



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Lindnaldo Maurício da Cunha Filho

Relatório de Estágio
CG3 Engenharia LTDA

Campina Grande
agosto, 2024

Lindnaldo Maurício da Cunha Filho

CG3 Engenharia LTDA

Relatório de Estágio submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Professor Talvanes Meneses Oliveira, D.Sc
(Orientador)

Professor Damásio Fernandes Júnior, D.Sc
(Membro Convidado)

Campina Grande
agosto, 2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois é Dele cada um de meus passos.

À minha família, em especial à minha mãe, Kátia Lanucia; ao meu pai, Lindnaldo Maurício; e meu irmão, José Wellington; pois nunca deixaram de me apoiar.

À minha namorada Laisy Araújo pela consideração e companhia adorável, que mesmo do campus Cuité, prestou todo o apoio e incentivo enquanto estive no período de estágio.

Aos meus amigos Rodrigo Veras e João Helder Vitorino, por sempre se demonstrarem solícitos.

Aos professores da graduação, pelos conhecimentos adquiridos e que influenciaram diretamente nas atividades desenvolvidas no estágio, em especial ao meu orientador professor Talvanes Meneses, pela paciência e esclarecimentos prestados.

À CG3 Engenharia LTDA., pela rica oportunidade.

RESUMO

O presente relatório visa descrever as principais atividades realizadas pelo estagiário Lindnaldo Maurício da Cunha Filho, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o estágio na empresa CG3 Engenharia LTDA., na região de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, no período de 15 de março de 2024 a 15 julho de 2024, com carga horária semanal de 40h, totalizando 645 horas. O estágio foi realizado sob supervisão do engenheiro eletricitista José Wallison M. S. Andrade e do professor orientador Prof. Talvanes Meneses Oliveira – Dsc., tendo como objetivo garantir ao discente o conhecimento em relação as etapas da construção de uma linha de subtransmissão. Por meio do acompanhamento de frentes de serviço ligadas à construção da linha de distribuição local, preenchimento de relatórios e demais demandas, pode-se concluir a importância do estágio para validar conhecimentos teóricos prévios garantidos pela universidade, bem como a ciência do desenvolvimento novas habilidades exigidas pelo mercado.

Palavras-chave:

Construção de Linha, EPS, Engenharia Elétrica.

ABSTRACT

This report aims to describe the main activities carried out by Lindnaldo Maurício da Cunha Filho, a trainee in Electrical Engineering at the Federal University of Campina Grande (UFCG), during his internship at CG3 Engenharia LTDA. — which operates in the EPS model — in the Pau dos Ferros region, Rio Grande do Norte, from March 15, 2024 to July 15, 2024, with a weekly workload of 40 hours, totaling 645 hours. The internship was carried out under the supervision of electrical engineer José Wallison M. S. Andrade and tutor Dsc. Talvanes Meneses Oliveira, with the aim of providing to the student knowledge about the construction stages of a sub-transmission line. By monitoring service fronts linked to the construction of the local distribution line, filling in reports and other demands, we can conclude the importance of the internship to validate previous theoretical knowledge guaranteed by the university, as well as the development of new skills required by the market.

Keywords:

Construction of Transmission Line, EPS, Eletrical Engineering

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1-a Escritório Local da CG3 Engenharia	12
Figura 2.1-b Georreferência da LD 69kV SM/PDF Trecho II	13
Figura 2.2-a Organograma da Obra	14
Figura 3.1-a Dashboard de Produção Interativo	15
Figura 3.1.1-a Interface do Power BI Desktop	16
Figura 3.2-a Acompanhamento de Montagem de Estrutura.....	17
Figura 3.2-b Bobina de Cabo CAA 336.4 MCM LINNET	18
Figura 5-a Isoladores de ancoragem do tipo linepost	22
Figura 5.1.1-a Supressão vegetal manual e auxiliada por motosserras	24
Figura 5.1.1-b Estrada de acesso sendo finalizada	25
Figura 5.1.1-c Piquete de locação da estrutura 28/02.....	25
Figura 5.1.2-a Retroescavadeira equipada com rompedor hidráulico fazendo escavação em rocha	26
Figura 5.1.2-b Caminhão guindauto direcionando tubulão à uma cava urbana	27
Figura 5.1.3-a Implantação de poste efetuada por guindaste da quarteirizada Top Guindastes	28
Figura 5.1.3-b Atividade de implantação em estrutura de três postes	28
Figura 5.1.3-c Montagem de estrutura tipo RA-PT-PR com pedarólas no poste.....	29
Figura 5.1.4-a Praça de lançamento montada.....	30
Figura 5.1.4-b Tracionamento de condutor auxiliado por retroescavadeira.....	30
Figura 5.1.4-c Dinamômetro utilizado em atividade de tracionamento de cabos	31

ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Quadro 5-a Algoritmo de formação da nomenclatura das estruturas	21
Quadro 5-b Das Estruturas Projetadas	22
Quadro 5-c Aspectos Gerais da Linha	23

LISTA DE SIGLAS

CAA	Cabo de Alumínio com Alma de Aço
EPS	Earning per Share
LD	Linha de Distribuição
RDO	Relatório Diário de Obra

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivo	10
1.1.1. Objetivos específicos	10
2. EMPRESA	11
2.1. Local de Estágio	11
2.2. Organograma da Obra	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1. Acompanhamento de Gestão de Obra	14
3.1.1. Power BI	15
3.2. Inspeções em Campo	16
4. FUNDAMENTAÇÃO NORMATIVA	18
4.1. Condições Gerais	19
4.2. Critérios do Projeto.....	19
4.3. Responsabilidades	20
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	20
5.1. Inspeções ao Setor Operacional.....	23
5.1.1. Acompanhamento da equipe de supressão	24
5.1.2. Acompanhamento da equipe de escavação.....	26
5.1.3. Acompanhamento da equipe de implantação e montagem de estruturas	27
5.1.4. Acompanhamento da equipe de lançamento de cabos.....	29
6. CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Como componente curricular obrigatória do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para o estágio supervisionado são previstas 180 horas de carga horária.

Junto à empresa CG3 Engenharia, o estágio se iniciou no dia *15 de março de 2024* e foi finalizado no dia *15 de julho de 2024*, totalizando uma carga horária de *645* horas. Período esse em que o estagiário acompanhou ativamente às etapas de construção dos mais de vinte quilômetros do segundo lote da LD 69 kV São Miguel/Pau dos Ferros.

Durante este período, o estagiário teve oportunidade de fazer o acompanhamento em campo e realizar um trabalho de análise de dados referentes a obra passando por índices que contemplaram não apenas o progresso da abertura de faixa de servidão, implantação de postes, montagem de estruturas, lançamento de cabos, balanços financeiros, acompanhamento da pluviometria local, levantamentos financeiros etc. Tais informações foram essenciais para o preenchimento de documentos para o segmento da obra.

1.1. Objetivo

O estágio teve como objetivo garantir ao discente o conhecimento em relação as etapas da construção de uma linha de subtransmissão, passando pela análise do projeto traçado, montagem eletromecânica das estruturas, além de envolvimento do estagiário no conhecimento dos trâmites de questões burocráticas intrínsecas à obra.

1.1.1. Objetivos específicos

No período supramencionado do estágio foram exercidas atividades que contribuiram com a formação profissional e cidadã do aluno, das quais se pode destacar:

- Preenchimento do reporte de atividades feitas diariamente à contratante (Neoenergia Cosern);

- Preenchimento do Relatório Diário de Obra (RDO), entregue semanalmente à contratante;
- Acompanhamento do planejamento das atividades;
- Acompanhamento da gestão de gastos mensal da obra;
- Acompanhamento do faturamento mensal da obra;
- Inspeções técnicas em campo.

2. EMPRESA

Fundada em novembro de 2002 na cidade de Sousa, sertão paraibano, a CG3 Engenharia conta com mais de vinte anos de experiência no mercado de construção e manutenção de linhas elétricas e subestações, e serviço em linhas energizadas.

A excelência de seus serviços prestados a clientes como Chesf, AES, Petrobrás, 3R Petroleum, Grupo Neoenergia, Grupo Energisa e Grupo RCS, possibilitaram a expansão da área de atuação da empresa do ambiente regional, mais precisamente Nordeste para todo território nacional.

Atualmente a empresa é sediada na cidade de João Pessoa, Paraíba. No entanto, com a maior demanda de contratos sendo no território potiguar, há também uma subsele localizada em Mossoró, Rio Grande do Norte.

Com a necessidade de uma descentralização ainda maior, cada obra conta com um escritório próprio, para atender demandas mais específicas e urgentes.

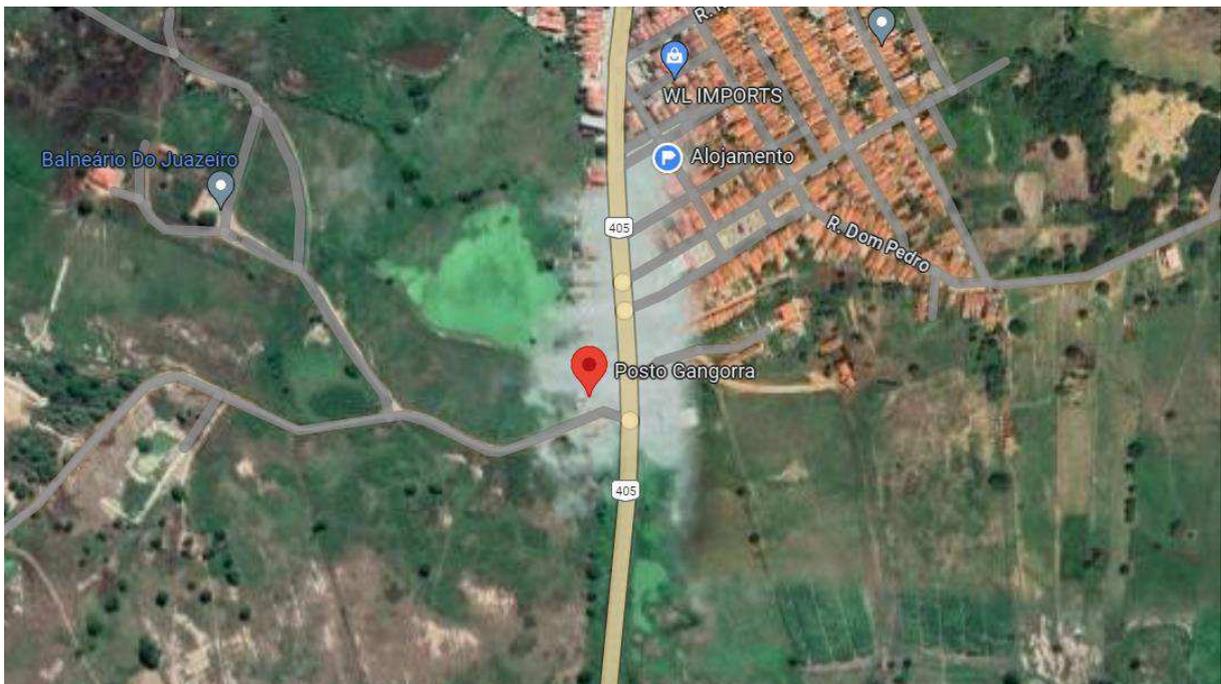
2.1.Local de Estágio

Posicionado estrategicamente entre as duas cidades que abrigam a maior parte da faixa de servidão do trecho (Água Nova e Pau dos Ferros), o escritório local da empresa é situado na

Rua Egídio Chagas do Nascimento, BR-405, 121 – Rafael Fernandes, Rio Grande do Norte, sendo lotado num dos pontos comerciais do *Posto Gangorra*.

Pode-se observar a exata localização do escritório na ilustração do mapa aéreo da **Figura 2.1-a**.

Figura 2.1-a Escritório Local da CG3 Engenharia



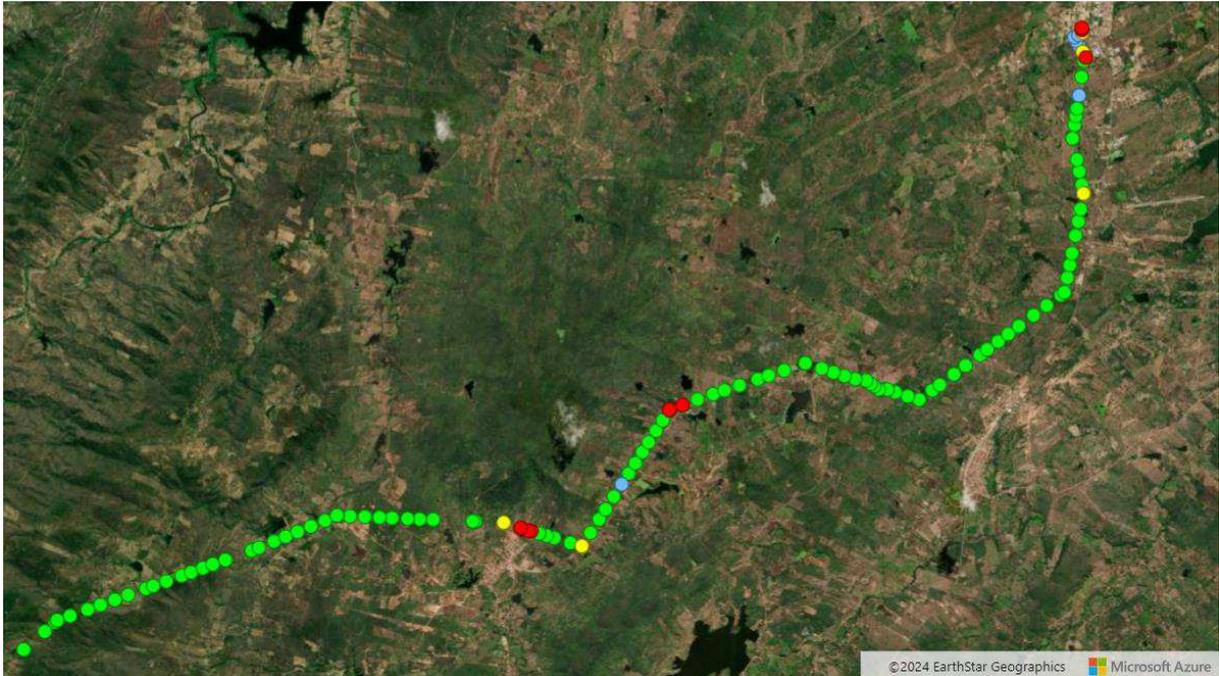
Fonte: Google Maps, fev. 2024

Em termos gerais, LD 69kV São Miguel/Pau dos Ferros, foi dividida em dois lotes, sendo:

- Lote I (São Miguel/Coronel João Pessoa) – abrange do quilômetro inicial à segunda estrutura do quilômetro 19, este trecho foi construído pela LT Sul Energia, no ano de 2023;
- Lote II (Coronel João Pessoa/Pau dos Ferros) – abrange da terceira estrutura do quilômetro 19 até a chegada à SE Pau dos Ferros, que está sendo executado pela CG3 Engenharia desde dezembro de 2023 até a presente data de conclusão deste relatório.

Deste modo, este estagiário participou da etapa de construção do Lote II da LD em questão, que passa pelos municípios de Coronel João Pessoa, Água Nova, Rafael Fernandes e Pau dos Ferros, como pode ser visto na ilustração realizada no mapa aéreo da **figura 2.1-b**.

Figura 2.1-b Georreferência da LD 69kV SM/PDF Trecho II



Fonte: Microsoft Azure via Power BI, fev. 2024

Na região, a execução da obra exigiu o esforço e empenho das mais demasiadas equipes e suas especialidades, considerando-se a necessidade de profissionais da competência eletromecânica, ou civil, a depender do tipo de atividade.

2.2. Organograma da Obra

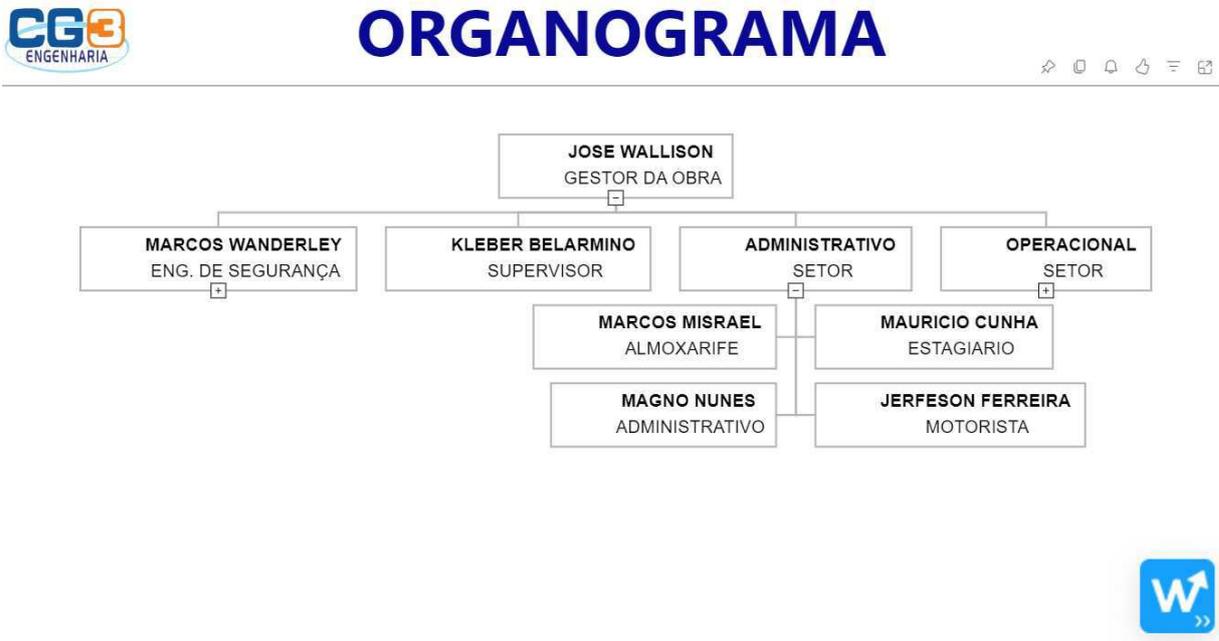
O gestor, engenheiro eletricista José Wallison, com a supervisão do técnico em eletrotécnica Kléber Belarmino, coordenou as atividades dos seguintes setores:

- SESMT (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), liderado pelo engenheiro de segurança Marcos Wanderley;
- Administrativo, responsável pela parte de planejamento e organizacional da obra;
- Operacional, contando com as frentes civis e eletromecânicas, que desempenharam as atividades de abertura de faixa, estradas de acesso, escavação de postes, implantação e montagem de estruturas e lançamento de cabos.

A **Figura 2.2-a** é ilustrada a estrutura organizacional, bem como a identificação dos responsáveis

técnicos de cada um dos grupos ou de função, quando era membro único da equipe.

Figura 2.2-a Organograma da Obra



Fonte: do autor

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A construção da linha de distribuição envolveu a montagem de mais de 120 estruturas espalhadas num percurso de 24 quilômetros. Para a realização deste empreendimento se faz necessário um amplo acompanhamento operacional, financeiro e o mais importante, o acompanhamento de segurança na instalação de cada estrutura que comporá a linha de subtransmissão.

3.1. Acompanhamento de Gestão de Obra

Além de acompanhar os gastos e despesas da obra por meio de planilhas e *dashboards* interativos produzidos por este estagiário, o mesmo, teve a oportunidade de se relacionar com a gestão operacional da obra devido a necessidade do preenchimento do *RDO* (Relatório Diário de Obra), importante documento no qual estavam os dados: da mão de obra humana; do material

utilizado nas atividades; de índices pluviométricos; das dificuldades enfrentadas; e dos principais marcos alcançados da construção da *LD*. Estes dados eram atualizados diariamente e fornecidos à contratante Cosern, bem como à empresa fiscalizadora Diefra.

Com função semelhante ao RDO, o *Reporte Diário de Serviços* era enviado diariamente às oito da manhã, dando retorno à contratante das atividades desempenhadas no dia anterior. Para dar suporte, automatizar e incrementar a atualização das informações destes documentos, o estagiário desenvolveu suas próprias planilhas, bem como as financeiras, que serviram como banco de dados para dashboards criados no *Power BI*.

A **Figura 3.1-a** é apresentado um dos relatórios de produção utilizados na obtenção de informações para os relatórios.

Figura 3.1-a Dashboard de Produção Interativo



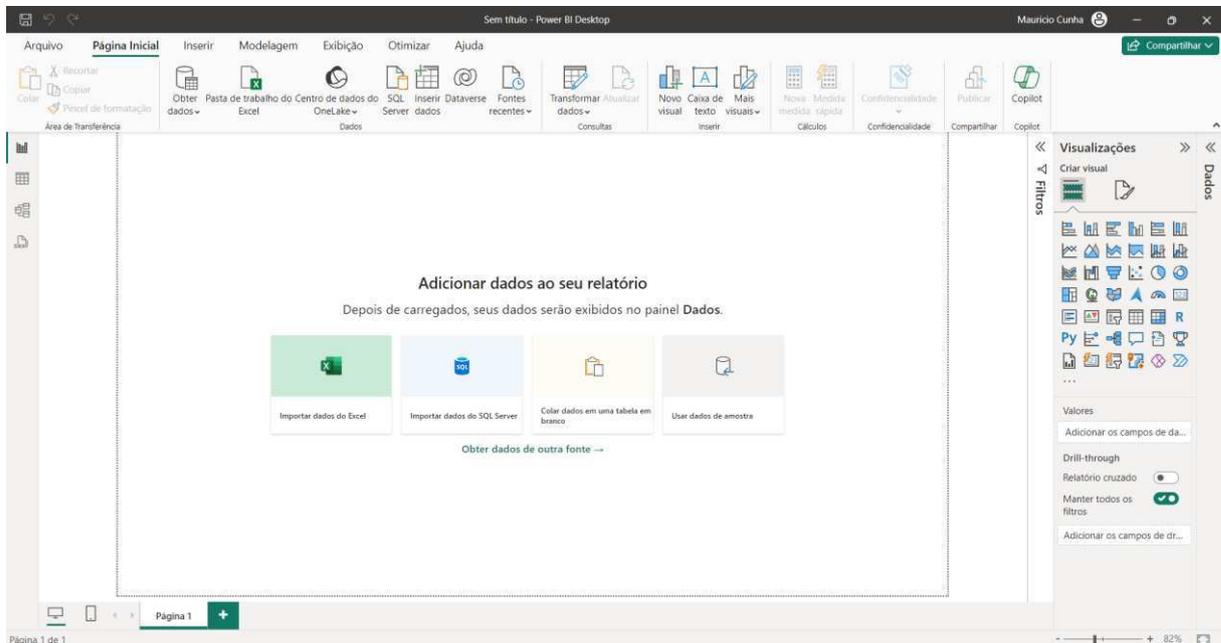
Fonte: do autor

3.1.1. Power BI

O *Power BI* é uma ferramenta de análise de dados desenvolvida pela Microsoft capaz de coletar e tratar bancos de dados por meio da extensão do *Power Query* (também presente no Microsoft Excel) e gerar relatórios detalhados, possibilitando a visualização de importantes indicadores não somente financeiros, como dos recursos distintos, bem como demandas.

A **figura 3.1.1-a** ilustra as principais ferramentas disponíveis no *programa da Microsoft*.

Figura 3.1.1-a Interface do Power BI Desktop



Fonte: do autor

Por meio do programa *Power BI Desktop* podem ser gerados relatórios (popularmente conhecidos como *dashboards*) que, uma vez publicados *online*, exibem índices corporativos disponíveis às pessoas autorizadas em qualquer parte do mundo e em tempo real.

3.2. Inspeções em Campo

As inspeções em campo são de suma importância para a coleta de dados e acompanhamento de atividades de frentes de serviço. O estagiário teve total autonomia para desempenhar esta função junto ao seu responsável técnico, o engenheiro e gestor da obra; equipe de segurança, assim com supervisor, ou mesmo sozinho.

Tais inspeções tinha como objetivo validar o desempenho dos grupos de trabalhos responsáveis pela alocação das estruturas necessárias a implantação da linha, conforme as normas e padrões estabelecidos para manter a qualidade e seguras das atividades.

Na **Figura 3.2-a** é destacada uma inspeção das inspeções realizadas pelo estagiário.

Figura 3.2-a Acompanhamento de Montagem de Estrutura



Fonte: do autor

As empresas do segmento, que atuam em construção de linhas de distribuição e boa parte de outros serviços no ramo da eletrotécnica atuam no modelo EPS (*Earning per Share*), o que significa que o seu ganho está atrelado à sua ação (produção). A partir das informações obtidas das atividades, materiais usados, como os quilômetros de condutores lançados, quantidade de postes e fundações, isoladores e etc., torna-se possível, por meio dos relatórios mencionados, atribuir o faturamento mensal.

Na **Figura 3.2-b** é ilustrada uma das bobinas utilizadas na etapa de lançamento de cabos, importante marco para o boletim de medição.

Figura 3.2-b Bobina de Cabo CAA 336.4 MCM LINNET



Fonte: do autor

4. FUNDAMENTAÇÃO NORMATIVA

A norma DIS-NOR-008, seguida pela concessionária Neenergia Cosern, define os critérios técnicos mínimos para o desenvolvimento de projetos de linhas de subtransmissão em 72,5 kV, bem como a definição dos tipos de estruturas básicas padronizadas.

Essencial para garantir uniformidade e qualidade na implementação destas diretrizes no grupo Neenergia, o documento visa garantir a compatibilidade técnica dos projetos de sublinhas de transmissão, abrangendo as distribuidoras do grupo Neenergia Nordeste (Coelba, Celpe e Cosern), aplicando-se a todas as fases do projeto, desde a concepção inicial até a execução. Algumas definições documentadas importantes incluem:

- Faixa de domínio – superfície de terreno adquirida pela concessionária para instalação e manutenção das linhas, geralmente com largura mínima de 20 metros;

- Faixa de servidão – área de terreno com restrições de uso impostas ao proprietário para permitir a passagem da linha, cuja largura varia de 15 a 30 metros, dependendo da topografia e das exigências de segurança.

4.1. Condições Gerais

As condições gerais abrangem as configurações básicas e os critérios de projeto das sublinhas de transmissão. Entre os pontos de destaque estão as estruturas de suporte e os espaços necessários entre os componentes, que garantem a segurança e eficiência do transporte de energia. A norma define diversos tipos de estruturas utilizadas em linhas de transmissão:

- Estruturas de ancoragem total – concebidas para suportar todas as cargas normais e extraordinárias. Na obra estas estruturas variaram entre 16 e 30 metros de altura e vão (distância entre duas estruturas), que pode medir até 300 metros;
- Estrutura de suspensão – projetada para transportar cargas verticais e horizontais normais. Na obra estas estruturas variaram entre 18 e 26 metros de altura e vãos que podem medir até 250 metros.

4.2. Critérios do Projeto

Os critérios de projeto abrangem aspectos como o tamanho das estruturas, a escolha dos materiais e a consideração de fatores ambientais e topográficos. A norma detalha as especificações técnicas que devem ser respeitadas para garantir a durabilidade e segurança das linhas, como

- Tensão nominal – 72,5 kV;
- Isoladores – polimérico ou vidro temperado, capazes de suportar tensões de até 120 kN;
- Condutores – alumínio com alma de aço, ampacidade de 400 A.

4.3. Responsabilidades

A norma atribui claramente responsabilidades às diversas partes envolvidas no projeto e execução das linhas, incluindo engenheiros, técnicos e gestores. Todos devem respeitar e implementar as diretrizes estabelecidas, garantindo a integridade e funcionalidade da infraestrutura.

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A construção da LD 69kV SM/PDF conta com um total de 164 postes (160 postes, somados quatro postes de uma obra simultânea que integra circuito uma antiga linha de 69 kV local), que formam 123 estruturas. A norma *DIS-NOR-008*, possibilita reconhecer cada tipo de estrutura por de uma nomenclatura específica, denotada no **quadro 5-a**:

Quadro 5-a Algoritmo de formação da nomenclatura das estruturas

POSIÇÃO	CRITÉRIO	SITUAÇÃO	SÍMBOLO
1º CAMPO	NÚMERO DE CIRCUITOS	SIMPLES	VAZIO
		DUPLO	2
2º CAMPO	PADRÃO	RURAL	R
		URBANO	U
3º CAMPO	TIPO ESTRUTURA	ANCORAGEM	A
		SUSPENSÃO	S
4º CAMPO	SEPARA POR HÍFEN		-
5º CAMPO	ÂNGULO	ALINHAMENTO	L
		PEQUENO	p
		MÉDIO	M
		GRANDE	G
		DERIVAÇÃO	D
6º CAMPO	DISPOSIÇÃO DAS FASES	HORIZONTAL	H
		VERTICAL	V
		TRIANGULAR	T
7º CAMPO	QUANTIDADE DE POSTES	UM	VAZIO
		DOIS	2
		TRÊS	3
8º CAMPO	POSIÇÃO DO POSTE	FACE LISA DT	VAZIO
		BISSETRIZ	- I
9º CAMPO	CABO PÁRA-RAIOS	COM PR	- PR
		SEM PR	VAZIO

Fonte: DIS-NOR-008, Neoenergia

Até o momento em que este documento foi escrito, sem incluir possíveis e futuras modificações da contratante, o projeto contém 123 estruturas que podem ser divididas conforme o **quadro 5-b**:

Quadro 5-b Das Estruturas Projetadas

NOMENCLATURA	QUANTIDADE	TIPO
RA-LH3-PR	5	ANCORAGEM
UA-PT-PR	2	ANCORAGEM
RA-PT-PR	41	ANCORAGEM
RA-MH3-PR	11	ANCORAGEM
RS-LT-PR	34	SUSPENSÃO
RA-PH2-PR	5	ANCORAGEM
RA-MV-PR	5	ANCORAGEM
2YLP-PR	1	SUSPENSÃO
RA-GH3-I-PR	1	ANCORAGEM
RS-LV-PR	2	SUSPENSÃO
RA-LV-PR	2	ANCORAGEM
UA-MV	3	ANCORAGEM
RA-LV	3	ANCORAGEM
2RA-LV2	4	ANCORAGEM
2RA-GV2	1	ANCORAGEM
2RA-MV2	3	ANCORAGEM
RA-MV	1	ANCORAGEM

Fonte: do autor

Estas estruturas se diferenciam pelos tipos de cruzetas, a forma como são instaladas, os tipos e disposições dos isoladores. Um dos exemplos é o modelo exibido na **Figura 5-a**:

Figura 5-a Isoladores de ancoragem do tipo linepost

Fonte: do autor

Quatro dos 164 postes da LD 69kV SM/PDF formam uma obra menor, paralela e desenvolvida pela CG3 Engenharia, que formam quatro estruturas responsáveis por integrar o

circuito trifásico de uma antiga linha de mesma tensão operacional. O resultado é um trecho em circuito duplo situado no quilômetro 42, à entrada da SE Pau dos Ferros.

Em suma, o **quadro 5-c** nos possibilita enxergar os aspectos gerais das obras:

Quadro 5-c Aspectos Gerais da Linha

Tensão Nominal	69 kV
Frequência	60 Hz
Número de Circuitos Trifásicos	2
Cabo Condutor	CAA 336.4 MCM – LINNET

Fonte: do autor

5.1. Inspeções ao Setor Operacional

Para um acompanhamento fidedigno dos indicadores tão importantes para o preenchimento de relatórios documentais da obra (RDO, Reporte Diário de Serviços, e demais demandas operacionais) é primordial estar em campo e obter informações diretas em todas as frentes de serviço. Assim, pode se ter um panorama dos insumos necessários e proceder com os planejamentos de execução das atividades.

Segundo FUCHS, R.DE.,

“uma linha de transmissão se compõe das seguintes partes principais [...]:

- cabos condutores de energia e acessórios,
- estruturas isolantes,
- estruturas de suporte;
- fundações;
- cabos de guarda ou para-raios;
- aterramentos;
- acessórios diversos”.

Esta atividade foi essencial para conhecer na prática todas essas estruturas, suas montagens e realizações, além de aguçar as noções de percepção de risco e instruir os trabalhadores para o cumprimento de normas técnicas de segurança.

5.1.1. Acompanhamento da equipe de supressão

A supressão vegetal é uma etapa importante do processo de abertura de faixa de servidão. Após o processo de licenciamento ambiental, a equipe de motosserristas inicia o processo de remoção de grandes árvores cuja natureza possa vir a obstruir passagem e/ou danificar a linha.

Na **Figura 5.1.1-a** é lustrada uma das atividades dessa etapa.

Figura 5.1.1-a Supressão vegetal manual e auxiliada por motosserras



Fonte: do autor

Em seguida, o processo é completado com a construção da estrada de acesso. Fazendo o uso de retroscavadeiras. A equipe consegue tanto suprimir a vegetação rasteira, quanto compactar a terra ao longo da faixa, dificultando o crescimento de árvores cujos troncos, ou copas possam vir a entrar em contato com os cabos. Na **Figura 5.1.1-b** é ilustrada a finalização de construção de uma faixa de servidão de acordo com o procedimento citado anteriormente.

Figura 5.1.1-b Estrada de acesso sendo finalizada



Fonte: do autor

Nos trechos em que eram construídas as estradas de acesso, a locação das estruturas foi realizada por outra empresa, quarteirizada, cujas atividades foram desenvolvidas antes da inserção do estagiário junto à fiscalização.

Na **figura 5.1.1-c** é ilustrado um dos resultados da atividade georreferenciação de um dos barramentos feitos pela mencionada empresa quarteirizada.

Figura 5.1.1-c Piquete de locação da estrutura 28/02



Fonte: do autor

5.1.2. Acompanhamento da equipe de escavação

Realizadas as locações das estruturas, a equipe civil inicia as escavações de postes, e das cavas cujo projeto resigna o recebimento das âncoras de estais. Algumas das localidades poderiam apresentar terrenos rochosos, o que exigia a utilização de equipamentos específicos para a resolução da situação, como ilustrado na **Figura 5.1.2-a**.

Figura 5.1.2-a Retroescavadeira equipada com rompedor hidráulico fazendo escavação em rocha



Fonte: do gestor da obra

A largura das cavas de poste tem o padrão de 1,5m de diagonal e a profundidade em metros segue a seguinte equação:

$$h_c = 0,1h_p + 0,8,$$

sendo:

h_c , a profundidade em metros da cava de poste;

h_p , a altura em metros do poste.

Algumas das escavações, por se situarem em áreas alagadas e/ou com risco de desmoronamento, recebiam tubulão e concretagem para complementar a fundação, como ilustrado na **Figura 5.1.2-b**.

Figura 5.1.2-b Caminhão guindauto direcionando tubulão à uma cava urbana



Fonte: do supervisor da obra

5.1.3. Acompanhamento da equipe de implantação e montagem de estruturas

A implantação de postes é uma das atividades de maior risco em toda obra. O trabalho envolve movimentação de carga auxiliado com guindauto, em caso de postes que não excedam os 24 metros e 2500 daN (decâmetro-Newton). Excedendo estes parâmetros, a contratante exige, por motivos de segurança, que a atividade seja realizada por um guindaste, como registrado na **Figura 5.1.3-a**.

Figura 5.1.3-a Implantação de poste efetuada por guindaste da quarterizada Top Guindastes



Fonte: do autor

Conforme o projeto eletromecânico o poste é içado até ser firmado na cava, o aterramento é feito quando finalizada a fundação com apenas areia, ou cimento e areia, como é ilustrado na **Figura 5.1.3-b**.

Figura 5.1.3-b Atividade de implantação em estrutura de três postes



Fonte: do autor

Uma vez concluída a etapa da implantação, são montados os acessórios como cruzetas, isoladores e pedarólas, conforme ilustração da **Figura 5.1.3-c**.

Figura 5.1.3-c Montagem de estrutura tipo RA-PT-PR com pedarólas no poste



Fonte: do autor

5.1.4. Acompanhamento da equipe de lançamento de cabos

Conforme as estruturas são completamente montadas, o planejamento segue verificando a quantidade de tramos disponíveis para lançamento de cabos. Denomina-se o conjunto de vãos dispostos entre estruturas de ancoragem como tramo.

Para evitar emendas indesejadas nos cabos, é previamente definida a quantidade tramos planejados para a atividade e selecionadas bobinas apropriadas a serem instaladas na praça de lançamento.

Na **Figura 5.1.4-a** é ilustrada uma das praças de lançamento montadas para atividade.

Figura 5.1.4-a Praça de lançamento montada



Fonte: do autor

Algumas cadeias de isoladores são instaladas apenas quando iniciada a grampeação dos condutores, processo em que o condutor é fixado na cadeia de isoladores por meio dos grampos de suspensão ou ancoragem. A etapa é concluída com o devido tracionamento dos cabos, de acordo com os valores definidos por projeto.

Na **Figura 5.1.4-b** é ilustrado um procedimento desta etapa da atividade:

Figura 5.1.4-b Tracionamento de condutor auxiliado por retroscavadeira



Fonte: do autor

Esta atividade é guiada por planilhas contendo a tração em newtons a ser aplicada nos cabos, bem como a altura das fases e pára-raio, e da flecha e o tracionamento é acompanhado por um dinamômetro, tal qual mostrado na **Figura 5.1.4-c**:

Figura 5.1.4-c Dinamômetro utilizado em atividade de tracionamento de cabos



Fonte: do autor

6. CONCLUSÕES

Finalizado o contrato com a CG3 Engenharia, faz-se mister o reconhecimento da importância do estágio como agregador na formação do estudante de engenharia elétrica, bem como a oportunidade de verificar conceitos teóricos mecânicos e elétricos aplicados ao longo de todas as etapas da construção de uma linha de transmissão.

Disciplinas como Mecânica, Mecânica dos Fluidos, Instalações Elétricas, Materiais Elétricos, Sistemas Elétricos, Proteção de Sistemas Elétricos, Equipamentos Elétricos e Técnicas de Alta Tensão, foram essenciais para aliar o conhecimento teórico ao desenvolvimento das atividades do estagiário.

Porém, a exigência do mercado faz com que conhecimentos extracurriculares sejam desenvolvidos. Por este motivo, o estagiário teve de buscar conhecimentos importantes que agregaram em sua formação profissional, como os normativos, de segurança do trabalho, financeiros e de análise e estruturação de dados. Além disso, é indispensável que o profissional tenha habilidades comunicativas que atendam o bom gerenciamento de uma equipe. Competências que, no geral, são pouco, ou nunca trabalhadas durante a graduação e podem ser mais valorizadas.

A experimentação do estágio foi essencial para validar conhecimentos contemplados pela proposta curricular do curso de Engenharia Elétrica da UFCG e desenvolver habilidades de liderança, percepção de risco e comunicação técnica, que são essenciais na formação de um engenheiro eletricitista.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 5422: Projeto de Áreas de Energia Elétrica**. 2ª Edição, jan. 2024.
- CG3 Engenharia (2024). Referência em Serviços de Linhas Energizadas, disponível em: <<https://www.cg3engenharia.com.br/>>, acesso em 08 de maio de 2024.
- FUCHS, R.DE. "**Projetos eletromecânicos das Linhas de Transmissão**", 2ª Edição, 1992, pg. 19.
- NEOENERGIA. **DIS-NOR-008: Projeto de Linhas de Subtransmissão de 72,5 kV**. Rio de Janeiro, 2019.