



**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
**Curso de Graduação em Engenharia Elétrica**

FELIPPE TRIGUEIRO ANGELO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba

Março de 2017

FELIPPE TRIGUEIRO ANGELO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

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

Área de Concentração: Eletrotécnica

Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Orientador

Campina Grande, Paraíba

Março de 2017

FELIPPE TRIGUEIRO ANGELO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

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

Área de Concentração: Instalações Elétricas

Aprovado em 24/03/2017

**Jalberth Fernandes de Araújo, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

**Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo amor, misericórdia e graça derramados sobre a minha vida.

Aos meus pais Manoel Angelo e Iruza Trigueiro, e a minha irmã Illanny Trigueiro pelos ensinamentos e apoio nos momentos difíceis, não só nesta etapa, mas durante toda a minha vida.

À minha namorada Natalia Imperiano pela paciência, compreensão e companheirismo nos momentos difíceis desta caminhada.

Ao professor Bruno Albert pelos ensinamentos adquiridos em todo período de monitoria.

A Marcos Vinícius Rodrigues, cujo apoio e ensinamentos foram muito importantes durante boa parte desse período de graduação.

Aos meus amigos Filippe Tertuliano, Mayalison Rodrigues e Gutierry Medeiros pela amizade adquirida ao longo desse período de graduação.

Aos meus amigos Ryvando Barbosa, Glauber Almino e Philippe Lázaro, assim como todos que compõem a Primeira Igreja Batista de Campina Grande, pela amizade adquirida nesse período.

À Itaiara Carvalho pela ajuda no estágio e na elaboração deste relatório.

Aos professores e ao departamento de Engenharia Elétrica da Ufcg pelo conhecimento repassado.

Ao professor Célio Anésio e aos Engenheiros Jarbas Medeiros, Adriano Magno e Francisco Júnior pelo apoio e ensinamentos dedicados na elaboração deste trabalho.

## RESUMO

No presente trabalho é descrito o conjunto de atividades realizadas durante a disciplina estágio supervisionado, atividades estas que foram realizadas no Setor de Projetos da Universidade Estadual da Paraíba, situado na cidade de Campina Grande, Paraíba, no período de 07 de Novembro de 2016 a 19 de Dezembro de 2016, sendo totalizada uma carga horária de 180 horas. As atividades realizadas foram: Elaboração de um projeto elétrico de uma subestação segundo a norma NDU 002 Energisa; Realização do tutorial do Lumine Alto Qi; Projeto de Viabilidade de Implantação de Iluminação Pública Utilizando LED; Realização de um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED; Uso do termovisor para verificação de pontos quentes; Visitas Técnicas às obras do CCBS e da subestação 300 kVA em Guarabira.

**Palavras-chave:** Estágio Supervisionado, Projeto Elétrico, Termovisor, AltoQi Lumine V4, Subestação.

## **ABSTRACT**

In the present work is described the set of activities performed during the supervised internship course which were performed in the Universidade Estadual da Paraíba's Project Sector, located in the city of Campina Grande, Paraíba, in the period from November 07, 2016 until December 19, 2016, totaling a workload of 180 hours. The activities performed were: Elaboration of an electrical project of a substation according to NDU 002 Energisa; Accomplishment of the Lumine Alto Qi Tutorial; Feasibility Project of Implementation of Public Lighting using LED; Accomplishment of a seminary about LED lamp lighting; Thermal Imaging Camera Using for thermal inspection; Technical visits to the works of CCBS and the 300 kVA substation in Guarabira.

**Palavras-chave:** Supervised Internship, Electrical Project, Thermal Imaging Camera, AltoQi Lumine V4, Electrical Substation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.1:</b> PROINFRA - UEPB.....	14
<b>Figura 3.2:</b> Luminária Pública tipo Básica. ....	16
<b>Figura 3.3:</b> Projetor Lumidec PJ01-S1R7S fabricado pela Abalux.....	17
<b>Figura 3.4:</b> Projetor Lumidec PJ01-S1R7S fabricado pela Abalux.....	17
<b>Figura 3.5:</b> Simbologia utilizada na descrição dos postes. ....	18
<b>Figura 3.6:</b> Parte da Planta Baixa contendo a Localização dos Postes do Campus I da UEPB. ....	19
<b>Figura 3.7:</b> Luminária LED do tipo PAC fabricada pela SUPERLED juntamente com um de seus módulos assim como sua curva fotométrica. ....	21
<b>Figura 3.8:</b> Luminária LED do tipo LTN fabricada pela SUPERLED. ....	22
<b>Figura 3.9:</b> Obra da Central de Laboratórios do CCT. ....	23
<b>Figura 3.10:</b> Componentes de uma lâmpada LED comum. ....	24
<b>Figura 3.11:</b> Termovisor fabricado pela ROHS.....	26
<b>Figura 3.12:</b> Imagem mostrando a temperatura das fases que atravessam um disjuntor trifásico. ....	27
<b>Figura A1:</b> Poste da subestação. ....	35
<b>Figura A2:</b> Diagrama Unifilar.....	36
<b>Figura A3:</b> Aterramento da subestação.....	37
<b>Figura A4:</b> Mureta. ....	38
<b>Figura A5:</b> Distância de segurança. ....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1:</b> Quantidade de Postes contendo 1, 2, 3 e 4 Lâmpadas.....	18
<b>Tabela 3.2:</b> Localização do poste no Campus com base em sua numeração.....	19
<b>Tabela 3.3:</b> Descrição do fluxo luminoso juntamente com os respectivos preços de cada luminária do tipo PAC. ....	20
<b>Tabela 3.4:</b> Descrição do fluxo luminoso juntamente com os respectivos preços de cada luminária do tipo LTN.....	21
<b>Tabela 3.5:</b> Análise de custo das lâmpadas para interiores. ....	25
<b>Tabela 3.6:</b> Análise de custo das lâmpadas para iluminação pública. ....	25
<b>Tabela 3.7:</b> Temperatura registrada nos cabos do quadro geral que alimenta a PROINFRA. ....	27
<b>Tabela A1:</b> Dimensionamento dos condutores 11,4 kV, 13,8 kV, 22 kV, 34,5 kV.....	32
<b>Tabela A2:</b> Fornecimento trifásico em média tensão com medição na baixa tensão. ....	32
<b>Tabela A3:</b> Elos fusíveis para transformadores. ....	33
<b>Tabela A4:</b> Dimensionamento de barramento de cobre. ....	33
<b>Tabela A5:</b> Dimensionamento de tirante de latão para bucha de passagem 11,4 kV, 13,8 kV, 22 kV e 34,5 kV. ....	33
<b>Tabela A6:</b> Resumo da carga instalada no bloco. ....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

A – Ampere

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

FURNe – Fundação Universidade Regional do Nordeste

kV – Quilovolt ( $10^3$  volts)

kVA – Quilovolt-amperes ( $10^3$  volts-amperes)

kW – Quilowatts ( $10^3$  Watts)

NDU – Norma de Distribuição Unificada

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

URNe – Universidade Regional do Nordeste

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	BREVE HISTÓRICO DA UEPB .....	12
2.1	Setor de Projetos .....	13
3	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	15
3.1	Leitura de Normas.....	15
3.2	Aprendizado do <i>Software</i> LUMINE.....	15
3.3	Projeto de Viabilidade de Implantação de Iluminação Pública Utilizando LED.....	16
3.4	Projeto de uma subestação 225 kVA segundo a norma ENERGISA NDU 002.....	22
3.5	Realização de um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED ...	24
3.6	Utilização do Termovisor da ROHS.....	26
3.7	Visitas Técnicas às Obras do CCBS e da Subestação em Guarabira .....	27
4	CONCLUSÕES .....	29
	Apêndice A – Projeto de Subestação para Abastecimento dos Laboratórios do CCT .....	31
	A.1 Objetivo .....	31
	A.2 Metodologia.....	31
	A.3 Tabelas de Referência contidas na NDU 002 .....	31
	A.4 Resumo Geral da Carga.....	34
	A.5 Projeto Elétrico da Subestação.....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve o conjunto de atividades desenvolvidas durante a disciplina Estágio Supervisionado concernente ao curso de Engenharia Elétrica da UFCG. As atividades foram realizadas no Setor de Projetos da Universidade Estadual da Paraíba, situado no município de Campina Grande, Paraíba, no período de 07 de novembro de 2016 a 19 de dezembro de 2016, com carga horária matriculada de 180 horas distribuídas em 30 horas semanais.

A disciplina de Estágio Supervisionado consiste em uma importante atividade, onde os conhecimentos teóricos desenvolvidos no decorrer do curso de graduação, podem ser colocados em prática. Foram desenvolvidas as seguintes atividades: (i) Aprendizado do *software* LUMINE; (ii) Projeto de Viabilidade de Implantação de Iluminação Pública Utilizando LED; (iii) Desenvolvimento de um projeto de uma subestação 225 kVA segundo a norma ENERGISA NDU 002; (iv) Realização de um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED; (v) Utilização do termovisor para verificação de pontos quentes e (vi) Visitas técnicas às obras do CCBS e da subestação 300 kVA em Guarabira.

Este trabalho é organizado como segue: (I) Na seção I é apresentado um breve histórico da UEPB e uma descrição do setor de projetos da mesma; (II) Na seção II são apresentadas as atividades desenvolvidas durante o estágio; (III) Por fim é mostrada a conclusão e referências bibliográficas.

## 2 BREVE HISTÓRICO DA UEPB

A *Universidade Estadual da Paraíba* foi fruto do pioneirismo do advogado e então prefeito de Campina Grande Williams de Souza Arruda que no ano de 1966 criou a Universidade Regional do Nordeste, que seria mantida pela Fundação Universidade Regional do Nordeste até o ano de 1987 quando a deficitária URNe se tornou de fato Universidade Estadual da Paraíba.

Em novembro de 1996, a instituição já contava com mais de 11 mil alunos, 26 cursos, 890 professores e 691 servidores técnico-administrativos quando o Conselho Nacional de Educação do MEC reconheceu a Universidade que naquele ano completou 30 anos de história. O então presidente da república Fernando Henrique Cardoso assinou um decreto que passou a UEPB à condição de Instituição de Ensino Superior consolidada e definitiva.

No século XXI a Universidade Estadual da Paraíba conseguiu sua autonomia financeira, que foi concebida através da Lei número 7.643, de 6 de agosto de 2004, sancionada pelo então governador Cássio Cunha Lima. Usando a autonomia financeira, a Universidade pode direcionar sua ação a mais municípios e assim estender o ensino superior na Paraíba.

A UEPB atualmente possui oito campi e um total de 46 cursos de graduação e 2 de nível técnico. O campus I na cidade de Campina Grande é a sede da Reitoria e da Administração Central da UEPB, onde funcionam suas pró-reitorias e principais coordenações. Os demais campi são:

- Campus II está localizado na cidade de Lagoa Seca;
- Campus III está localizado na cidade de Guarabira;
- Campus IV está localizado na cidade de Catolé do Rocha;
- Campus V está localizado na cidade de João Pessoa;
- Campus VI está localizado na cidade de Monteiro;
- Campus VII está localizado na cidade de Patos;
- Campus VIII está localizado na cidade de Araruna.

## 2.1 Setor de Projetos

O Setor de Engenharia e Arquitetura, também conhecido como Setor de Projetos, pertence à Prefeitura Universitária da Universidade Estadual da Paraíba, e tem como funções:

- Elaborar projetos no âmbito da edificação, do paisagismo, dos componentes de construção, da infraestrutura e da urbanização;
- Elaborar orçamentos e estudos de viabilidade econômica dos projetos;
- Interagir com os Centros e Departamentos na obtenção de informações para preparação de dados estatísticos e demográficos da comunidade universitária, para avaliação e previsão de demanda e de planejamento;
- Encaminhar ao Prefeito as propostas de planos, programas, normas e orçamentos;
- Manter atualizado o cadastramento do layout, das características e da ocupação dos espaços físicos da UEPB;
- Definir critérios para comunicação visual do campus, abrangendo a sinalização viária e a sinalização interna e externa dos prédios e espaços físicos;
- Definir projeto para mobiliário da UEPB;
- Supervisionar a manutenção das edificações do campus e unidades externas de propriedade da UEPB;
- Orientar os funcionários no sentido de realizar levantamentos periódicos nos Campi da UEPB e demais unidades externas de propriedade da instituição, conforme competência, para realização de manutenção preventiva e atualização do cadastro de área;
- Acompanhar, dentro de suas competências, a qualidade dos serviços prestados pelos funcionários (efetivos ou terceirizados, bem como de empresas contratadas através de processo licitatório);
- Orientar os setores no sentido de solicitar ao almoxarifado, com antecedência, o material necessário para o bom desempenho dos trabalhos de manutenção a serem realizados;
- Supervisionar e atestar a qualidade das obras de construção e reformas que venham a ser realizadas por empresas externas à Universidade.

Na Figura 2.1 é possível ver uma imagem da PROINFRA localizada no Campus I da UEPB.

**Figura 2.1:** PROINFRA - UEPB.



**Fonte:** Itaira Carvalho.

### 3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

#### 3.1 Leitura de Normas

Como primeira atividade da disciplina de estágio foi realizada uma leitura das principais normas referentes à demanda da UEPB. São elas: NBR 5410, 5419 e as normas NDU 001, 002, 003 e 010 da Energisa.

#### 3.2 Aprendizado do *Software* LUMINE

Um dos *softwares* utilizados no projeto de instalações elétricas para a UEPB é o LUMINE fornecido pela ALTOQI. O LUMINE difere de outros programas por permitir desenho facilitado, distribuição de circuitos e dimensionamento dos circuitos de forma automática. Para o aprendizado do mesmo foi realizado o tutorial fornecido pela ALTOQI, esse consiste no projeto elétrico de uma residência de dois pavimentos que pode ser vista na Figura 3.1.

**Figura 3.1:** Arquitetura utilizada no tutorial do Lumine.



**Fonte:** Guia do tutorial fornecido pela AltoQi.

### 3.3 Projeto de Viabilidade de Implantação de Iluminação Pública Utilizando LED

Um projeto inicial para verificar a viabilidade de implantação da iluminação pública utilizando LED foi realizado no Campus I da UEPB com a finalidade de substituir as atuais lâmpadas de vapor metálico. Tal medida de verificação foi tomada com o intuito de reduzir gastos com energia bem como de manutenção. O projeto consistiu nas seguintes etapas: (i) Levantamento quantitativo dos postes do Campus I, juntamente com a quantidade de pétalas presentes em cada um; (ii) Levantamento da carga presente em cada poste; (iii) Equivalência de lumens entre os postes contendo lâmpadas de vapor metálico e os postes de LED; (iv) Levantamento do preço dos postes de LED e (v) Cálculo do orçamento juntamente com o cálculo de payback.

Ficou a cargo do estagiário a realização das etapas I e iv. Na primeira etapa foi realizado o levantamento da quantidade de postes presentes no campus I e foi criado um croqui contendo a localização de cada poste no referido campus I. Cada poste foi modelado como mostrado na figura 3.6 contendo figuras representando a quantidade de luminárias e o tipo das mesmas. Cada símbolo foi colocado juntamente com informações adicionais como número do poste, tipo de lâmpada, quantidade de pétalas presentes no poste, potência da lâmpada e altura do poste.

Cada símbolo representa um tipo de luminária presente em cada poste, onde os círculos ao lado de retas representam lâmpadas inseridas em pétalas com luminárias do tipo básico (ver Figura 3.2), os retângulos representam as lâmpadas inseridas em luminárias do tipo projetor (ver Figura 3.3) e os círculos isolados representam Lâmpadas inseridas em luminárias tipo globo localizadas no tipo de postes metálicos (ver Figura 3.4).

**Figura 3.2:** Luminária Pública tipo Básica.



**Fonte:** Catálogo EMPALUX Luminária Pública Básica LM1.

**Figura 3.3:** Projetor Lumidec PJ01-S1R7S fabricado pela Abalux.

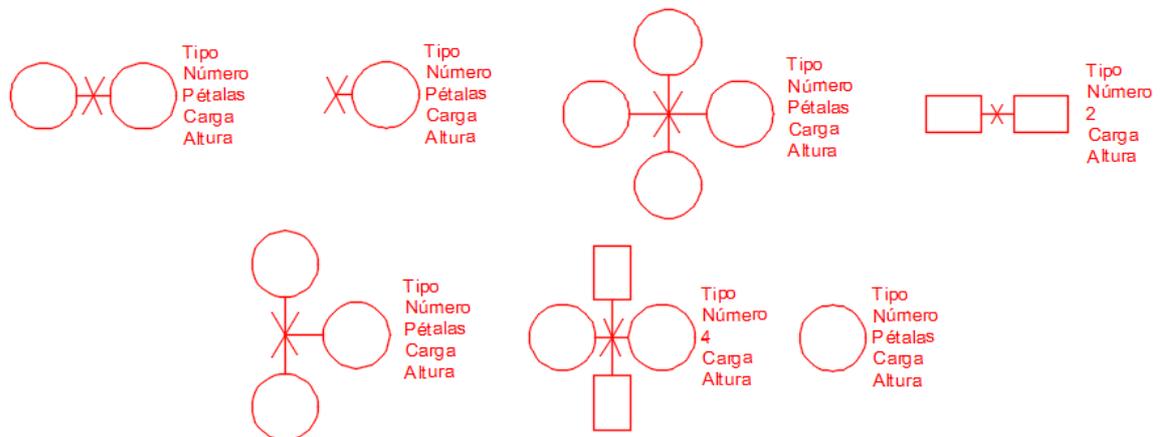


**Fonte:** Catálogo Abalux Projetor Lumidec PJ01-S1R7S.

**Figura 3.4:** Projetor Lumidec PJ01-S1R7S fabricado pela Abalux.



**Fonte:** Catálogo Abalux Projetor Lumidec PJ01-S1R7S.

**Figura 3.5:** Simbologia utilizada na descrição dos postes.

**Fonte:** Própria.

No fim dessa etapa foram contabilizados 139 postes contendo 1, 2 3 e 4 lâmpadas em cada. No total existem 217 lâmpadas sendo, 66 postes com uma luminária, onde 17 são do tipo globo e 49 do tipo básico; 59 postes com duas luminárias, onde 2 são do tipo projetor e 57 do tipo básico; 5 postes com 3 luminárias e 2 postes contendo 4 luminárias mistas, sendo 2 do tipo básico e duas do tipo projetor. Em sua grande maioria as lâmpadas eram de vapor metálico. Na Tabela 3.1 é possível ver um resumo desses resultados.

No croqui contendo a localização dos postes, cada poste foi numerado de forma a facilitar a sua localização. Postes próximos foram numerados com números consecutivos, permitindo assim que dada a numeração do mesmo, imediatamente seja conhecida a região onde ele está localizado. A Tabela 3.2 descreve a localização de cada poste com base em sua numeração. A Figura 3.6 mostra uma parte do croqui realizado, nela é mostrada parte da região central do Campus. O croqui construído pode ser visto em anexo.

**Tabela 3.1:** Quantidade de Postes contendo 1, 2, 3 e 4 Lâmpadas.

Lâmpadas por Poste	1 Lâmpada	2 Lâmpadas	3 Lâmpadas	4 Lâmpadas
Quantidade	66	59	5	2

**Fonte:** Própria.

**Figura 3.6:** Parte da Planta Baixa contendo a Localização dos Postes do Campus I da UEPB.



**Fonte:** Própria.

**Tabela 3.2:** Localização do poste no Campus com base em sua numeração.

<b>Legenda</b>	<b>Local</b>
1 até 21	Quarteirão PROINFRA
22 até 35	Quarteirão REITORIA
36 até 52	Rua REITORIA / BIBLIOTECA
53 até 76	Estacionamento CCT
77 até 82	Canteiro CCT
83 até 94	Quarteirão Anexo, RU e Departamentos
95 até 108	CCBS e Arredores
109 até 114	Rua da entrada até a Cantina
115 até 119	Rua Externa
120 até 121	Educação Física
122 até 124	Rua Externa
125 até 132	CANTINA e CCT

**Fonte:** Própria.

Também ficou a cargo do estagiário o levantamento de algumas cotações de postes de LED. Assim, foram pedidos cotações a 3 fabricantes, UniversoLED, SUPERLED e Empalux, entretanto apenas a empresa SUPERLED enviou uma cotação como pedido.

A SUPERLED fornece luminárias LED para iluminação pública de dois tipos: (i) Tipo PAC e (ii) Tipo LTN. As luminárias do tipo PAC são do tipo modular, onde cada pétala é constituída por blocos de LED que são chamados de módulos. Essas luminárias estão disponíveis com módulos de 30 W e 45 W, possuindo temperatura

de cor 50.000 K e vida útil de 50.000 h. A Tabela 3.3 descreve o fluxo luminoso de cada uma das luminárias LED do tipo PAC juntamente com o preço dado pelo fornecedor, onde as primeiras 5 linhas descrevem os dados da linha PAC com módulos de 30 W e as linhas subsequentes descrevem os dados da linha PAC com módulos de 45 W. A Figura 3.7 mostra um exemplo de luminária PAC com um módulo de 30 W juntamente com sua curva fotométrica.

**Tabela 3.3:** Descrição do fluxo luminoso juntamente com os respectivos preços de cada luminária do tipo PAC.

<b>Modelo</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	<b>Preço (R\$)</b>
SL PAC 30	30	3450	350,00
SL PAC 60	60	6900	729,00
SL PAC 90	90	10350	1093,00
SL PAC 120	120	13800	1458,00
SL PAC 150	150	17250	1822,00
SL PAC 45	45	5715	490,00
SL PAC 90	90	11430	864,00
SL PAC 135	135	17145	1296,00
SL PAC 180	180	22860	1728,00
SL PAC 225	225	28575	2160,00

**Fonte:** Catálogo SUPERLED de luminárias LED para iluminação pública.

As luminárias do tipo LTN são constituídas por uma única placa de LED e possuem um preço inferior às luminárias do tipo PAC. Possuem faixa de cor de 2700 até 6500 K e vida útil de 50.000 h. A tabela 3.4 descreve o fluxo luminoso de cada uma das luminárias LED do tipo LTN. A figura 3.8 mostra um exemplo de luminária LED do tipo LTN.

**Tabela 3.4:** Descrição do fluxo luminoso juntamente com os respectivos preços de cada luminária do tipo LTN.

Modelo	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Preço (R\$)
SL LTN 30	30	3000	490,00
SL LTN 40	40	4000	520,00
SL LTN 60	60	6000	590,00
SL LTN 90	90	9000	790,00
SL LTN 100	100	10000	890,00
SL LTN 120	120	12000	980,00
SL LTN 150	150	15000	892,00

**Fonte:** Catálogo SUPERLED de luminárias LED para iluminação pública.

**Figura 3.7:** Luminária LED do tipo PAC fabricada pela SUPERLED juntamente com um de seus módulos assim como sua curva fotométrica.



**Fonte:** Catálogo SUPERLED de luminárias LED para iluminação pública.

**Figura 3.8:** Luminária LED do tipo LTN fabricada pela SUPERLED.



**Fonte:** Catálogo SUPERLED de luminárias LED para iluminação pública.

Devido a problemas relacionados a falta de verba e mudança de prioridades nas atividades da PROINFRA, o projeto de iluminação pública utilizando LED ainda não pôde ser implementado, ficando a sua realização para o futuro.

### 3.4 Projeto de uma subestação 225 kVA segundo a norma ENERGISA NDU 002

Com a expansão do Centro de Ciência e Tecnologia da UEPB iniciou-se um processo de construção de uma central de laboratórios que pudesse abrigar aulas práticas para os alunos matriculados. Entretanto a rede que alimenta o CCT não comportaria essa carga adicional requisitada pelos laboratórios, assim está sendo construído um cubículo de medição para retirar parte da carga que está instalada na mesma rede do CCT, permitindo assim a alimentação da central de laboratórios. Entretanto, devido ao andamento das obras, como medida preventiva foi realizado o projeto de uma subestação 225 kVA de acordo com o padrão descrito na norma Energisa NDU 002 para o caso de o cubículo não ficar pronto a tempo. Tal valor do transformador foi escolhido devido à disponibilidade do mesmo na própria UEPB. A Figura 3.9 mostra a imagem da obra da Central de Laboratórios do CCT.

**Figura 3.9:** Obra da Central de Laboratórios do CCT.



**Fonte:** Itaiara Carvalho.

O projeto da instalação elétrica das salas pertencentes ao bloco foi realizado por uma empresa a parte da UEPB ficando assim a cargo do estagiário apenas o projeto da subestação.

A carga total instalada no bloco foi de 217,35 kVA, assim aplicando um fator de demanda de 0,42, extraído da tabela 14 da NDU 002 para o item 120 que trata de Estabelecimentos de ensino superior, tem-se uma demanda de 99,23 kVA. Entretanto a subestação em questão será utilizada apenas para a alimentação de metade do bloco enquanto este não fica completamente pronto. Sendo assim a subestação é suficiente para a alimentação.

A norma NDU 002 inclui uma série de informações contendo os parâmetros para o dimensionamento de subestações aéreas e abrigadas para os diversos valores de potência. Utilizando-se desses dados fornecidos, foi dimensionado o poste, os cabos do ramal de alimentação e de entrada, as proteções contra sobretensão e sobrecorrente e o sistema de aterramento. As tabelas utilizadas para o dimensionamento dos parâmetros referentes a esta subestação podem ser encontradas no Apêndice A.

O transformador a ser utilizado na subestação está de acordo com a demanda prevista e possuirá uma potência de 225 kVA, trifásico e aéreo com tensão primária de 13,8 kV e tensão secundária 380/220 V. Para essa potência do transformador, a norma indica a utilização de um Poste Duplo T, DT 11/1000, segundo a tabela 02 para baixa tensão em 380/220.

Na rede secundária, o ramal de alimentação desta unidade consumidora será de  $2 \times \{3 \times 120(70)\}$  mm<sup>2</sup> com isolamento em PVC 0,6/1 kV e 70°C, e eletrodutos de aço galvanizado de 2x100mm, segundo a tabela 02 da referida norma. Na rede primária o ramal de entrada em média tensão deverá ser em cabo de alumínio nú de 2 AWG CAA, segundo a tabela 01 da NDU 002.

Para proteção contra sobrecorrente, na rede primária, o elo fusível com isolamento para 15 kV deverá ser de 100A / 10K. Já para Proteção na rede secundária,

o disjuntor de proteção termomagnético será de 350 A (cc de 10KA). Para a proteção contra sobretensão, o pára-raios deverá ser de 10 kA de ZnO de distribuição polimérico para uso Média Tensão (13,8 kV) sem centelhadores.

O sistema de aterramento será composto por 3 hastes de aterramento tipo copperweld de 16x2400 mm espaçadas entre si em 3,00 m, como representado nos desenhos em anexo. A interligação de todo o circuito de aterramento e sua ligação ao neutro deverá ser feita com cabo de cobre nu 50 mm<sup>2</sup>.

Algumas partes do Projeto como Mureta, Poste, Distância de Segurança, Diagrama Unifilar e Aterramento podem ser vistos com detalhes no Anexo A.

### 3.5 Realização de um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED

Como parte do programa de estágio em Engenharia Elétrica da PROINFRA UEPB, foi realizado um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED. Esse foi apresentado para os engenheiros eletricitistas da PROINFRA.

No seminário foram abordados assuntos como: Estrutura do diodo emissor de luz (LED); Aspectos construtivos de uma lâmpada LED, ou seja, os componentes que formam uma lâmpada LED. São eles: (i) Circuito de acionamento dos LEDs que consiste em um circuito retificador de onda; (ii) Base da Lâmpada; (iii) Conjunto de LEDs; (iv) Bulbo de vidro ou acrílico. A figura 3.10 mostra os componentes presentes no interior de uma lâmpada LED.

**Figura 3.10:** Componentes de uma lâmpada LED comum.



**Fonte:** Dimitri G. LED Lamp. en.wikipedia.org. 14/03/2017.

Também foram abordadas as vantagens e desvantagens da Iluminação LED. As lâmpadas LED possuem uma alta eficiência luminosa, ou seja, elas possuem um alto valor de lumens/watt quando comparado com outras lâmpadas, sendo essa a principal característica desse tipo de lâmpada. Também é possível destacar seu alto tempo de vida, assim como sua resistência a choques mecânicos. Como desvantagens, foi possível destacar o custo inicial de implantação das lâmpadas, juntamente com um possível ofuscamento causado por elas.

Por ultimo foi abordado o tema da viabilidade econômica da Iluminação LED utilizando como parâmetro de análise o custo mensal com energia e manutenção de um conjunto de lâmpadas. O custo de manutenção foi calculado utilizando-se o preço da lâmpada dividido pelo seu tempo de vida em meses. Vale ressaltar que foi considerado um uso diário de 12h por cada lâmpada. Devido a grande diferença de preço, estrutura e tempo de vida entre as lâmpadas LED para iluminação de interiores e iluminação pública, a comparação foi dividida nesses dois grupos. Os resultados obtidos podem ser vistos nas tabelas 3.5 e 3.6.

**Tabela 3.5:** Análise de custo das lâmpadas para interiores.

	<b>Incandescente</b>	<b>CFL</b>	<b>Fluorescente T-8</b>	<b>LED</b>
<b>Custo com Energia</b>	R\$ 39,48/Mês	R\$ 4,89/Mês	R\$ 8,06/Mês	R\$ 3,52/Mês
<b>Custo com Manutenção</b>	R\$ 7,52/Mês	R\$ 1,91/Mês	R\$ 1,03/Mês	R\$ 0,35/Mês
<b>Custo Total</b>	R\$ 47,00/Mês	R\$ 6,80/Mês	R\$ 9,09/Mês	R\$ 3,87/Mês

**Fonte:** Própria.

**Tabela 3.6:** Análise de custo das lâmpadas para iluminação pública.

	<b>Vapor Metálico</b>	<b>LED</b>
<b>Custo com Energia</b>	R\$ 100,80/Mês	R\$ 41,58/Mês
<b>Custo com Manutenção</b>	R\$ 4,62/Mês	R\$ 28,66/Mês
<b>Custo Total</b>	R\$ 105,41/Mês	R\$ 70,44/Mês

**Fonte:** Própria.

Pôde-se perceber que em termos de custo com energia e manutenção, a lâmpada LED leva grande vantagem sobre as demais concorrentes.

### 3.6 Utilização do Termovisor da ROHS

Para a localização de pontos quentes no quadro geral que alimenta a região da PROINFRA no campus I da UEPB foi utilizado o Termovisor da empresa ROHS. A Figura 3.11 mostra o Termovisor utilizado nas medições. O quadro em questão possui um disjuntor trifásico (ver Figura 3.12) que é ligado às cargas por meio de condutores isolados por EPR. Foi obtido um conjunto de imagens que mostraram uma demanda maior de corrente nas fases S e T. Tal fato pôde ser verificado por esta fase estar com uma maior temperatura que as demais. A Figura 3.12 mostra uma amostra de um conjunto de imagens obtidas com o termovisor.

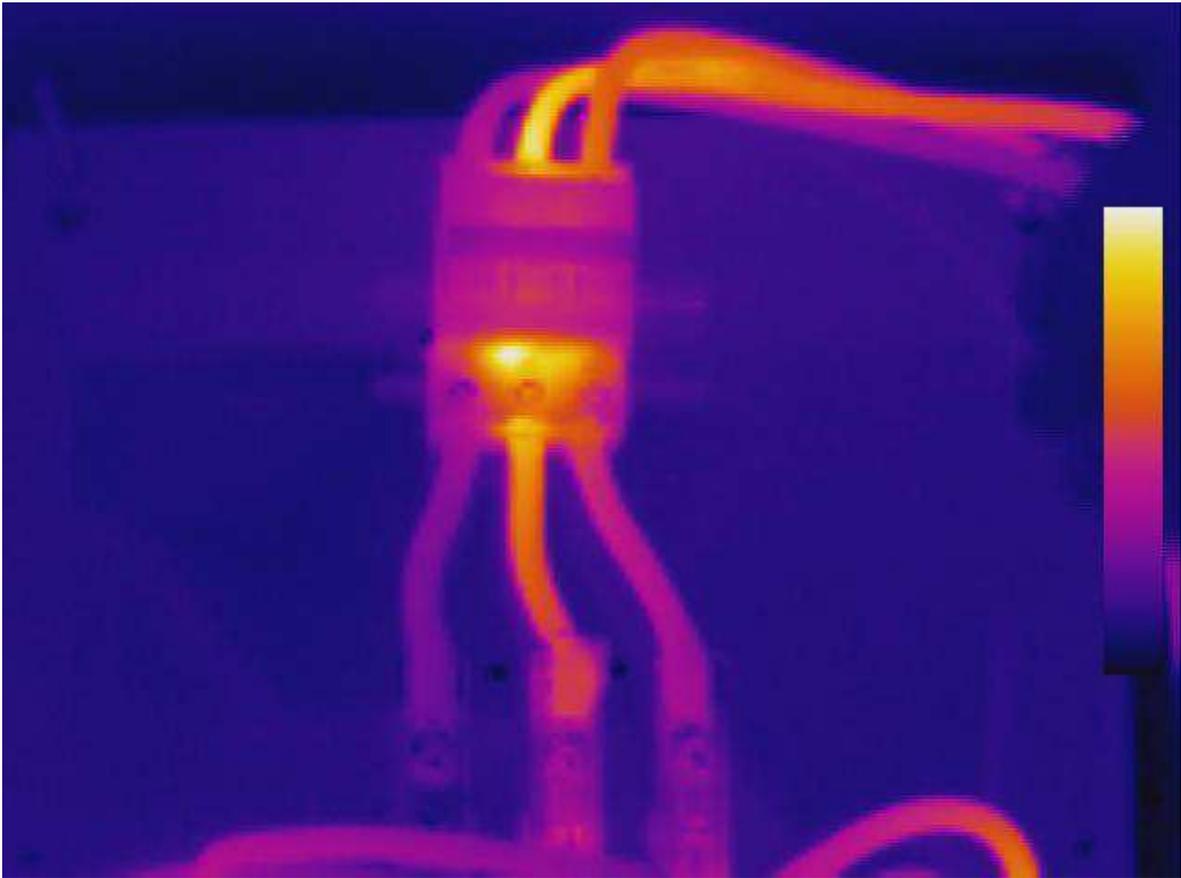
**Figura 3.11:** Termovisor fabricado pela ROHS.



**Fonte:** Manual do fabricante.

O termovisor em questão, também nos permite uma análise quantitativa das temperaturas dos objetos contidos das imagens. Assim, tais valores podem ser vistos na Tabela 3.7. Como cabos com isolamento de EPR suportam temperaturas de até 90°, os valores mostrados na tabela confirmam que todos estavam trabalhando em uma temperatura aceitável.

**Figura 3.12:** Imagem mostrando a temperatura das fases que atravessam um disjuntor trifásico.



**Fonte:** Própria.

**Tabela 3.7:** Temperatura registrada nos cabos do quadro geral que alimenta a PROINFRA.

<b>Fases</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b>R</b>	45,7
<b>S</b>	63,3
<b>T</b>	52,8

**Fonte:** Própria.

### 3.7 Visitas Técnicas às Obras do CCBS e da Subestação em Guarabira

Como parte das atividades de estágio no setor de Engenharia Elétrica da PROINFRA, foram realizadas duas visitas técnicas às obras da UEPB. Foram elas:

(i) Obra de expansão do CCBS Campus Campina Grande e (ii) Construção de uma subestação 300 kVA para alimentação da central de aulas no Campus de Guarabira.

Na visita ao CCBS pôde ser observada a implantação dos eletrodutos de PVC do tipo rígido no teto e das hastes de aterramento. Estes eletrodutos apesar de não serem muito utilizados no teto, foram escolhidos nessa aplicação pelo fato de o local em geral, passar por muitas manutenções e reparos, sendo assim um eletroduto mais resistente que os eletrodutos flexíveis. Um outro fato que justifica tal utilização é que o preço adicional dos eletrodutos rígidos não são muito significativos quando comparado com o preço total do prédio.

Na visita a subestação de Guarabira, pôde-se conhecer em um primeiro momento, a região em que seria instalada a subestação. Esta se trata de uma subestação aérea com potência de 300 kVA. Neste primeiro contato também foi possível conhecer o caminho que os cabos percorreriam do transformador, passando pela proteção, medição, até o bloco a ser alimentado. Na segunda visita, foi possível conhecer o processo de instalação do transformador e do quadro contendo a proteção por meio dos disjuntores. Também foi possível aprender a respeito de um processo licitatório desde o seu início até o processo de fiscalização das obras por parte dos engenheiros.

## 4 CONCLUSÕES

A disciplina Estágio Supervisionado proporciona que os conhecimentos adquiridos durante as disciplinas da graduação sejam postos em prática com atividades reais. O estágio proporcionado pela PROINFRA UEPB cumpre bem esse papel permitindo que o participante tenha uma experiência com atividades relacionadas a área de instalações elétricas. Um aspecto positivo que foi possibilitado pelo estágio da UEPB foi o convívio com profissionais de outras áreas como, Engenharia Mecânica e Civil, permitindo assim um maior conhecimento dessas áreas afins.

Nas atividades realizadas foi possível aprender sobre o Lumine AltoQI que é um software de projetos elétricos bastante utilizado devido a sua praticidade e qualidade nos resultados; Utilização de um termovisor para verificação de pontos quentes e utilização de fases; Realização de projeto elétrico de uma subestação 225 kVA e Preparo de um seminário sobre iluminação utilizando lâmpadas LED.

Pode-se concluir que as atividades desenvolvidas atingiram os objetivos propostos pelo setor de projetos, bem como pela disciplina de Estágio Supervisionado.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro de 1997.

ABNT. **NBR 5413 – Iluminância de Interiores.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abril de 1992.

ENERGISA. **NDU 001 – Fornecimento em energia elétrica em tensão secundária. Edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras.** Norma de Distribuição Unificada. Versão 4.0. Setembro de 2014.

ENERGISA. **NDU 002 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária.** Norma de Distribuição Unificada. Versão 4.0. Setembro de 2014.

ENERGISA. **NDU 010 – Padrões e especificações de materiais da distribuição.** Norma de Distribuição Unificada. Versão 3.1. Junho de 2013.

UEPB. Universidade Estadual da Paraíba, 2015. Disponível em: <[www.uepb.edu.br/](http://www.uepb.edu.br/)>. Acesso em: 02 de março. 2016.

SUPERLED. **Catálogo de Luminárias para Iluminação Pública de LED.** Março de 2016.

## Apêndice A – Projeto de Subestação para Abastecimento dos Laboratórios do CCT

### A.1 Objetivo

Realizar o projeto elétrico de uma subestação para alimentação da central de laboratórios do Centro de Ciência e Tecnologia (CCT), Campus I da UEPB.

### A.2 Metodologia

Na elaboração desse projeto foram utilizados os modelos de desenho fornecidos pela Energisa. No dimensionamento da subestação foram utilizadas as tabelas presentes na NDU 002 da Energisa.

### A.3 Tabelas de Referência contidas na NDU 002

A NDU 002 estabelece as diretrizes para projetos de subestações de diversos tipos. Em seus anexos ela contém um conjunto tabelas que descrevem alguns parâmetros a serem utilizados no projeto de uma subestação.

No anexo do presente trabalho, foram inseridas as tabelas que foram utilizadas no projeto da Subestação 225 kVA. Foram utilizadas as tabelas para dimensionamento dos condutores do ramal de ligação e ramal de entrada, como pode ser visto na Tabela A1; Dimensionamento do Disjuntor, TC, e condutores do secundário, como podem ser visto na Tabela A2; Dimensionamento do Elo fusível (Tabela A3), assim como o dimensionamento de outros parâmetros utilizados, como pode ser visto nas Tabelas A4 e A5.

**Tabela A1:** Dimensionamento dos condutores 11,4 kV, 13,8 kV, 22 kV, 34,5 kV.

**Ramal de ligação e Ramal de entrada – Cabo de Alumínio Nu**

SEÇÃO NOMINAL (AWG/MCM)	CAPACIDADE DE MÁXIMA DE CORRENTE (A)		KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL							
			11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	CA	CAA	CA	CAA	CA	CAA	CA	CAA	CA	CAA
2	168	171	3.317	3.376	4.016	4.087	6.402	6.516	10038	10218
1/0	227	230	4.482	4.541	5.426	5.498	8.650	8.764	13564	13743

**Ramal de Ligação e Ramal de Entrada – Cabo Protegido**

SEÇÃO NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	CAPACIDADE DE MÁXIMA DE CORRENTE (A)		KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL							
			11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	XLPE		XLPE		XLPE		XLPE		XLPE	
50	179		3.534		4.279		6.821		10696	
120	317		6.259		7.577		12.079		18942	
185	416		8.214		9.943		15.852		24858	

**Ramal de Entrada Subterrâneo – Condutores de Cobre**

SEÇÃO NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	CAPACIDADE DE MÁXIMA DE CORRENTE (A)		KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90°C							
			11,4 kV		13,8 kV		22 kV		34,5 kV	
	EPR	XLPE	EPR	XLPE	EPR	XLPE	EPR	XLPE	EPR	XLPE
25	119	123	2.350	2.429	2.844	2.940	4.535	4.687	7.110	7.349
35	143	148	2.824	2.922	3.418	3.538	5.449	5.640	8.545	8.843
50	169	175	3.337	3.455	4.039	4.183	6.440	6.668	10.098	10.457
70	209	214	4.127	4.226	4.996	5.115	7.964	8.154	12.488	12.787

Fonte: Norma Energisa NDU 002.

**Tabela A2:** Fornecimento trifásico em média tensão com medição na baixa tensão.

**Baixa Tensão em 380/220V**

TRANSFORMADOR KVA	MEDIÇÃO		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A) (CC DE 10 KA)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1kV 90°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1kV 70°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MED.	TC						
75	Trifásico Direto de 120A	-	125	3#50(25)	65	3#70(35)	80	300
112,5	Trifásico Direto de 200A	-	175	3#70(35)	80	3#95(50)	80	300
150	Trifásico	200 : 5	225	3#120(70)	100	3#150(95)	100	1000
225	Trifásico	250 : 5	350	3#240(120)	100	2x{3#120(70)}	2 x 100	1000
300	Trifásico	400 : 5	450	2x{3#120(70)}	2 x 100	2x{3#150(95)}	2 x 100	1000

Fonte: Norma Energisa NDU 002.

**Tabela A3:** Elos fusíveis para transformadores.

Potência [kVA]	Tensão [kV]	Corrente [A]	Elo fusível
5	19,92	0,25	0,5H
10	19,92	0,50	0,5H
15	19,92	0,75	0,5H
25	19,92	1,26	1H
5	34,50	0,08	0,5H
10	34,50	0,17	1H
15	34,50	0,25	1H
25	34,50	0,42	1H
30	34,50	0,50	1H
45	34,50	0,75	1H
75	34,50	1,26	2H
112,5	34,50	1,88	2H
150	34,50	2,51	3H
225	34,50	3,77	5H
250	34,50	4,18	5H
300	34,50	5,02	6K
400	34,50	6,69	6K
500	34,50	8,37	10K
750	34,50	12,55	15K
1000	34,50	16,73	15K

Potência [kVA]	Tensão [kV]	Corrente [A]	Elo fusível
5	7,97	0,63	0,5H
10	7,97	1,25	1H
15	7,97	1,88	2H
25	7,97	3,14	3H
5	13,80	0,21	0,5H
10	13,80	0,42	1H
15	13,80	0,63	1H
30	13,80	1,26	2H
45	13,80	1,88	3H
75	13,80	3,14	5H
112,5	13,80	4,71	6K
150	13,80	6,28	8K
225	13,80	9,41	10K
250	13,80	10,46	10K
300	13,80	12,55	15K
400	13,80	16,73	15K
500	13,80	20,92	25K
750	13,80	31,38	40K
1000	13,80	41,84	50K
--	--	--	--

Fonte: Norma Energisa NDU 002.

**Tabela A4:** Dimensionamento de barramento de cobre.

**Subestações abrigadas em 11,4kV, 13,8kV, 22kV e 34,5kV**

POTÊNCIA TOTAL DOS TRANSFORMADORES (kVA)	TUBO		BARRA	VERGALHÃO	
	IPS	mm2	Polegadas	mm2	Polegadas
Até 1100	3/8	17,2	3/4x3/16	6,3	1/4
De 1101 a 1800	1/2	21,3	3/4x3/16	8,0	5/16
De 1801 a 2500	1/2	21,3	3/4x3/16	9,5	3/8
>2500	Apresentar memória de cálculo				

Fonte: Norma Energisa NDU 002.

**Tabela A5:** Dimensionamento de tirante de latão para bucha de passagem 11,4 kV, 13,8 kV, 22 kV e 34,5 kV.

POTÊNCIA TOTAL DOS TRANSFORMADORES (kVA)	DIÂMETRO MÍNIMO	
	Polegadas	Milímetros
Até 1000	3/8"	9,5
De 1001 a 2000	1/2"	13
De 2001 a 2500	5/8"	16
>2500	Apresentar memória de cálculo	

Fonte: Norma Energisa NDU 002.

## A.4 Resumo Geral da Carga

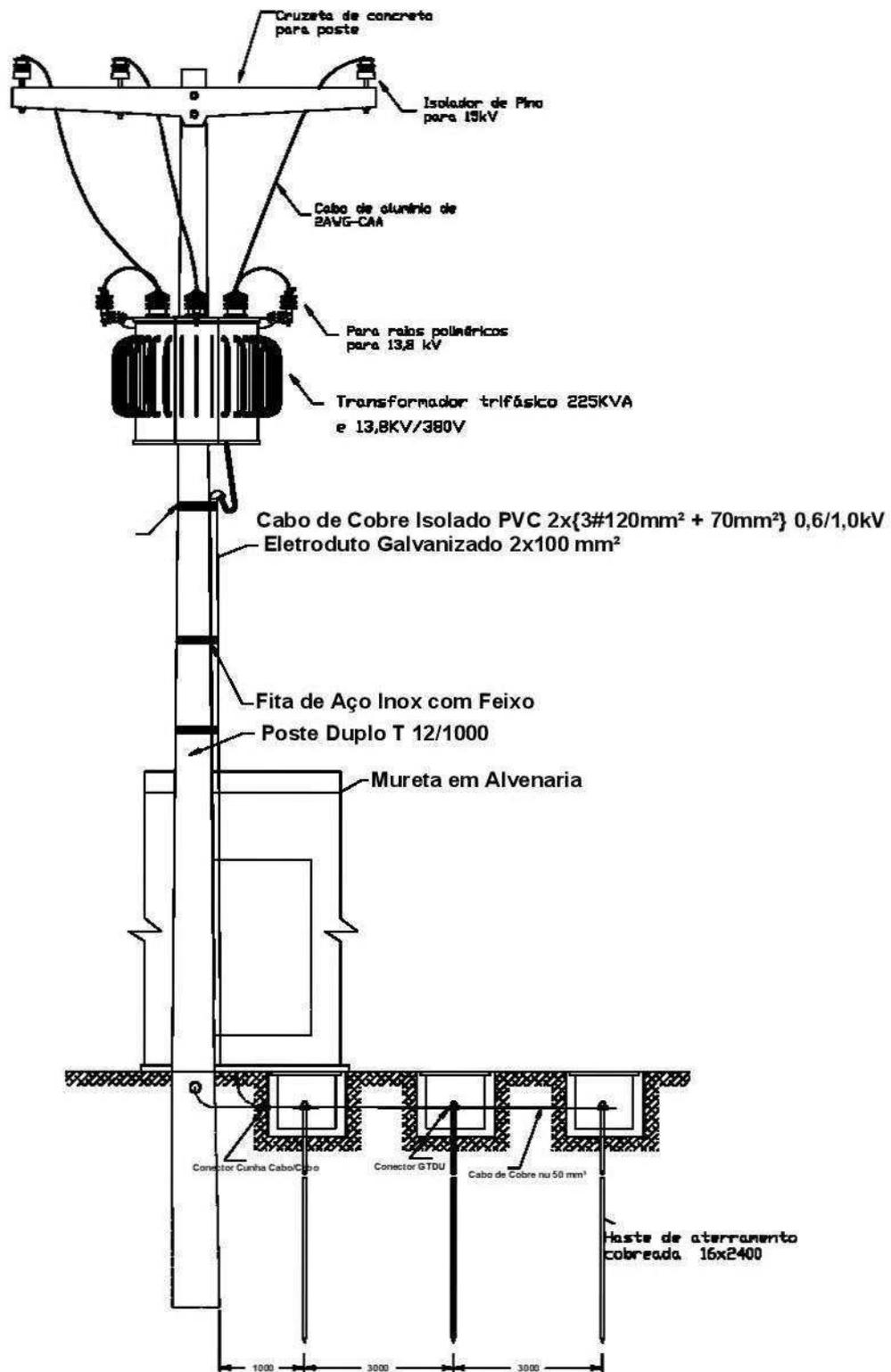
**Tabela A6:** Resumo da carga instalada no bloco.

Nº	Item	Carga Uni (w)	Quant	Carga (Kw)
1	Lâmpada Fluorescente Tubo 2x32W	64	161	10,304
2	Lâmpada Fluorescente Tubo 3x32W	96	16	1,536
3	Lâmpada Fluorescente	20	12	0,240
4	Lâmpada Fluorescente	32	58	1,856
5	Ar Condicionado SPLIT 18'000 BTU's	2600	13	33,800
6	Ar Condicionado SPLIT 24'000 BTU's	3000	4	12,000
7	Ar Condicionado SPLIT 12'000 BTU's	1700	2	3,40
8	Ar Condicionado SPLIT 9'000 BTU's	1400	1	1,40
9	Ar Condicionado SPLIT 36'000 BTU's	3900	1	3,90
10	Tomadas TUG	100	177	17,70
11	Tomadas TUG	300	82	24,60
12	Tomadas TUG	500	8	4,00
13	Tomadas TUG	600	11	6,60
14	Tomadas TUG	650	36	23,40
15	Tomadas TUG	1000	25	25,00
16	Tomadas TUG	1500	33	49,50
18	Tomadas TUG	1750	1	1,75
19	Tomadas TUG	2000	6	12,00
20	Tomadas TUG	2400	1	2,40
20	Tomadas TUG	3000	1	3,00
21	Tomadas TUG	4000	2	8,00
22	Tomadas TUG	5500	2	11,00
23	Tomadas TUG	9500	1	9,50
Total				217,35

**Fonte:** Própria.

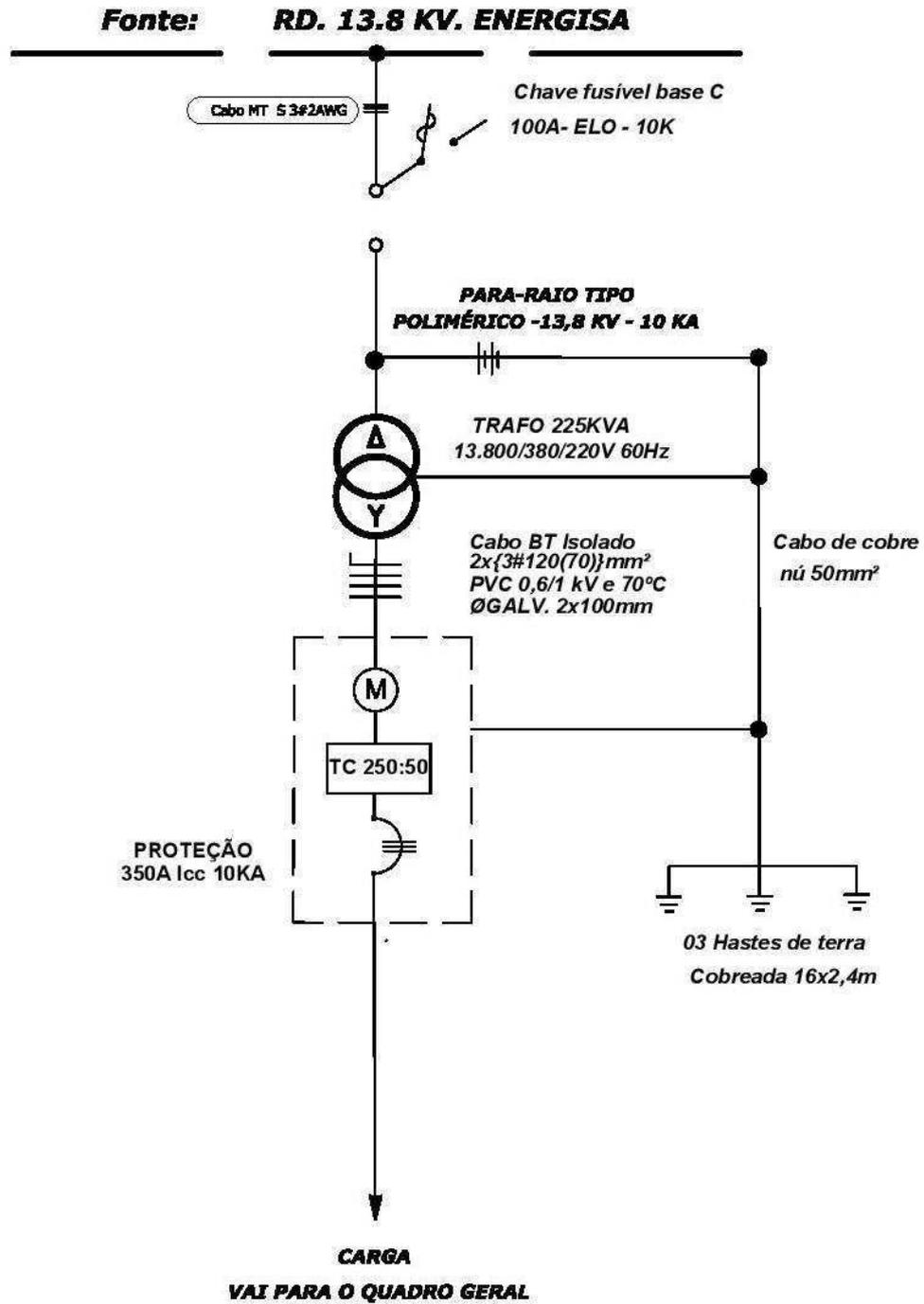
## A.5 Projeto Elétrico da Subestação

Figura A1: Poste da subestação.



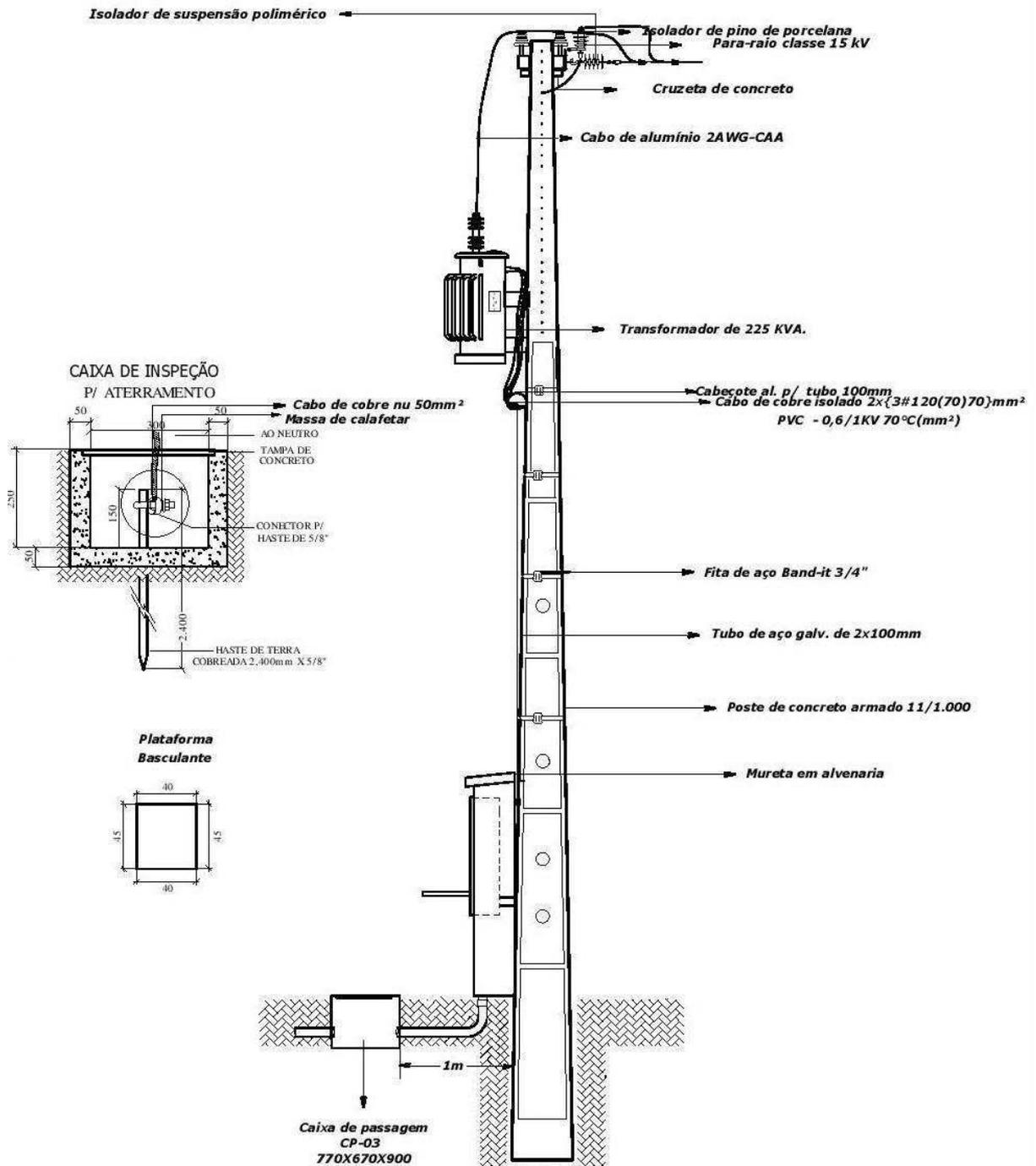
Fonte: Própria.

Figura A2: Diagrama Unifilar.

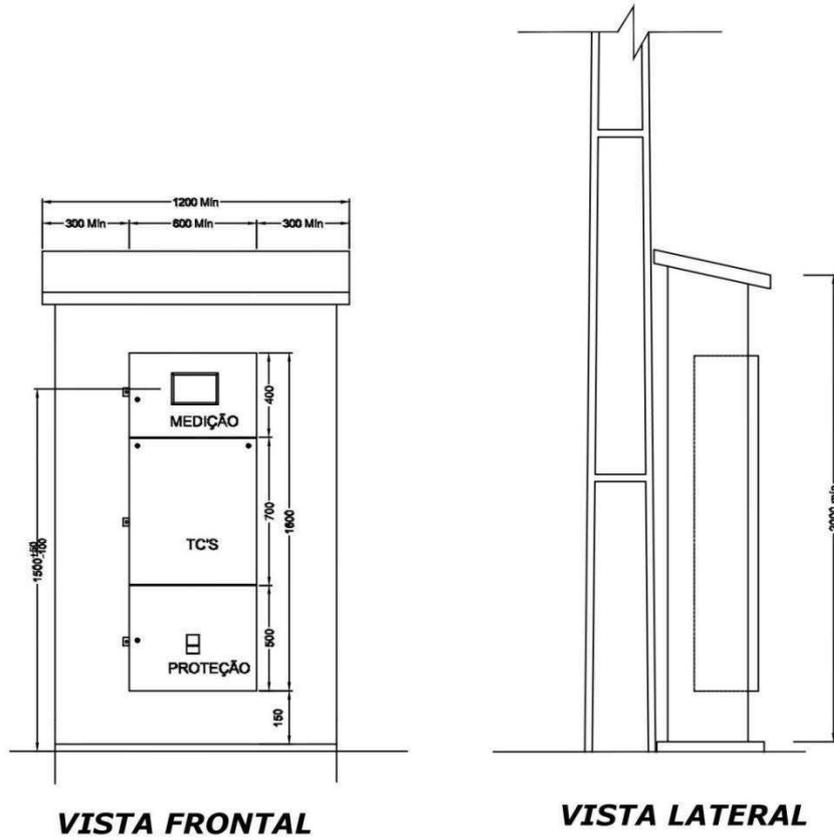


Fonte: Própria.

Figura A3: Aterramento da subestação.



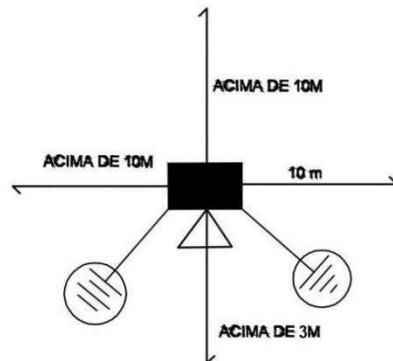
**Figura A4:** Mureta.



Fonte: Própria.

**Figura A5:** Distância de segurança.

AS EDIFICAÇÕES FUTURAS OBEDECERÃO AOS CRITÉRIOS DE DISTÂNCIAS MÍNIMAS EXPOSTOS



AS DISTÂNCIAS COTADAS SÃO REFERENTES A DISTÂNCIA DOS CONDUTORES AS EDIFICAÇÕES.

Fonte: Própria.