabo;
 - Especificação do cabo: Classe de isolamento, tipo do isolamento, blindagem, etc.;
 - Comprimento.

Após a etapa de conferência foi realizado o lançamento de cabos da seguinte forma:

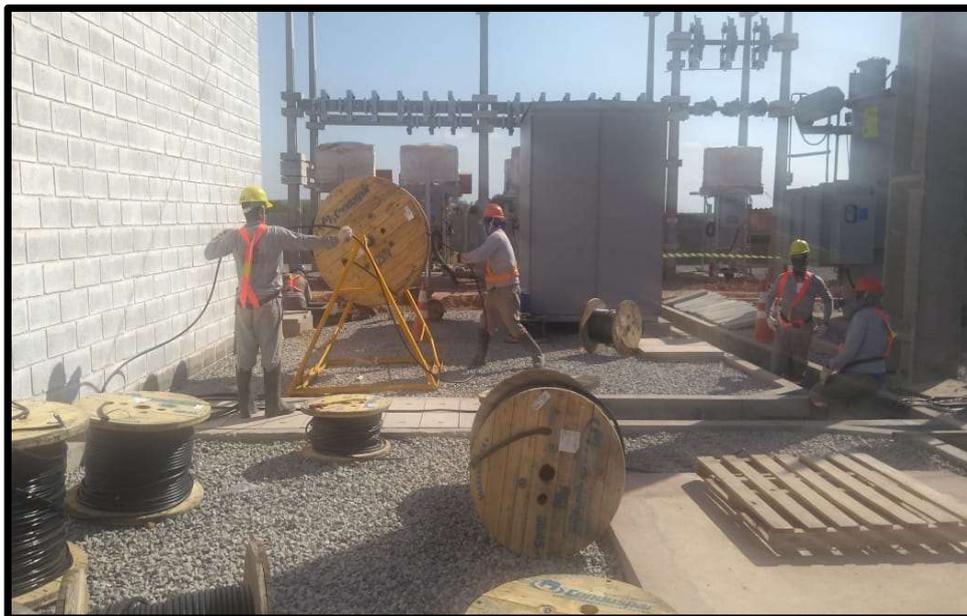
- Os cabos são puxados a mão (lançamento convencional) O puxamento foi feito de forma lenta, uniforme e evitando-se esforços bruscos. Para passagem nos eletrodutos foi utilizado talco industrial ou vaselina a fim de diminuir o atrito durante a enfição;
- Os cabos foram identificados em ambos os extremos de forma provisória até sua locação, arrumação e amarração definitiva, quando devem ser

identificados com elementos apropriados e conforme instrução da projetista;

- Do lado das bobinas uma equipe fez a movimentação e controle dos cabos, sincronizando a operação de forma a não prejudicar a integridade física dos cabos;
- Outra equipe fez a tração na outra extremidade dos cabos substituindo assim a tração mecânica.

Na figura 24 é mostrado o lançamento de cabos na subestação coletora.

Figura 24: Lançamento de cabos de força e controle.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA (RDO) E PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONSTRUÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

O RDO é uma das ferramentas mais importantes para o acompanhamento do dia-a-dia da obra e para o planejamento de atividades. Nele são registradas informações importantes do quantitativo do andamento da obra, dos funcionários e dos equipamentos disponíveis. Durante o período de realização do estágio na obra Sol do Futuro,

diariamente preencheu-se o RDO, afim de informar o andamento da obra e possíveis imprevistos. Essa é uma atividade que, além de ser necessária para o responsável na obra, facilita a familiarização com as etapas da construção. Na figura 25 é mostrado parte do RDO onde as informações eram registradas.

Figura 25: Relatório Diário de Obra (RDO).

MÃO DE OBRA DIRETA		MÃO DE OBRA INDIRETA	
Função	Qtd	Função	Qtd
Mestre Geral	1	Soldador	1
Encarregado	1	Serralheiro	1
Feitor	1	Maçateiro	1
Pedreiro	3	Pintor	1
Carpinteiro	3	Montador Andaime	1
Armador	3	Eletricista	1
Montador de Andaime	1	H2 oficial	1
Marteleteiro	1	Operador de equip terraplenagem	1
Operador de betoneira	1	Motoristas	2
Encanador	1	Mot. Op. Munk	1
Ajudante Geral	11	Op. de Motosserra	1
Montador	8		
Operador de Máquinas	3		
TOTAL MOD	40	TOTAL MOI	18

EQUIPAMENTOS			
Equipamentos	Qtde	Equipamentos	Qtde
Escavadeira	1	P3 Carregadeira	1
Retro escavadeira	2	Caminhão Munk	1
Rolo compactador	1	Carros de apoio	8
Motoniveladora	1	Caminhão pipa	1
		Trator com grade	1
		Guindaste	1
		Ambulância	1
		GGE	2
		Motosserra	2
		Transporte coletivo	2

ITEM	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES - SOL DO FUTURO
1	ATIVIDADES SE.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da elaboração do RDO, foi realizado o acompanhamento da construção da linha de transmissão bem como o planejamento futuro das atividades através da planilha de acompanhamento. As informações eram atualizadas na medida em que novas atividades eram concluídas. Na figura 26 é mostrada parte da planilha utilizada.

Figura 26: Planilha de acompanhamento de construção da LT.

LT 69KV AQUIRAZ II - UFV SOL DO FUTU



Nº	Altura (m)	Descarregamento	Postes Distribuid	Peso (Kg)	Esgaste (m)	Fundaçã	Profundida de (m)	*Acoragem *Suspensão	Trado (diâmetro)	REABRIR	Escavação II	ALTURA PRIMEIRA CAMADA DE CONCRETO	FERRAGEN S INSERIDAS	Coac. I (m')	Coa Coact
								Tipo							
PORTICO SE AQUIRAZ II															
001	20	13/11/2018	1,00	8200	2,40	FA2	3,40	A	1,40	OK	1,00	1,00	1,00	1,54	1,1
001 A	25				3,00	FA5	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,20	1,00	2,41	1,1
002	25				3,00	FA5	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,20	1,00	2,41	1,1
003 (novo)	25	13/11/2018	1,00		3,00	FA5	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,20	1,00	2,41	1,1
004	27				3,00	FA7	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,20	1,00	2,41	1,1
005	22	13/11/2018			2,80	FA5	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,40	1,00	2,81	1,1
005 A (novo)	20	28/09/2018	1,00		2,40	FA2	3,40	A	1,40	OK	1,00	1,00	1,00	1,54	1,1
006	18	08/10/2018	1,00	3180	2,40	FS1	3,10	S	1,20		1,00	0,70	1,00	0,79	1,1
007	18	08/10/2018	1,00	3180	2,40	FS1	3,10	S	1,20		1,00	0,70	1,00	0,79	1,1
008	18	08/10/2018	1,00	3180	2,40	FS1	3,10	S	1,20		1,00	0,70	1,00	0,79	1,1
009	18				2,40	FA5	4,20	A	1,60	OK	1,00	1,80	1,00	3,62	1,1
010 (novo)	18	13/11/2018			2,40	FA2	3,40	A	1,40			1,00		1,54	
011	16	26/09/2018		4160	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
011	11	13/11/2018		1890	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
011	11	13/11/2018		1890	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
012	13	13/11/2018		4160	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
012	11	13/11/2018		1890	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
012	11	13/11/2018		1890	2,10	FA6	3,50	A	1,40			1,40		2,15	
013	16	13/11/2018	1,00	3870	2,10	FA6	3,50	A	1,40	OK	1,00	1,40	1,00	2,15	1,1
013	11	13/11/2018	1,00	2180	2,10	FA6	3,50	A	1,40	OK	1,00	1,40	1,00	2,15	1,1
013	11	13/11/2018	1,00	2180	2,10	FA6	3,50	A	1,40	OK	1,00	1,40	1,00	2,15	1,1
014	18			6190	2,40	FA4	3,80	A	1,60	OK	1,00	1,40	1,00	2,81	1,1
015	18	31/10/2018	1,00	6190	2,40	FA5	4,20	A	1,60		1,00	1,80	1,00	3,62	1,1
016	22	16/11/2018	1,00	7365	2,80	FA4	3,80	A	1,60	OK	1,00	1,00	1,00	2,01	1,1
017	22	30/10/2018	1,00	5385	2,80	FS3	3,40	S	1,40	OK	1,00	0,60	1,00	0,92	1,1
018	22	26/10/2018	1,00	5385	2,80	FS3	3,40	S	1,40	OK	1,00	0,60	1,00	0,92	1,1
019	24	11/10/2018	1,00	8775	3,00	FS3	3,40	S	1,40	OK	1,00	0,40	1,00	0,62	1,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA MATRIZ DA ENERGY

ELETRICIDADE

Em parte do estágio, realizado na matriz da Energy Eletricidade, foram desenvolvidas atividades de planejamento de obras, para as quais foi necessário tomar conhecimento do software MS Project, software este próprio para o desenvolvimento e acompanhamento de cronogramas de projetos.

3.4.1 CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO DE OBRA

O cronograma físico financeiro de obra consiste em um cronograma onde constam os valores financeiros de projetos, equipamentos, mobilização e desmobilização de canteiro de obras, fornecimento de matérias, parte civil da obra, parte eletromecânica da obra e comissionamento, com as datas dos marcos contratuais referentes ao pagamento de parte dos valores pelo contratante a empresa contratada.

Foi feito a elaboração deste tipo de cronograma para uma das obras na qual a Energy Eletricidade ganhou a licitação da Chesf para realização da instalação do 3º Trafo

de 230/69 kV na subestação Zebu II, localizada na cidade de Delmiro Gouveia – AL, e fornecimento de sobressalentes. O cronograma foi elaborado utilizando o software Excel a partir dos marcos e valores constantes em contrato. Na figura 27 é mostrado parte do cronograma físico financeiro elaborado.

Figura 27: Cronograma físico financeiro da obra.

		OBRA - SE Zebu II - Chesf															
		CRONOGRAMA FÍSICO / FINANCEIRO															
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)	%	DIAS	Mês 1			Mês 2			Mês 3						
					01-10	11-20	21-30	31-00	01-10	11-20	21-30	31-00	01-10	11-20			
1.	Projetos	R\$ 50.000,00	100,00%	60													
1.1	Projeto Civil	R\$ 25.000,00	50,00%														
1.2	Projeto Eletromecânico	R\$ 25.000,00	50,00%														
Previsão de Medição																	
2.	Mobilização/ Desmobilização/ Manutenção do Canteiro	R\$ 120.000,00	100,00%	330													
2.1	Mobilização, construção do canteiro e desmobilização	R\$ 50.000,00	41,67%														
2.2	Administração e Manutenção Canteiro de Obras	R\$ 70.000,00	58,33%														
Previsão de Medição																	
3.	Obra Civil	R\$ 97.000,00	100,00%	250													
3.1	Bases e Edificações do Pátio	R\$ 93.500,00	96,39%														
3.1.1	Fundação e base para TC 69kV	R\$ 13.500,00	13,32%														
3.1.2	Fundação e base para TP 69kV	R\$ 13.500,00	13,32%														
3.1.3	Fundação e base para PR 69kV	R\$ 13.500,00	13,32%														
3.1.4	Fundação e base para CS 69kV	R\$ 12.000,00	12,37%														
3.1.5	Fundação e base para disjuntor 69kV	R\$ 12.500,00	12,89%														
3.1.7	Construção de canaleta de cabos, com tampa de concreto	R\$ 28.500,00	29,38%														
3.2	Urbanização e Drenagem do Pátio	R\$ 7.387,50	7,62%														
3.2.4	Recomposição da britagem e reparos de danos decorrentes da obra, na área a ser ampliada	R\$ 3.500,00	3,61%														
Previsão de Medição																	
4.	Fornecimento e Montagem de Materiais	R\$ 107.050,00	100,00%	160													
4.1	Fornecimento e Montagem de suportes e vigas Metálicas de chaves Seccionadoras 69kV	R\$ 25.000,00	23,35%														
4.2	Fornecimento e Montagem de suportes Metálicos de 3TC, 3PR 69kV	R\$ 45.000,00	42,04%														
4.3	Fornecimento de miscelânea, para montagem dos equipamentos e barramentos das EL 69kV	R\$ 8.580,00	8,15%														
4.4	Fornecimento, Corte e Instalação de Cabos de cobre nu 120 mm² para aterramento nas novas bases/lanternamentos	R\$ 4.760,00	4,44%														

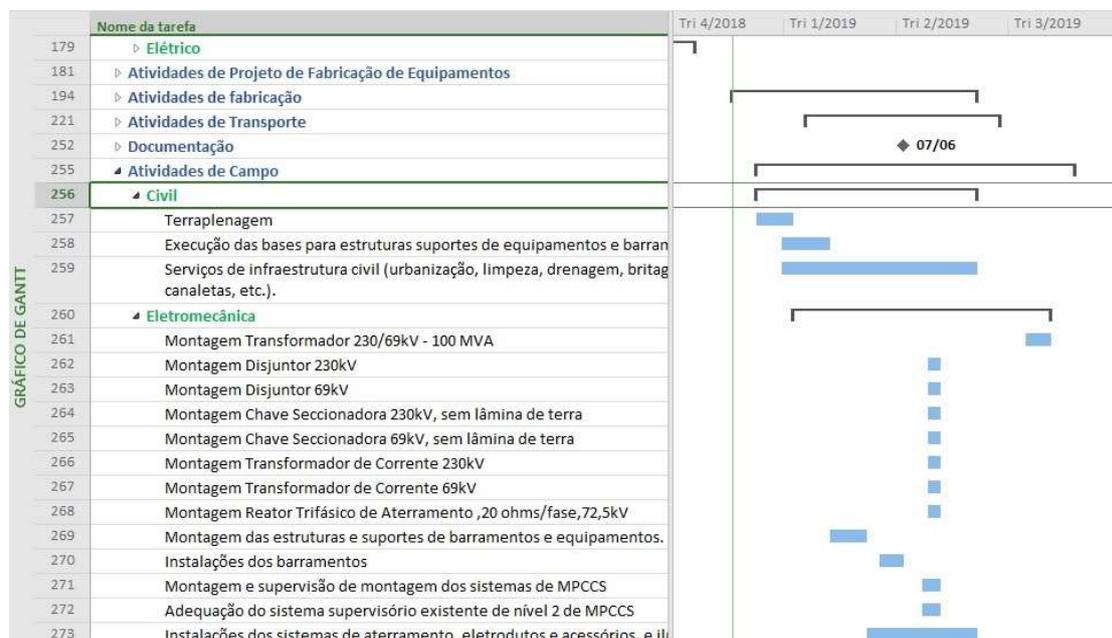
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.2 CRONOGRAMA FÍSICO DE OBRA

O cronograma físico de uma obra é um cronograma onde constam as previsões de durações e datas de início e término de cada atividade a ser desenvolvida. Esse tipo de cronograma é elaborado a partir do cronograma físico financeiro e do histórico das durações de atividades desenvolvidas em outras obras realizadas pela Energy Eletricidade.

Foi elaborado o cronograma físico da obra de instalação do 3º Trafo da subestação Zebu II utilizando o software MS Project. Para isso foi realizado um levantamento de prazos de execução de atividades a partir dos RDO's de obras já concluídas. Na figura 28 é mostrado parte do cronograma feito no MS Project.

Figura 28: Cronograma físico da obra.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3 ACOMPANHAMENTO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS

A Chesf exige que os projetos civil, eletromecânico e projetos de equipamentos e materiais sejam submetidos a aprovação antes do uso em obra. Os projetos são submetidos a aprovação da Chesf através do sistema online de gestão de documentos, onde é feito o upload dos documentos nos formatos PDF e DWG.

Para a obra de ampliação da subestação Fortaleza I da Chesf, a qual a Energy Eletricidade é responsável, foi feita a obtenção de projetos junto aos fornecedores de materiais como: ferragens de barramento e SPDA, conectores de barramento, isoladores de vidro, isoladores de porcelana e isoladores poliméricos, e verificou-se se estavam de acordo com o especificado nas listas de matérias e projetos eletromecânicos da subestação. Após a verificação, os documentos eram enviados para o sistema online de gestão de documentos da Chesf e esperava-se a aprovação ou reprovação dos mesmos. Caso reprovados, era necessário tomar medidas junto aos fornecedores para que os mesmos fossem aprovados. Na figura a seguir é mostrado o sistema online de gestão de documentos da Chesf.

Figura 29: Sistema online de gestão de documentos da Chesf.

T Avisos de Remessa		ANALISTA(S) CHESF						
INTRO		MATERIAIS (MT) - Ferragens de Barramento e SPDA						
ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIO	PRÓPOSITO	SITUAÇÃO	
1	CAC137	CONJUNTO DE ANCORAGEM DO CABO PARA-RAIOS 3/8" EHS FIX. EM AMBOS OS LADOS DA ESTRUTURA	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
2	CAC015	CONJUNTO DE ANCORAGEM DO CABO PARA-RAIOS 3/8" EHS FIX. EM UM LADO DA ESTRUTURA	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
3	CSA69607	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69 KV SEM DERIV. E SEM TENSOR PARA DOIS CABOS CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
4	CSA69608	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69 KV SEM DERIV. E SEM TENSOR PARA DOIS CABOS CAA GRACKLE	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
5	CSA69395	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69 KV COM DERIV. E TENSOR PARA DOIS CABOS CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
6	CSA69609	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69 KV COM DERIV. E TENSOR PARA DOIS CABOS CAA GRACKLE	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
7	CSA69405	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM SEM DERIVAÇÃO 69 KV PARA UM CABO CAA RAIL	0	CSA69405	07/01/2019	PA	APROVADO	
8	CSA69610	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM SEM DERIVAÇÃO 69 KV PARA UM CABO CAA GRACKLE	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
9	CSA69406	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69KV, COM DERIVAÇÃO PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
10	CSA69611	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69KV, COM DERIVAÇÃO 69 KV PARA UM CABO CAA GRACKLE	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
11	CSA69577	CADEIA SIMPLES DE INTERRUÇÃO DE FASE 69KV, SEM DERIV. PARA DOIS CABOS CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
12	CSA69613	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69KV C/ PROLONG. E DERIVAÇÃO PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
13	CSA69407	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69KV C/ PROLONG. E DERIVAÇÃO PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
14	CSA69612	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM 69KV, COM DERIVAÇÃO 69 KV PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
15	CAC137-230	CONJUNTO DE ANCORAGEM DO CABO PARA-RAIOS 3/8" EHS FIX. EM AMBOS OS LADOS DA ESTRUTURA - SETOR 230 KV	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
16	CAC015-230	CONJUNTO DE ANCORAGEM DO CABO PARA-RAIOS 3/8" EHS FIX. EM UM LADO DA ESTRUTURA - SETOR 230	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
17	CSA230558	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM SEM DERIVAÇÃO 230 KV PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
18	CSA230507	CADEIA SIMPLES DE ANCORAGEM COM DERIVAÇÃO 230 KV PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	
19	CSA230008	CADEIA SIMPLES DE INTERRUÇÃO DE FASE 230 KV PARA UM CABO CAA RAIL	0	INS_FTZ_018	07/01/2019	PA	APROVADO	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CONCLUSÃO

O componente curricular estágio integrado tem por objetivo adicionar aos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da graduação a parte prática, essencial no mercado de trabalho da engenharia no geral.

O acompanhamento de uma determinada obra, incluindo a parte civil e montagem eletromecânica, força o aluno a pôr em prática os conceitos básicos não apenas de engenharia elétrica, mas de engenharia de um modo geral, o que se mostra como uma experiência bastante proveitosa.

A possibilidade de adquirir experiência na parte de execução de projetos de grande porte foi um dos aspectos mais proveitosos deste estágio. A participação da rotina diária de uma obra permitiu que fosse gerada uma percepção precisa de todas as dificuldades que os engenheiros locais são submetidos, seja pela pressão exercida diariamente pela equipe da sede da empresa, ou por contratemplos que ocorrem localmente, que podem comprometer o andamento da obra.

Ressalta-se que foi possível acompanhar todo o processo de montagem eletromecânica de equipamentos, colocação de estruturas de linha de transmissão, instalação de cadeia de isoladores e lançamento de cabos de força e controle. Além disso foi possível aprender na prática a realização do planejamento de novas obras através de cronogramas físicos realizados com auxílio dos softwares MS Project e Excel.

Conclui-se que os objetivos da realização do estágio foram alcançados com êxito, tendo em vista o grande acréscimo em experiência, bem como a agregação de novos conhecimentos nas mais importantes áreas da engenharia.

REFERÊNCIAS

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

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

Labegaline, P. R.. Projetos mecânicos das linhas aéreas de transmissão. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.

Luiz, G. C. O. M.. Subestações elétricas. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Fevereiro de 2012

Mamede, J.F.. Manual de equipamentos elétricos. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Oliveira, S. F.. Equipamentos de alta tensão - prospecção e hierarquização de novas tecnologias. 1ª ed. Brasília: Teixeira, 2013.