

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

MAURA LÚCIA RODRÍGUEZ ALEXANDRE CASSIMIRO



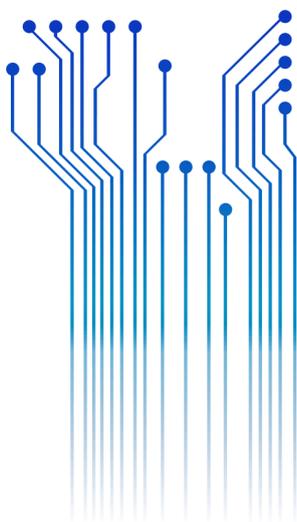
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

JASPE ENGENHARIA



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2021

MAURA LÚCIA RODRÍGUEZ ALEXANDRE CASSIMIRO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO: JASPE ENGENHARIA

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

Orientador:

Professor Pablo Bezerra Vilar, D. Sc.

Campina Grande
2021

MAURA LÚCIA RODRÍGUEZ ALEXANDRE CASSIMIRO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO: JASPE ENGENHARIA

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

Área de Concentração: Instalações Elétricas

Aprovado em: 21/ 10 /2021

Professor Luiz Augusto Medeiros Martins Nóbrega, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Professor Pablo Bezerra Vilar, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, Carlos Antônio e Maria do Rosário Rodríguez (*in memoriam*), exemplo de honestidade e amor, que nunca mediu esforços para realizar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio e minha fortaleza.

À minha mãe, Maria Do Rosário Alexandre de Assis Rodríguez (*in memoriam*), por todo amor, toda dedicação, toda força, todos os valores morais, pelo exemplo de mãe e de mulher, por sua felicidade como amiga e a sua riqueza como parceira de oração.

Ao meu pai, Carlos Antonio Rodríguez Túrcios, por todo amor, por todo empenho, por me inspirar a ser Engenheira Eletricista, desde as nossas brincadeiras de projetar e montar brinquedos até o compartilhamento de experiências profissionais.

Aos meus avós, Maria Alexandre de Assis (*in memoriam*) e José Francisco de Assis (*in memoriam*), por me ensinar que o belo encontra-se na simplicidade.

Ao meu esposo, Allison Cassimiro Teixeira dos Santos, por ser um resistente apoio para mim ao enfrentarmos as adversidades, e por ser sereno e amoroso ao nos alegrarmos a cada conquista.

Aos meus irmãos Denis, René e Lícia, principalmente a minha irmã, por todo cuidado, todo afeto, por ser firme na Fé.

Aos meus sobrinhos, Maria Clara, David, Ana Clara, Ana Lis e Pedrinho por todos os sorrisos que eles me proporcionam.

Às pessoas queridas, Carminha, Dona Rita, Dona Lúcia, Sr. Anacleto e Aellison, por todo apoio.

Aos amigos, Jozias, Yukio, Iara, Karen, Adail e Tchai, pessoas com quem compartilhei parte da minha vida acadêmica, noites em claro de estudo, e grandes momentos vividos.

Ao meu professor orientador, Pablo Vilar, por todo conhecimento transmitido, paciência e apoio prestado durante esse período.

Aos Engenheiros Lêda Maria Freitas de Lucena, Caio César Aquino de Freitas e Romenia Aquino de Freitas por toda paciência, por ensinarem a serem exemplo de profissionais capacitadas e competentes.

“...mas aqueles que esperam no Senhor renovam suas forças. Voam alto como águias; correm e não se fatigam, caminham e não se cansam.”

ISAÍAS 40:31

RESUMO

Neste documento são apresentadas e descritas realizadas pela estagiária Maura Lúcia Rodríguez Alexandre Cassimiro, graduanda em Engenharia Elétrica, durante o estágio supervisionado na Jaspe Engenharia no período de 12 de abril de 2021 a 11 de outubro de 2021, com carga horária de 784 horas. As atividades expostas foram realizadas com foco em instalações elétricas, na Departamento de Projetos Elétricos, realizando Projetos de Instalações Elétricas de Baixa, Média e Alta Tensão, sob supervisão da Engenheira Eletricista Leda Maria Freitas de Lucena. Ao final do estágio, a graduanda e estagiária obteve evolução profissional e desenvolveu conhecimentos obtidos durante a graduação, desenvolvendo maior capacidade de solucionar problemas, trabalhar em equipe e com prazos.

Palavras-chave: Instalações Elétricas, Jaspe Engenharia, Projetos Elétricos.

ABSTRACT

This document shows and tests the most relevant activities by the intern Maura Lúcia Rodríguez Alexandre Cassimiro, graduated in Electrical Engineering, during the supervised at the Jaspe Engenharia from July 12, 2021 to Outubro 11, 2021, with a workload of 784 hours. The exposed activities were carried out with a focus on electrical installations, the internship at the Eletrical Desingn Departament, carrying out low, médium and high electrical projects, under the supervision of the Assyrian Electrical Engineer Leda Maria Freitas de Lucena. At the end of the internship, the graduation and the intern obtained professional development and knowledge acquired during graduation, developing greater ability to solve problems, work in teams and with deadlines.

Keywords: Electrical Installations, Jaspe Engenharia, Eletrical Desingn.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logomarca da Empresa Jaspe Engenharia.....	14
Figura 2 - Organograma que representa a Estrutura da Empresa.....	16
Figura 3 - Planejamento de Obras.....	18
Figura 4 - Reprodução da Tabela referente as TUGs CRSM.....	33
Figura 5 - Layout Ilustrativo do Equipamento Instalado (Distâncias) RADspeed.....	34
Figura 6 - Esquema Ilustrativo Sistema IT- Médico CRSM.....	40
Figura 7 - Reprodução do Detalhe da Subestação Vista Frontal.....	43
Figura 8 - Reprodução do Diagrama Unifilar da SE D.I. – DER – PB.....	44
Figura 9 - Reprodução de parte Planta Baixa Elétrica da Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.....	46
Figura 10 - Reprodução do Esquema Técnico para o Cálculo Luminotécnico do Projeto Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.....	47
Figura 11 - Reprodução de parte do Documento referente ao Cálculo de Queda de Tensão do Projeto Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.....	48
Figura 12 - Detalhe 3D Instalação dos Quadros de Distribuição da Edificação.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro de áreas CRSM	28
Quadro 2 - Pontos de tomada de uso geral para hospital.....	30
Quadro 3 - Dimensionamento dos cabos da rede de alimentação em 220 V e 380 V - AC	36
Quadro 4 - Classificação de Ambientes NBR 13534	37
Quadro 5 – Agrupamento de Ambientes NBR 13534.....	37
Quadro 6 – Especificações do Setor Cirúrgico NBR 13534	38
Quadro 7 – Quadro Geral de Cargas SE DIV. DER - PB	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	<i>Ampère</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BCF	<i>BIM Collaboration Format</i>
BIM	<i>Building Information Model</i>
CAD	Desenho Assistido por Computador
DR	Diferencial-residual
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
m	Metro
mm	Milímetro
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
V	<i>Volt</i>

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1	Objetivos.....	14
1.2	Organização do texto.....	15
2	Jaspe Engenharia.....	16
2.1	Setor de estágio – departamento de projetos em Engenharia Elétrica.....	18
3	Fundamentação teórica.....	19
3.1	Norma técnica.....	19
3.1.1	NBR 5410:2008.....	19
3.1.2	NBR 546147: 2008.....	20
3.1.3	NBR 5413: 1991/2015.....	20
3.1.4	NBR 13534:2008.....	21
3.1.5	NBR IEC 60601-1.....	21
3.1.6	NBR 5419-1: 2015.....	22
3.1.1	NBR 5101: 2018.....	22
3.2	Norma de distribuição unificada da Energisa	22
3.2.1	NDU 001.....	22
3.2.2	NDU 004.....	23
3.2.3	NDU 005.....	23
3.2.4	NDU 006.....	24
3.2.5	NDU 035.....	24
3.3	Resolução rec. nº 50, de 21 fevereiro de 2002.....	24
3.4	<i>Softwares</i> utilizado.....	26
3.4.1	AUTOCAD.....	26
3.4.2	QiBuilder.....	26
3.4.2.1	QiElético.....	26
4	Atividades desenvolvidas.....	27
4.1	Projeto Executivo De Instalações Elétricas De Baixa Tensão Do Centro De Referência Da saúde da Mulher – CRSM, João Pessoa – Pb.....	29
4.1.1	Dimensionamento de TUGs do CRSM.....	31
4.1.2	Dimensionamento das Instalações Elétricas dos Equipamentos Eletromédicos.....	33
4.1.3	Dimensionamento do it-médico.....	37
4.1.4	Elaboração do Memorial Técnico Descritivo do Projeto Executivo de Instalações de Baixa Tensão do CRSM.....	39
4.2	Elaborar Projeto De Implementação De Uma Subestação Aérea De 112,5 Kva, Para Atender Divisão Industrial (DER-PB), Queimadas – PB.....	40
4.2.1	Cálculo de Demanda e Diferencias de Potência Demandada.....	40
4.2.2	Projetar Plantas com o Padrão Estabelecido pela NDU 005 - Instalações Básicas Para Construção De Redes De Distribuição Rural.....	42

4.2.3	Elaborar do Memorial Técnico Descritivo da SE DIV. DER-PB.....	43
4.3	Elaboração Projeto de Implantação Da Iluminação Pública Ornamental No Trecho: Mangabeira / Valentina, João Pessoa - PB.....	44
4.3.1	Projetar Plantas Projetar Plantas com o Padrão Estabelecido NDU 004, NDU 006, NDU 035 - Iluminação Pública.....	44
4.3.2	Elaboração o Cálculo Luminotécnico.....	45
4.3.3	Calculo de Queda de Tensão	47
4.4	Elaboração Elaborar Projeto Executivo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão do Residência de Alto Padrão no Condomínio Villas de Ponta de Campina, Cabedelo – PB.....	47
5	Conclusão	49
6	Referências	50

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório trata das atividades realizadas durante o estágio com duração de 784 horas, realizado na empresa Jaspe Engenharia, na capital paraibana. O estágio ocorreu no período entre 12 de abril de 2021 e 11 de outubro de 2021, com carga horária de 30 horas semanais. O estágio realizou-se sob a supervisão da engenheira eletricitista Lêda Maria Freitas de Lucena.

A aluna desenvolveu atividades relacionadas ao âmbito de instalações elétricas na elaboração de Projetos Elétricos de baixa, média e alta tensão.

Na Figura 1 tem-se a logomarca da Empresa Jaspe Engenharia.

Figura 1 – Logo Marca da Empresa Jaspe Engenharia



Fonte: Canal de Comunicação da Empresa (2021).

1.1 OBJETIVOS

Durante este trabalho de estágio tem como principal objetivo que o engenheiro eletricitista em formação desenvolva habilidades de resolução de problemas de acordo com as normas da empresa, cumprindo metas, respeitando a harmonia das relações interpessoais e liderança.

Neste contexto, os objetivos específicos estabelecidos foram:

- Planejamento de Obras;
- Elaboração de Projetos Elétricos de Baixa Tensão para aplicações Residenciais, Prediais e Ambientes Hospitalares;

- Plantear Subestações Aéreas e Abridadas de Média Tensão e de Alta Tensão com as devidas adequações aos Padrões de Medição e Transformações;
- Realizar Consultoria e Projetos de Infraestrutura em Iluminação Pública: Luminotécnico, Elétrico, Sistema de Informações, Dimensionamento de Cargas, Cálculo de Queda de Tensão e demais especificações;

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O relatório está estruturado em 5 capítulos. O primeiro capítulo é introdutório e expõe a descrição do estágio integrado e os objetivos de sua realização. No segundo capítulo é apresentada a empresa Jaspe Engenharia, sendo possível conhecer as atribuições desempenhadas por ela e a estrutura dos setores que ela dispõe. No capítulo 3, apresenta-se uma fundamentação teórica necessária para um melhor entendimento das atividades realizadas na instituição, além de explicitar as normas técnicas que foram essenciais na execução das atribuições desenvolvidas durante o estágio. No quarto capítulo, há uma descrição detalhada das atividades desempenhadas no estágio Integrado. Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2 JASPE ENGENHARIA

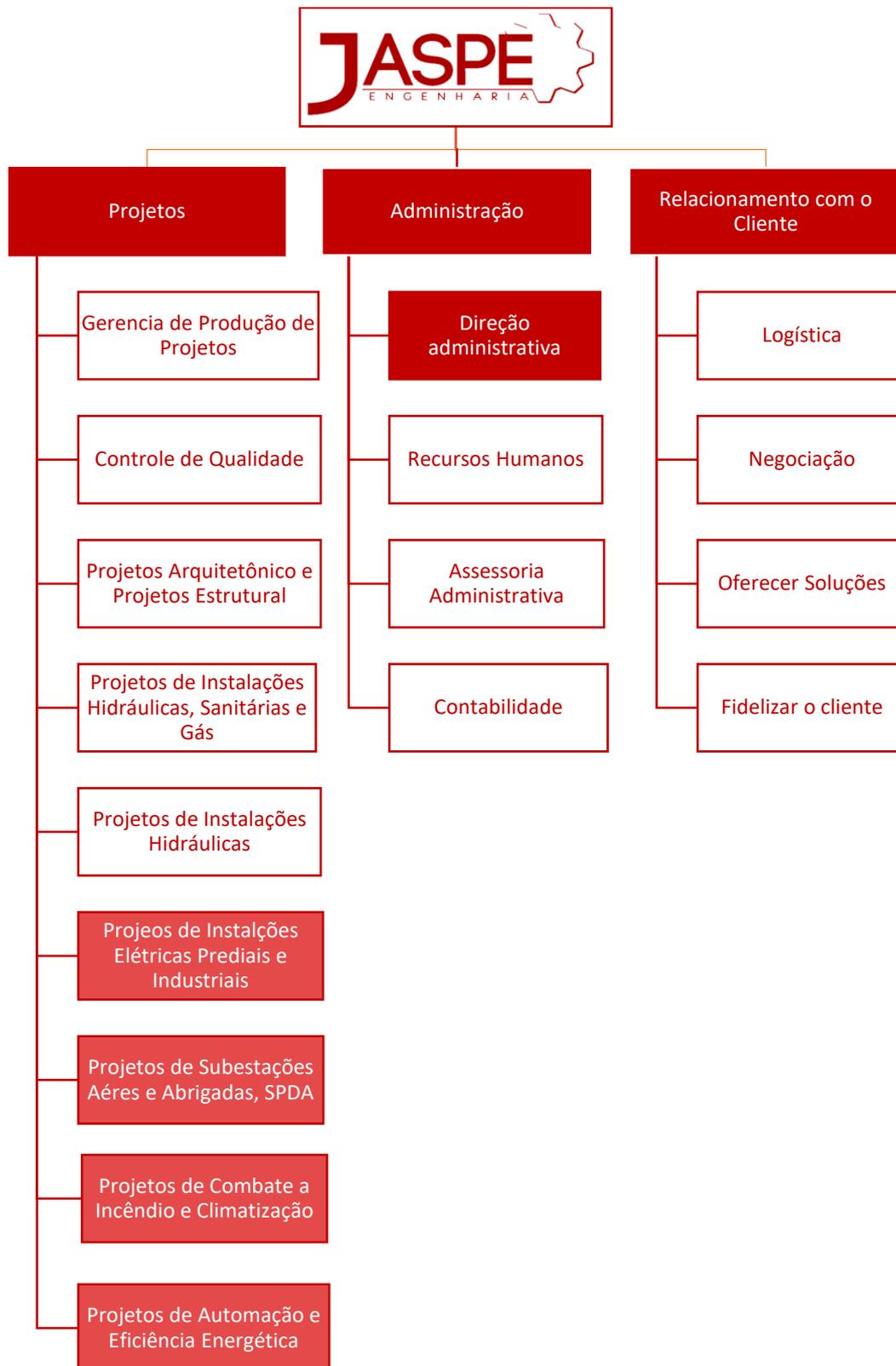
A Jaspe Engenharia, que tem a razão social ENGENHARIA JASPE LTDA, foi fundada em 18 de maio de 2017 por Caio César Aquino de Freitas (Sócio Administrador) e Romenia Aquino de Freitas (Sócia).

A empresa Jaspe Engenharia se destaca por ser uma empresa que projeta soluções para stalações nas áreas da Construção Civil, Arquitetônico, Estrutural, Instalações Hidráulicas, Sanitárias e de Gás, Instalações Elétricas Prediais e Industriais, Instalação de Sistemas e Equipamentos de Iluminação e Sinalização em Vias Públicas, Portos e Aeroportos, Subestações Aéreas e Abridadas de Média Tensão e de Alta Tensão com as devidas adequações aos Padrões de Medição e Transformações, Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), Combate a Incêndio, Climatização, Automação, e Eficiência Energética.

A Jaspe Engenharia possui uma equipe técnica especializada em cada uma dessas áreas. Além da experiência intelectual dos engenheiros projetistas, a corporação dispõe de softwares específicos para auxiliar na elaboração de seus trabalhos, recursos estes que credenciam e permitem atender a complexos e exigentes projetos, com agilidade, confiabilidade e segurança.

Na figura 2 tem-se o Organograma que representa a Estrutura da Empresa para que seja possível a melhor compreensão da funcionalidade da empresa.

Figura 2 – Organograma que representa a Estrutura da Empresa.



Fonte: Autoria Própria (2021).

2.1 SETOR DE ESTÁGIO – DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA

O Departamento de Projetos em Engenharia Elétrica é gerenciado pela Engenheira Eletricista Lêda Maria Freitas de Lucena. O setor em discussão tem como finalidade analisar as necessidades das obras contratadas no âmbito da Engenharia Elétrica, determinar soluções para as questões elétricas demandas e elaborar os Projetos Elétricos no âmbito responsável.

A Figura 3 mostra as etapas essenciais para um planejamento de obra eficiente utilizado no departamento. O Planejamento da Obra, é uma etapa essencial para garantir o sucesso do projeto, mantendo sob controle os possíveis imprevistos, preservando o cronograma estipulado.

Figura 2 – Planejamento de Obras.



1

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos para uma acertada compreensão das tarefas desenvolvidas no estágio, sobretudo no que diz respeito às normas de distribuição unificada da NDU 001 e NDU 005 da Concessionária *Energisa*, as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, e NRs regulamentadas Ministério do Trabalho.

3.1 NORMA TÉCNICA

A normatização estabelecida pela NBR possui o intuito de padronizar a construção, a montagem e a instalação das redes elétricas urbanas e rurais, denotando as estruturas normatizadas e padronizadas, objetivando-se em preservar os dispositivos instalados e garantir a segurança de seus usuários.

Durante as atividades desenvolvidas no estágio, no que tange a elaboração de Projetos Elétricos, foram consultadas as seguintes normas.

3.1.1 NBR 5410:2008

A norma 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnica de 2008 tem por objetivo satisfazer as condições de um bom funcionamento para instalação elétrica em baixa tensão, conferindo segurança as pessoas e os animais, a conservação dos equipamentos instalados e dos bens.

Ainda, está contido na norma NBR 5410 as informações técnicas necessárias as quais conferem a capacidade de uma boa tomada de decisão quanto as escolhas coerentes para o sistema de proteção demandados pela instalação. A exemplo os seguintes itens de proteção os disjuntores, os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) e os dispositivos de proteção residual (DR), além do sistema de aterramento adequado, o dimensionamento ideal dos circuitos, dutos e cabos condutores.

Assim, para melhor aplicabilidade na elaboração dos projetos foram empregados os seguintes tópicos:

- Previsão de carga presente no item 9.5.2 que explana as exigências mínimas de potência para circuitos de iluminação e de força, sua divisão e distribuição dos circuitos de tomadas;
- Dimensionamento dos cabos condutores pelo método da capacidade de condução de corrente presente nas Tabelas 36, 37, 38 e 39 da norma;
- Dimensionamento dos cabos condutores pelo método da seção mínima presente na Tabela 47 da NBR 5410;
- Dimensionamento dos cabos condutores pelo método da queda de tensão presente no item 6.2.7 da norma técnica da ABNT;
- Dimensionamento dos eletrodutos da instalação presente no item 6.2.11.1.6 da norma;
- Dimensionamento da proteção contra sobrecorrente e corrente de curto circuito presente no item 6.3.4 da norma técnica;
- Dimensionamento da proteção contra surtos presente no item 6.3.5 da NBR 5410;
- Dimensionamento da proteção contra-choques elétricos presente no item 6.3.6 da norma técnica.

3.1.2 NBR 546147: 2008

A norma NBR 546147 especifica as condições exigíveis para pluges e tomadas fixas ou móveis exclusivamente para corrente alternada, com ou sem contato terra, de tensão nominal superior a 50 V mas não excedendo 440 V e de corrente nominal igual ou inferior a 32 A, destinados às instalações elétricas domésticas e análogas, sejam interiores ou exteriores. Para tomadas equipadas com bornes sem parafusos, a corrente nominal deve ser igual ou inferior a 20 A.

3.1.3 NBR 5413: 1991/2015

A norma 5413 estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino e serviços hospitalares.

Mesmo essa norma tenha sido cancelada, ela foi incorporada a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 atuando de forma conjunta.

Na confecção dos projetos desenvolvidos durante o estágio foram empregados os seguintes tópicos:

- Tabela 1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais;
- Tabela 2 - Fatores determinantes da iluminância adequada;
- Tópicos 5.3 Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço);
- Para elaboração do Projeto Luminotécnico do Centro de Referência da Mulher foi utilizado especificamente o item 5.3.28 Hospitais contidos no Tópicos 5.3 Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço);

3.1.4 NBR 13534:2008

A norma NBR 13534 especifica as condições exigíveis às instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde, a fim de garantir a segurança de pessoas (em particular de pacientes).

Ainda, está contido nesta norma as informações técnicas necessárias para determinar a alimentação das estruturas e sistemas de aterramento contidas nos tópicos a seguir:

- No item 4, os sistemas TN-C e TN-S das alimentações elétricas das estruturas;
- No item 5.1.3.1.5 Sistema de IT-médico;
- Dimensionamento de dispositivos de proteção seccionamento e comando presente no item 6.3;
- Dimensionamento de aterramentos e condutores de proteção no item 6.4;
- Normatização para instalações dos equipamentos Eletromédicos no item 6.6.4.103;

3.1.5 NBR IEC 60601-1

A norma NBR 60601-1 estabelece os requisitos relativos à segurança básica e desempenho essencial que são aplicáveis genericamente a Equipamentos Eletromédicos.

Para certos tipos de Equipamentos Eletromédicos esses requisitos são suplementados ou modificados pelos requisitos especiais de uma norma colateral ou particular. Utilizada conjuntamente com a NBR 13534.

3.1.6 NBR 5419: 2015

A norma NBR 5419 fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido. Destacando-se o item:

- Item 5 que elucida as condições específicas, em particular o tópico 5.1 Sistemas externos de proteção contra descargas atmosféricas;

3.1.1 NBR 5101: 2018

A norma 5101 estabelece os requisitos para iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e de veículos.

Foram destacados os itens subsequentes para a elaboração de Projetos de Iluminação Pública:

- Valor médio da culminância na área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via, item 3.17 referente *iluminância média*;
- Classificação das vias item 4.1 e seus subitens;

3.2 NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA DA **ENERGISA**

3.2.1 NDU 001

A norma em destaque assume o propósito de padronizar os procedimentos úteis à realização e à execução de projetos das instalações de entradas de serviços das unidades consumidoras de baixa tensão com carga instalada igual ou inferior a 75 kW, em toda área de concessão da ENERGISA.

Em reforço, as disposições da NDU 001 são aplicáveis às instalações individuais ou associadas até três unidades consumidoras classificadas em: residencial, comercial, rural, industrial e poder público a serem conectadas nas redes de distribuição obedecidas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas e as Resoluções da ANEEL.

Para elaboração dos Projetos Elétricos Prediais confeccionados durante o estágio, utilizou-se a Tabela 14 na NDU 001, na qual se verifica os critérios para o dimensionamento das categorias de atendimento com base na potência demandada, determinando os condutores pertencentes ao padrão de entrada, o tipo de aterramento e a proteção contra sobrecorrente e a corrente de curto-circuito.

3.2.2 NDU 004

A norma NDU 004 padroniza a montagem de redes aéreas de distribuição urbana de média tensão (MT) e baixa tensão (BT) na área de concessão da ENERGISA, determinado os materiais utilizados são os constantes na Norma de Padrões e Especificações de Materiais da Distribuição – NDU 010, as estruturas comumente projetadas para Redes Aéreas de Distribuição, as especificações do sistema de distribuição.

Referenciando que a NDU 004 e em complemento com a NDU 035 e a NDU 006, que serão melhor explicitadas a seguir, normas estas que foram elementares para elaboração dos Projetos de Iluminação Pública realizados durante o estágio.

3.2.3 NDU 005

A norma NDU 005 apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a montagem de redes aéreas de distribuição convencional rural de média tensão nas áreas de concessão das concessionárias da Energisa, em conformidade com as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e nas Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Ainda determina que os materiais utilizados são os constantes na Norma de Padrões e Especificações de Materiais da Distribuição – NDU 010, e padroniza que as estruturas apresentadas nesta norma são aquelas mais comumente projetadas para redes

de distribuição de média tensão (RDMT) urbanas. Determinado também sistema de distribuição.

Esta norma foi primordial na elaboração de um Projeto de Implementação de uma Subestação Aérea de 112,5 kVA, para atender Div. Industrial (DER-PB) - Queimadas – Paraíba, realizado durante o período de estágio.

3.2.4 NDU 006

A norma NDU 006 apresenta critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aéreas urbanas de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas, na classe de tensão 15/25kV, em toda área de concessão da ENERGISA, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

3.2.5 NDU 035

A norma NDU 0035 dita sobre a iluminação pública tem como principal objetivo proporcionar visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres, de forma rápida, precisa e confortável. Os projetos de iluminação pública devem atender aos requisitos específicos do usuário, provendo benefícios econômicos e sociais para os cidadãos.

Apresenta também diretrizes aos projetistas e construtores quanto à elaboração do projeto, execução da obra, manutenção e quanto ao uso correto das instalações de iluminação pública.

3.3 RESOLUÇÃO RDC. Nº 50, DE 21 FEVEREIRO DE 2002:

Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

A resolução RDC. Número 50 norteou, juntamente com as normatizações citadas anteriormente, toda a elaboração do Projeto do Centro de Referência da Mulher que será discutido posteriormente neste relatório.

Na RDC número 50 é necessário destacar o item 1.2.1.2 Instalações e subitens 1.2.1.2.1 Elétrica e Eletrônica pois estes itens contribuíram diretamente nas atividades relacionadas ao edifício de serviços de saúde.

Ainda é possível evidenciar na RDC número 50 um programa básico das instalações elétricas e especiais do E.A.S., destinado a compatibilizar o projeto arquitetônico com as diretrizes básicas a serem adotadas no desenvolvimento do projeto, contendo quando aplicáveis:

- Localização e característica da rede pública de fornecimento de energia elétrica;
- Tensão local de fornecimento de energia elétrica (primária e secundária);
- Descrição básica do sistema de fornecimento de energia elétrica: entrada, transformação, medição e distribuição;
- Descrição básica do sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- Descrição básica do sistema de aterramento das salas cirúrgicas (quando houver);
- Descrição básica do sistema de geração da energia de emergência (baterias ou grupo gerador);
- Descrição básica do sistema de alarme contra incêndios;
- Determinação básica dos espaços necessários para as centrais de energia elétrica e centrais de comutação telefônica;
- Determinação básica das áreas destinadas ao encaminhamento horizontal e vertical do sistema elétrico (prumadas);
- Efetuar consulta prévia às concessionárias de energia elétrica e telefonia;
- Apresentar memória de cálculo, com justificativa dos sistemas propostos.

3.4 SOFTWARES UTILIZADO

3.4.1 AUTOCAD

O AutoCAD é um *software* do tipo CAD (desenho auxiliado por computador) que foi desenvolvido pela Autodesk em 1982 com foco em desenho técnico e peça industriais, podendo ser utilizado em diversas áreas da engenharia, realizando criações em 2D e 3D.

Nas atividades do estágio, o AutoCAD foi utilizado para desenho da planta elétrica, mostrando a distribuição dos pontos de iluminação, tomadas, quadro de distribuição, eletrodutos e cabos condutores.

3.4.2 QIBUILDER

QiBuilder Elétrico caracteriza-se com um software do tipo CAD agregado a uma plataforma BIM (*Building Information Model*), garantindo ao projetista uma experiência imersiva, com opções de modelagem, realismo e ao portfólio de projetos, contendo soluções para perfis metálicos, climatização e SPDA (Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas) Estrutural.

3.4.2.1 QIELÉTICO

O QiElétrico é uma das ferramentas presentes na plataforma BIM QiBuilder, desenvolvida sob o conceito de projetos colaborativos. Ele auxilia na elaboração de projetos de alto nível. Por meio dele, é possível criar projetos com cálculos normativos e integrados ao modelo, além de gerar detalhamentos realistas para uma melhor execução do projeto.

Ainda, é possível trabalhar de forma integrada com as demais disciplinas através da importação e exportação de arquivos IFC (*Industry Foundation Classes*) (*OpenBIM*), efetuando detecção de colisão automaticamente e a comunicação via BCF (*BIM Collaboration Format*).

Possui também, recursos voltados para aumentar a produtividade do fluxo de trabalho do especialista em projetos elétricos, de acordo com o padrão brasileiro.

Auxiliando o projetista na melhor tomada de decisões quanto ao dimensionamento do projeto elétrico segundo os critérios preconizados pela norma brasileira, principalmente a NBR5410, e pelas concessionárias de energia da região.

Com o programa, é possível efetuar análises dos resultados de forma simultânea com as modificações do projeto, agilizando o processo de cálculo e facilitando as verificações e soluções técnicas, gerar detalhamentos mais realistas e trabalhar de forma integrada em todas as etapas de elaboração do projeto.

Por fim, pode-se elaborar documentações de forma precisa e ágil. Bastando-se efetuar a concepção do projeto, obtendo assim informações relevantes que irão compor as listas de materiais, memoriais de cálculo e descritivo, quadros de cargas e demandas, e legendas.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas durante o período de estágio transcorreram-se com carga horária semanal de 30 horas e foram supervisionadas pela engenheira eletricista Lêda Maria Freias Lucena.

As principais atividades realizadas no estágio foram:

- Contribuir com a elaboração do Projeto Executivo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão do ***Centro de Referência da Mulher – CRSM, João Pessoa - PB***, realizando as seguintes etapas do projeto:
 - Dimensionamento das Tomadas de Uso Geral em conformidade com a NBR 5410, NBR 13534, NBR IEC 6061-1, RDC nº 50.
 - Dimensionamento das Instalações para Uso Específico dos Equipamentos Eletromédicos conformidade com a NBR 5410, NBR 13534, NBR IEC 6061-1, RDC nº 50.
 - Dimensionamento do IT-Médico em conformidade com NBR 13534, NBR IEC 6061-1, RDC nº 50.
 - Elaborar o Memorial Técnico Descritivo.

- Elaborar Projeto de implementação de uma ***Subestação Aérea de 112,5 kVA, para atender Divisão Industrial (DER-PB), Queimadas – PB.***
 - Cálculo da Demanda e os seus diferenciais de Potência Demandada conforme a Tabela 13 da NDU 002.
 - Projetar Plantas com o Padrão Estabelecido pela NDU 005 - Instalações Básicas Para Construção De Redes De Distribuição Rural.
 - Indicar o quantitativo da Lista de Materiais.
 - Confeccionar Memorial Técnico Descritivo.

- Elaborar ***Projeto de Implantação Da Iluminação Pública Ornamental No Trecho: Mangabeira / Valentina, João Pessoa - PB.***
 - Projetar Plantas com o Padrão Estabelecido NDU 004, NDU 006, NDU 035 - Iluminação Pública, ABNT 5101:2018, NBR 5419 e NBR 15.129/2021 (Luminárias Para Iluminação Pública – requisitos particulares);
 - Projetar o Esquema Luminotécnico;
 - Cálculo de Queda de Tensão;
 - Indicar Lista de Materiais;
 - Confeccionar Memorial Técnico Descritivo.

- Elaborar Projeto Executivo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão do ***Residência de Alto Padrão no Condomínio Villas de Ponta de Campina, Cabedelo - PB,*** realizando as seguintes etapas do projeto:
 - Dimensionamento das Tomadas de Uso Geral em conformidade com a NBR 5410.
 - Dimensionamento das Instalações para Uso Específico NBR 5410.
 - Planta Baixa do Projeto Elétrico de Edificação;
 - Projeto em formato BIM;
 - Diagramas Elétricos: Multifilares e Unifilares, Quadro de Cargas, Quadro de Demandas;
 - Elaborar o Memorial Técnico Descritivo;

4.1 PROJETO EXECUTIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DO CENTRO DE REFERÊNCIA DA SAÚDE DA MULHER – CRSM, JOÃO PESSOA – PB.

“O Hospital Centro de Referência da Saúde da Mulher, diferentemente dos outros complexos hospitalares existentes na Paraíba, tem como principal objetivo propor um novo modelo de atendimento assistencial, visando operar com reconhecida excelência na Rede Pública. O importante impacto proposto é no aumento da disponibilidade diagnóstica, na agilidade do atendimento especializado e na individualidade e especialidade prestada a cada paciente que a procura.” (*Selda – Proposta técnica para implantação do hospital de referência da saúde da mulher*).

O Centro de Referência da Saúde da Mulher é um complexo hospitalar que se localizará em João Pessoa, capital paraibana, contudo atenderá toda população do Estado da Paraíba e áreas circunvizinhas. Possuirá a maior oferta de especialidades do Estado, com uma estrutura apropriada e uma equipe multiprofissional capacitada e habilitada para operacionalização da Unidade, tais como: assistente social, biomédico, enfermeiros, farmacêuticos, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, nutricionista, odontólogo, psicólogo, terapeuta ocupacional, técnico de enfermagem, médico obstetra, ginecologista, médico anestesista, radiologista, cardiologista, endocrinologista, hematologista e mastologista, dentre outros. O serviço contará com 203 vagas entre leitos e macas para atendimento obstétrico e complementares.

A seguir é apresentado o Quadro 1 que relaciona as áreas gerais por unidade funcional:

Quadro 1 - Quadro de áreas

ÁREAS DO EAS		
	Área do Terreno	8.697,00 m ²
	Área do Subsolo	3.119,00 m ²
	Área do Térreo	4.100,00 m ²
	Área do 1º Pavimento	3.691,00 m ²
	Área do 2º Pavimento	3.971,70 m ²
	Área total a ser construída	14.881,70 m ²
UNIDADES FUNCIONAIS		
01	Almoxarifado	440,63
02	CAF (Central de Abastecimento Farmacêutico)	421,88
03	Oficina de Manutenção	72,40

04	CME (Central de Material e Esterilização)	225,00
05	UPR (Unidade de Processamento de Roupas)	487,50
06	SAME (Serviço de Arquivamento Médico e Estatístico)	72,02
07	Necrotério	70,56
08	CH (Central de Higienização de carrinhos)	61,31
09	Central de Gases Medicinais	75,47
10	Abrigo de Resíduos	59,75
11	Área para abastecimento de serviços (DOCA)	112,50
12	UE (Urgência e Emergência)	824,00
13	Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN)	598,00
14	NE (Nutrição Enteral)	147,10
15	Centro de Diagnostico e Imagens (CDI)	956,40
16	Ambulatório	422,70
17	Banco de Leite Humano (BLH)	422,25
18	Vestiário Geral/ Repouso	233,17
19	CGBP (Casa de Gestante, Bebê e Puérpera)	271,77
20	Internação	1.575,00
21	Administração	450,00
22	Laboratório	256,25
23	Agencia Transfusional	100,00
24	Lactantes / Bebês / PCCLH (Posto de Coleta de Leite Humano)	218,75
25	Ensino e Pesquisa	515,63
26	Auditório (98 lugares)	147,27
27	CCO (Centro Cirúrgico Obstétrico) / CCA (Centro Cirúrgico Ambulatorial)	775,49
28	CPN (Centro de Parto Normal)	326,56
29	UTIA (Unidade de Terapia Intensiva Adulto)	731,25
30	UCINCA (Unidade de Cuidado Intermediário Canguru)	262,50
31	UCIA (Unidade de Cuidado Intermediário Adulto)	518,75
32	UCINCO (Unidade de Cuidado Intermediário Convencional)	600,00
33	UTIN (Unidade de Terapia Intensiva Neonatal)	406,25
34	Central de Ar Condicionado/ Subestação/ Grupo Gerador	774,40
35	Central Fotovoltaica	11.482,00
36.1	Estacionamento Carros	77 vagas
36.2	Estacionamento Motos	33 vagas
36.3	Estacionamento Bicicletas	25 vagas

Fonte: Memorial Descritivo do CRSM.

De acordo com a complexidade da Edificação a elaboração do Projeto Elétrico do CRSM foi dividido em três grandes etapas: Entrada de Energia, Subestação e Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Conforme as orientações da Engenheira Eletricista Lêda, parte do Projeto de Instalações Elétricas de Baixa Tensão foi destinado ao estágio, sendo possível desenvolver o trabalho ativamente. Nas secções a seguir serão apresentadas as atividades elaboradas pelo estagiário.

4.1.1 DIMENSIONAMENTO DE TUGs DO CRSM

Para a definição de pontos de tomadas de uso geral é fundamental uma adequada previsão de carga. Neste contexto, a previsão foi realizada com base na secção 9.5.2.2 e suas demais subsecções da NBR 5410, no Artigo Instalações Prediais Ordinárias e Especiais, por Salim Lamha Neto e nas informações apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Pontos de tomada de uso geral para hospital

Cômodo	Quantidade de TUG'S:	Observações:
Unidades de Internação: 	<ul style="list-style-type: none"> - 01 (uma) tomada em voltagem diferenciada com terra junto ao leito do quarto. - 1 (um) na Parede oposta; - 1 (um) no hall de entrada; 	<ul style="list-style-type: none"> - As tomadas na cabeceira deverão ser alimentadas no sistema de energia semicrítica.
Salas Cirúrgicas: 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 (três) conjuntos de tomadas com duas tomadas; - Um conjunto em cada parede; - Tomadas para raio "X" portátil; - Pontos para negatoscópios 	<ul style="list-style-type: none"> - Tomadas na voltagem fornecida pela concessionária local, com dispositivo de aterramento e 01 (uma) em voltagem diferenciada, com dispositivo de aterramento. -Todas as tomadas deverão ser alimentadas pelo sistema de energia crítica.
UTI: 	<ul style="list-style-type: none"> - Tomadas na voltagem fornecida pela concessionária local e um dispositivo para aterramento; - 01 (uma) em voltagem diferenciada para cada leito, para serem conectados os equipamentos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Todas as tomadas deverão ser alimentadas no sistema de energia crítica.
Banheiros 	<ul style="list-style-type: none"> - Pelo menos 1 (um); 	

<p>Cozinhas / Copas / Lavanderia</p> 	<p>- 1 (um) ponto a cada 3,50m, ou fração de perímetro;</p>	<p>- Acima da cada bancada com largura igual ou superior a 30 cm, deverá ser previsto pelo menos 1 (um) ponto de tomada;</p> <p>-Deverão ser instaladas tomadas do tipo industrial a prova de tempo e corrosão, atendendo as necessidades de cada unidade, de acordo com o porte da edificação;</p> <p>-Todas as tomadas deverão ser dotadas de dispositivo de aterramento e todos os circuitos protegidos por componentes de detecção de falha a terra</p> <p>- Até 3 (três) pontos de tomadas, Potência das TUG's de no mínimo 600 VA.</p> <p>- A cada ponto excedente no mínimo 100 VA.</p>
<p>Radiologia:</p> 	<p>- 02 (duas) tomadas de manutenção; - Pontos para negatoscópios;</p>	
<p>Berçário:</p> 	<p>- 02 (duas) tomadas na voltagem fornecida pela concessionária local, com dispositivos de aterramento; - 1 (uma) tomada em voltagem diferenciada específica para o berço aquecido, com dispositivo de aterramento;</p>	
<p>Garagem / Escadaria / Varanda / Halls:</p> 	<p>- No mínimo 1 (um) ponto de tomada;</p>	<p>- No caso de varandas, quando não for possível a instalação de ponto de tomada no próprio local, este deverá ser instalado próximo ao seu acesso.</p> <p>- No mínimo 100 VA por ponto de tomada</p>
<p>Salas / Quartos / Corredores / Demais cômodos:</p> 	<p>- Área < 6 m²: 1 (um) ponto. - Área > 6 m²: pelo menos 1 (um) ponto de tomada a cada 5 m, ou fração de perímetro espaçadas tão uniformemente quanto possível.</p>	<p>- No mínimo 100 VA por ponto de tomada</p>

Fonte: Autoria própria.

Em seguida foram elaboradas tabelas seccionadas em: Pavimento, Unidades funcionais, Área, Perímetro e Quantidade de Tomadas destinadas aquela partição. Assim, foi possível o dimensionamento das TUGs e o monitoramento da composição desta etapa do projeto, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Reprodução da Tabela referente as TUGs CRSM

PAVIMENTO 1						
LACTANTES E BEBÊS						
CÔMODOS	ÁREA (M²)	PERÍMETRO (M)*	POTÊNCIA DAS TOMADAS (VA)*	NÚMERO DE TOMADAS (NBR5410)	NÚMERO DE TOMADAS (EXISTENTES)	QUANTAS FALTAM?
REPOUSO TÉCNICO 3	12.96	14.40	300	3	3	0 (OK)
BWC RT 3	3.96	10.4	600	1	0	1
REPOUSO TÉCNICO 4	12.96	14.40	300	3	3	0 (OK)
BWC RT 4	3.96	10.4	600	1	0	1
LIMP. HIG. BEBÊS	17.46	16.9	400	4	6	0 (OK)
CONS. ALTA PARTO	17.46	16.9	400	4	6	0 (OK)
ROUPARIA 2	11.40	13.85	300	3	2	1
POSTO ENFERMAGEM 3	12.50	16.90	500	5	2	3
SERVIÇO 4	11.40	13.85	300	3	2	1
FARMÁCIA 2	11.40	13.85	300	3	2	1
DML 2	5.73	9.55	600	1	1	0 (OK)



Fonte: Drive Documentos JASPE

4.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS

Nesta etapa da Elaboração do Projeto Elétrico o estagiário elaborou o dimensionamento dos sistemas elétricos que atendem aos equipamentos eletromédicos específicos, dentre eles, os equipamentos que atendem a unidade de CDI (Conjunto Radiológico, Equipamentos de Radiografia, Tomografia, Densitometria, Mamografia), atendem a unidade de Laboratorial, UTIs, Área de Esterilização.

A título de exemplo, a seguir, mostra-se de forma resumida o dimensionamento do CONJUNTO RADIOLÓGICO DIGITAL FIXO *RADspeed*, como é possível conferir melhor detalhamento do equipamento nas Figura 4 e Figura 5.

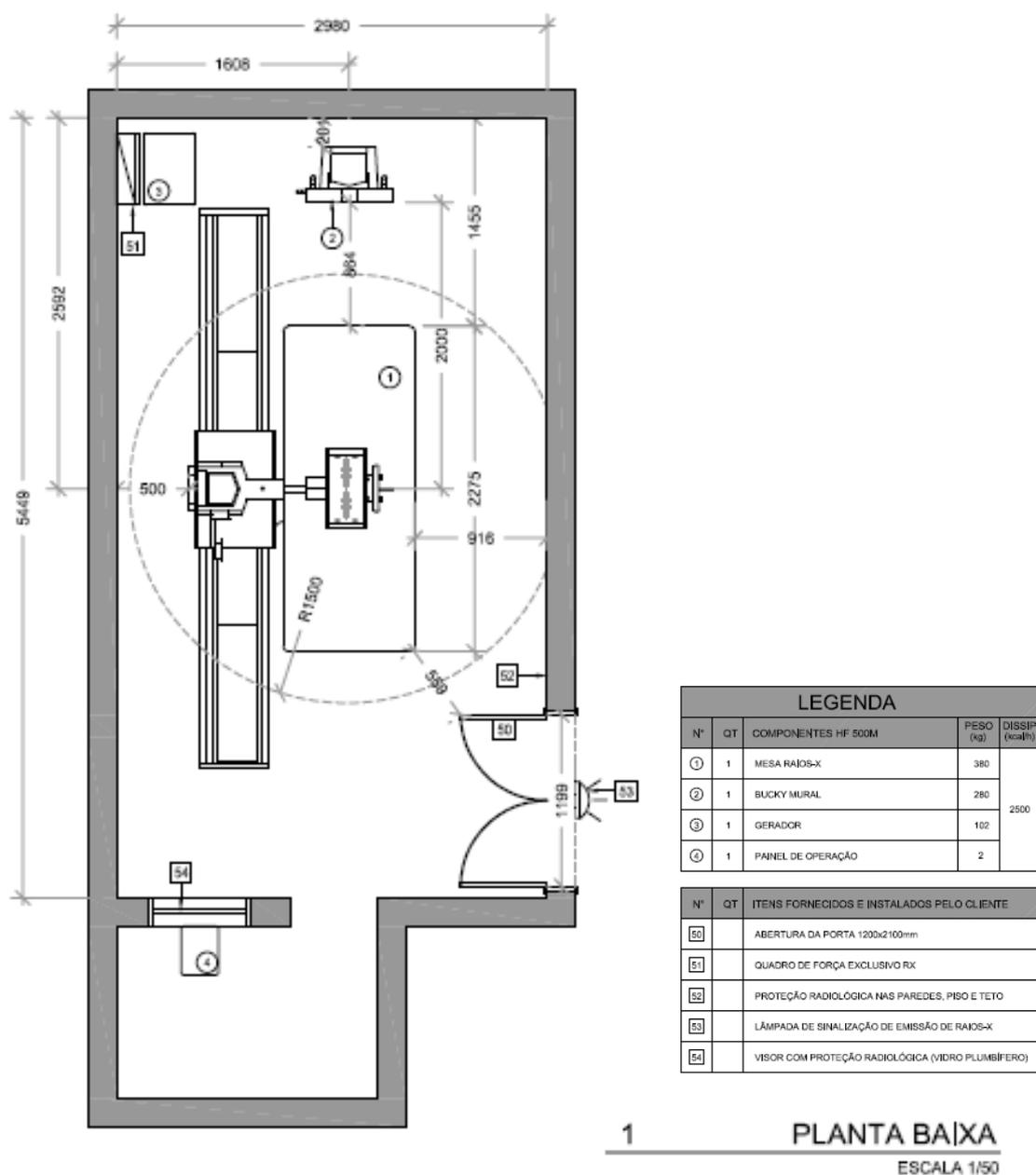
Distribuído no Brasil: Shimadzu do Brasil Comércio Ltda.

Fabricante: Shimadzu Corporation – Japão.

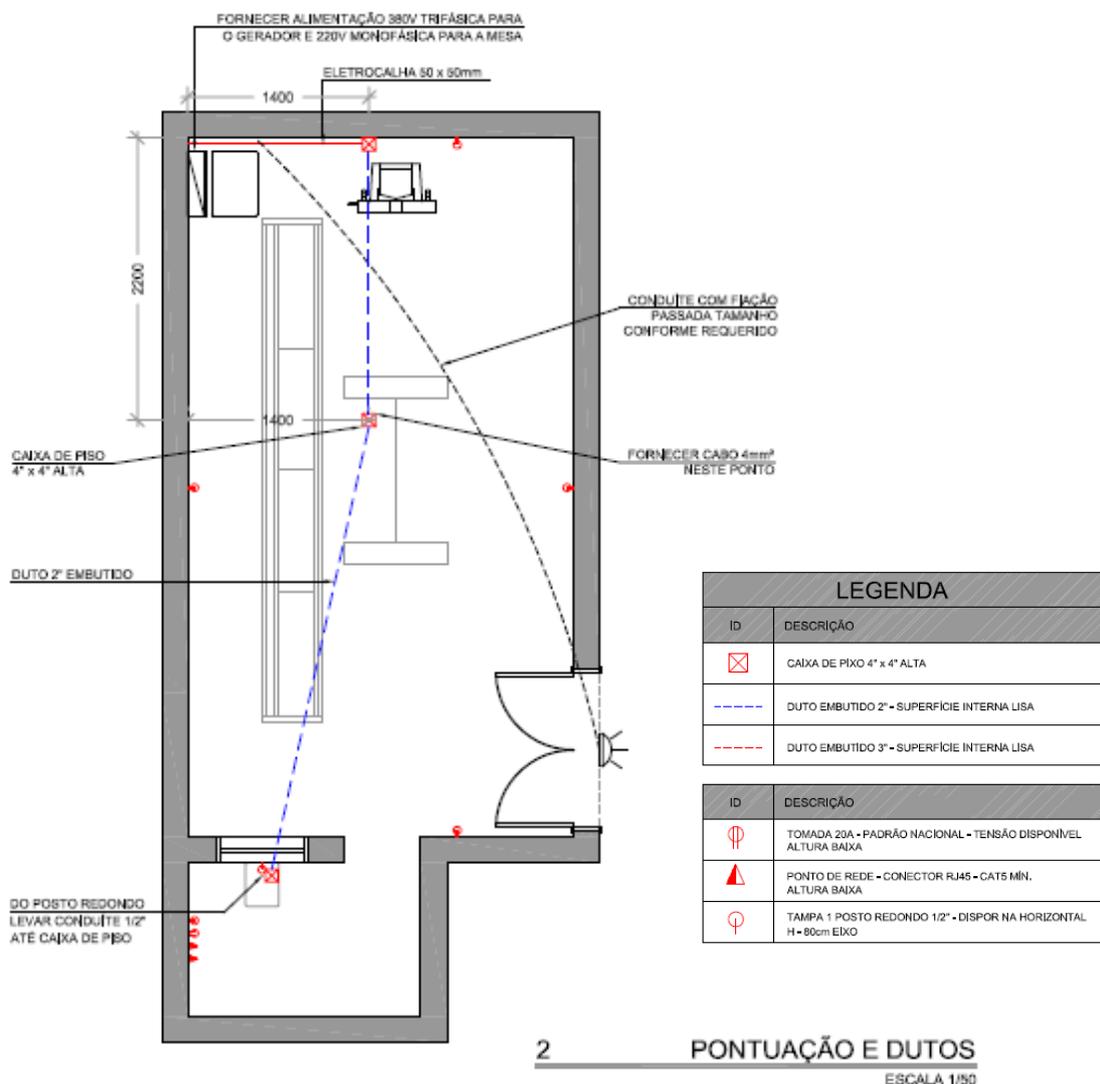
Figura 4 – Ilustração do Conjunto Radiológico digital móvel *RADspeed*



Fonte: Manual Conjunto Radiológico digital móvel *RADspeed*.
 Figura 5 - Layout Ilustrativo do Equipamento Instalado (Distâncias) *RADspeed*



Fonte: Autoria Própria

Figura 5 - Layout Ilustrativo do Equipamento (Instalação Elétrica) *RADspeed*

Fonte: Autoria Própria

Para a instalação do Conjunto Radiológico Digital *RADspeed*, as características da rede elétrica devem ser observadas:

ENTRADA DA REDE..... 3φ (Trifásica)
 TENSÃO..... 220/380V
 POTÊNCIA ELÉTRICA..... 65 kVA

No GERADOR deve-se aplicar a Tensão Trifásica de 380V, e no MOTOR DA MESA deve-se aplicar uma Tensão Monofásica ou Bifásica de 220V.

A título de recomendações:

- Nas instalações internas e externas não serão admitidas a instalação de condutores aparentes (fora de eletrodutos ou eletrocalhas).

- Não serão permitidas emendas nos condutores de alimentação do painel de comando do aparelho de raio X, e também nos condutores de alimentação do aparelho de raio X, a partir do painel de comando.
- Todas as conexões dos condutores nos disjuntores, deverão ser feitas por meio de conectores e terminais de compressão.
- Não será permitido o uso de disjuntores monoplares acoplados no lugar de disjuntores bipolares ou tripolares.

Deve-se instalar um PAINEL DE COMANDO, com as seguintes especificações:

- 1 (um) painel metálico de distribuição geral de energia, dimensões: 60 x 80 x 20 cm, contendo:
 - Disjuntor tripolar geral: 100 A;
 - Disjuntor tripolar 63 A;
 - Disjuntor bipolar 10 A;
 - Interruptor DR tetrapolar 63 A – 30 mA;
 - Contactor tripolar 75 A – 220 V;
 - Dispositivos contra surtos (DPS) 3F+N, classe 2 - 275 V – 20 KA, com botoeiras, sinaleiros, canaletas e todos os seus acessórios, conforme diagrama elétrico instruções fornecidas pelo fabricante do equipamento a ser instalado.

As BITOLAS DOS CABOS DE ALIMENTAÇÃO são dimensionadas conforme distância da subestação do quadro de força, e suas seções indicadas no Quadro 3:

Quadro 3 - Dimensionamento dos cabos da rede de alimentação em 220 V e 380 V – AC

BITOLA DOS CABOS, DESDE A SUBESTAÇÃO ATÉ O QUADRO para 220V – AC.		
Distância da SE até o quadro (m)	Condutores Fase (mm²)	Condutor Terra (mm²)
80	3 (1x120)	1x70
BITOLA DOS CABOS, DESDE A SUBESTAÇÃO ATÉ O QUADRO para 380V – AC.		
Distância da SE até o quadro (m)	Condutores Fase (mm²)	Condutor Terra (mm²)
100	3 (1x50)	1x35

Fonte: Autoria Própria

É necessário que o SISTEMA DE ATERRAMENTO seja do tipo TT e apresente a menor resistência possível, entre 0.5 e 2 Ω (valor medido com o condutor terra desconectado). Instalando hastes de aterramento 5/8" x 2,40 m de alta camada e cabo de cobre nu # 35 mm² normatizado, para confecção da malha.

Assim, seguindo essa padronização foi determinado todo os Sistemas Elétricos que atendiam aos eletromédicos do Centro de Referência da Saúde da Mulher – CRSM.

4.1.3 DIMENSIONAMENTO DO IT-MÉDICO

Em razão da classificação, conforme NBR 5410, nos EAS quanto à fuga de pessoas em situações de emergência (BD4 – Fuga longa e incômoda), as instalações requerem um sistema de alimentação de emergência capaz de fornecer energia elétrica no caso de interrupções do fornecimento da concessionária ou quedas superiores a 10% do valor nominal, por um tempo superior a 3s. Dessa forma, a NBR 13534 divide as instalações de emergência em 3 classes, de acordo com o tempo de restabelecimento da alimentação: Classe 0,5; Classe 15 e Classe >15. Conforme Quadro 4:

Quadro 4 – Classificação de Ambientes NBR 13534

CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES NBR 13534	
CLASSE 0,5	Alimentação disponível automaticamente em até 0,5 segundo.
CLASSE 15	Alimentação disponível automaticamente em até 15 segundos
CLASSE > 15	Alimentação disponível automaticamente em mais de 15 segundos

Fonte: NBR 13534

Essa mesma norma classifica as instalações quanto ao nível de segurança elétrica e garantia de manutenção de serviços, dividindo-a em 3 grupos, de acordo com a atividade realizada no ambiente: Grupo 0, Grupo 1 e Grupo 2. Conforme Quadro 5:

Quadro 5 – Agrupamento de Ambientes NBR 13534

AGRUPAMENTO DE AMBIENTES NBR 13534	
GRUPO 0	Local médico não destinado à utilização de parte aplicada de equipamento eletromédico em pacientes.
GRUPO 1	Local médico destinado à utilização de partes aplicadas de equipamento eletromédico em partes externas ou internas sem riscos para o paciente.
GRUPO 2	Local médico destinado à utilização de partes aplicadas de equipamentos intracardíacos cirúrgicos, de sustentação de vida de pacientes e outras aplicações em que a descontinuidade da alimentação elétrica pode resultar em morte.

Fonte: NBR 13534

Especificamente sobre o setor centro cirúrgico, esta norma classifica os ambientes conforme o Quadro 6:

Quadro 6 – Especificações do Setor Cirúrgico - NBR 13534

LOCAL	Grupo			Classe		
	0	1	2	0,5	15	>15
SALA DE INDUÇÃO ANESTÉSICA			X	X ²	X	
SALA DE CIURGIA			X	X ²	X	
SALA DE REUPERAÇÃO PÓS ANASTÉSICA (RPA)		X	X ³	X ²	X	
DEMAIS SALAS		X	X ¹		X	

Fonte: NBR 13534

- ¹⁻ Caso utilize equipamentos do tipo estação central de monitorização no posto de enfermagem, é necessário que a classificação seja do mesmo tipo que as demais salas onde se encontram os pacientes, pois caso contrário é possível a ocorrência de perturbações nos circuitos de alimentação.
- ²⁻ Focos cirúrgicos e fontes de luz para endoscopia utilizados nestes locais devem ter sua alimentação reestabelecida em até 0,5 segundo.
- ³⁻ Considera-se grupo 2 caso o local possua equipamentos de subestação de vida.

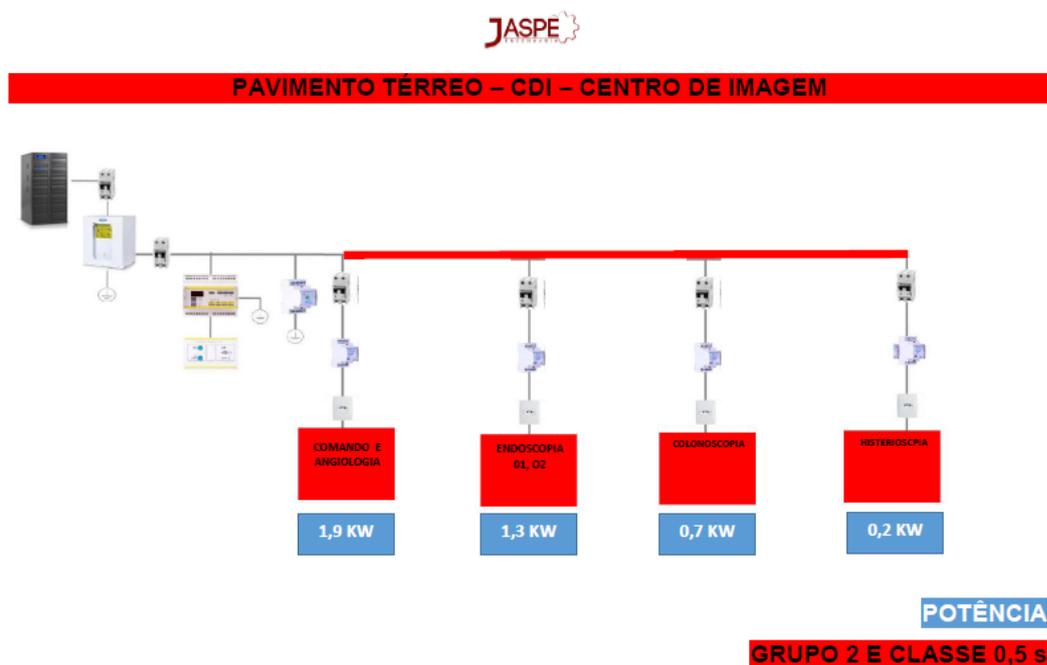
No caso o hospital em contexto, contém equipamentos de sustentação de vida neste RPA (como ventilador pulmonar), assim, deverá ser considerado como grupo 02 (com sistema IT).

Após o estudo e a classificação das áreas que seriam atendidas pelo IT-Médico foi possível o seu dimensionamento, no qual é um sistema capaz de prever falhas elétricas antes que as mesmas sejam capazes de danificar equipamentos eletromédicos ou danos a pacientes e a equipe médica.

Esse sistema é responsável pelo monitoramento da corrente de fuga e resistência de aterramento em áreas críticas hospitalares, está atualmente normatizado pela norma IEC 60364-7 e deve ser instalado por uma empresa de Engenharia Clínica.

Na Figura 6, tem-se um esquema ilustrativos que orientou e permitiu a determinação dos dispositivos elétricos que compõe o Sistema IT-Médico.

Figura 6 – Esquema Ilustrativo Sistema IT- Médico CRSM:



PAVIMENTO TÉRREO – CDI – CENTRO DE IMAGEM

QUADRO DE CARGAS (LOCALIZAÇÃO)	POTÊNCIA TOTAL (W)	FASE	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Secção (mm ²)	Ic (A)	Icc (Ka)	Disjuntor (A)
COMANDO ANGIOLOGIA	1300	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	10	16
ANGEOLOGIA	600	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	4,5	10
ENDOSCOPIA 01	300	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	4,5	10
ENDOSCOPIA 02	500	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	4,5	10
COLONOSCOPIA	700	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	10	16
HISTERIOSCOPIA	200	R	1,00	1,00	0,5	0,5	2,5	24,0	4,5	10
POTÊNCIA TOTAL (W)	8600									

Fonte: Drive Documentos JASPE

4.1.4 ELABORAÇÃO DO MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DO PROJETO EXECUTIVO DE INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO DO CRSM

O Técnico Descritivo do Projeto Executivo de Instalações de Baixa Tensão do CRSM – CENTRO DE REFERÊNCIA DA MULHER, JOÃO PESSOA–PB visa

apresentar e descrever de maneira sucinta as características do projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão.

Os principais critérios adotados, referentes aos materiais utilizados e ao dimensionamento das peças, como disjuntores, DR (Disjuntor Residual), DPS (Dispositivo de Proteção contra-surtos), Ductos, Cabos, Tomadas, Sistemas Elétricos Específicos para atendimento dos equipamentos eletromédicos, seguem conforme as prescrições realizadas com base nas Normas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, em especial:

- NBR 5410:2008 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- NBR 13534 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Requisitos Específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.
- NBR IEC 601-1 – Equipamento Eletromédico – Parte 1 – Prescrições gerais para segurança.
- NBR 5413 - Iluminação de Interiores.
- NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade.
- RDC 50 - Regulamento Técnico Para Planejamento, Programação, Elaboração e Avaliação de Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1.

4.2 ELABORAR PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SUBESTAÇÃO AÉREA DE 112,5 KVA, PARA ATENDER DIVISÃO INDUSTRIAL (DER-PB), QUEIMADAS – PB.

O Projeto Elétrico tem por objetivo estabelecer as normas e orientações para a execução da Implementação de uma Subestação Aérea de 112,5 kVA para atender uma Divisão Industrial do DER-PB, Queimadas – PB, na qual o ramo de atividade é uma Indústria de Britamento de Pedras.

4.2.1 CÁLCULO DE DEMANDA E DIFERENCIAS DE POTÊNCIA DEMANDADA

O projeto elaboração do Cálculo de Demanda utilizou-se padrões de fornecimento de energia elétrica da ENERGISA/PB. Assim, foram obedecidos os critérios explicitados na Tabela 13 da NDU-002 (*Fornecimento De Energia Elétrica Em Tensão Primária*) – Fatores de demanda por ramo de atividade produtiva – Código 8 referente a Indústria de Britamento de Pedras com potência > 130KW (maior que 130 KW) com Fator de Demanda de 78%. No Quadro 7, tem-se o Quadro de Cargas referente ao projeto em explanação.

Quadro 7 – Quadro Geral de Cargas SE DIV. DER-PB.

QUADRO GERAL DE CARGAS					
OBRA: Subestação Aérea Para alimentar a Divisão Industrial do DER-PB					
LOCAL: RUA ASSIS CHATEAUBRIAND, N. 84 (BR-104 / KM 140) - QUEIMADAS/PB					
QUADRO CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA (KW)	CONDUTOR (mm ²)	PARTIDA MOTORES	PROTEÇÃO (A)
1	PENEIRA VIBRATÓRIA 35 CV	25,76	25	SOFT-START	50
2	BRITADOR CÔNICO 35 CV	25,76	25	SOFT-START	50
3	BRITADOR PRIMÁRIO 68 CV	50,048	50	SOFT-START	125
4	ALIMENTADOR 20 CV	14,72	25	SOFT-START	50
5	ILUM. E TOMADAS	15	25	--	50
CARGA TOTAL INSTALADA		131,288			

Fonte: Aatoria
própria

Indústria De Britamento De Pedras – Fd (Potência > 130kw = 78%)

$$D = C \times I \times F_D$$

$$D = 131,288 \times 0,78$$

$$D = 102,40 \text{ KW}$$

$$D = 102,40 / 0,92 = 111,3 \text{ KVA}$$

O Trafo escolhido será de 112,5 kVA

Assim, conforme o equacionamento foi possível determinar a escolha do Transformador de 112,5 kVA, assim como as Estruturas, o Sistema de Aterramento, Dispositivos de Proteção, todo em conformidade com a NDU 005 - *Instalações Básicas Para Construção De Redes De Distribuição Rural*.

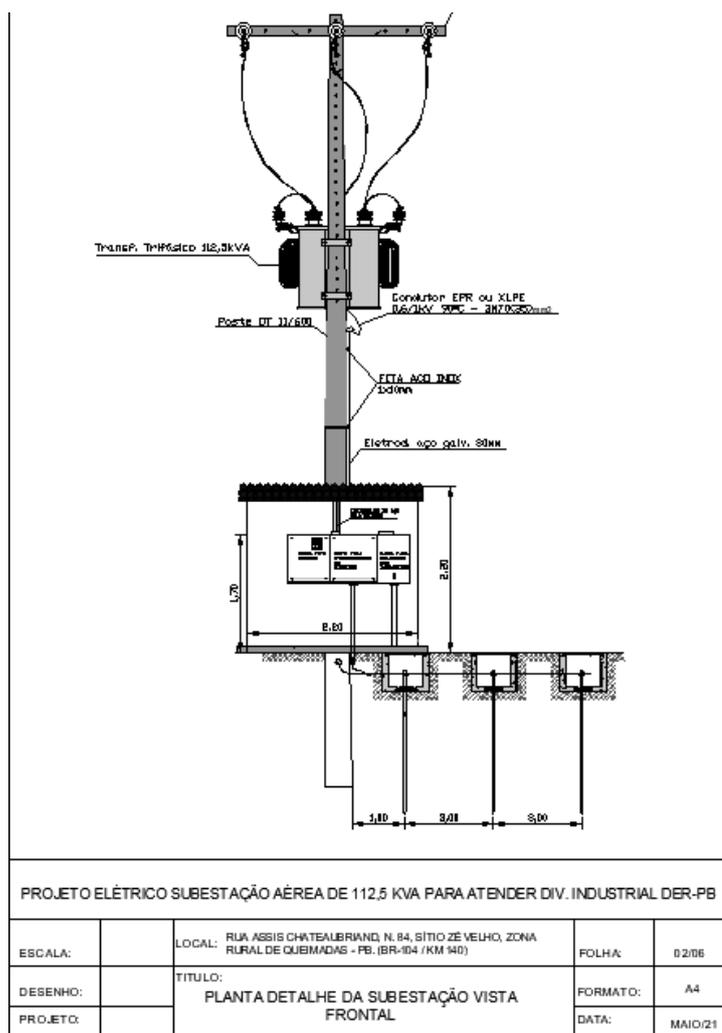
4.2.2 PROJETAR PLANTAS COM O PADRÃO ESTABELECIDO PELA NDU 005 - INSTALAÇÕES BÁSICAS PARA CONSTRUÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO RURAL

Para a instalação foi utilizado uma estrutura, para a montagem de redes aéreas de distribuição urbana de baixa tensão (BT), tipo N3 Cruzeta de Concreto conforme NDU – 005 - Desenho 10. Com um transformador trifásico de 112,5 kVA, Elo fusível 5H (conforme tabela 03 – NDU-002), 3 Para-raios Polímeros para 13.8 kV e 3 chaves fusível 15 kV, 100 A, 10 KA.

O ramal de entrada terá cabo de cobre isolado 0,6/1 kV, em EPR – 70mm² para as fases e 35mm² para o neutro, protegido por disjuntor termomagnético tripolar de 175 A – 10 kA (conforme tabela 02 – NDU-002).

Na Figura 7, tem-se a reprodução da Planta de Detalhe da Subestação Vista Frontal.

Figura 7 – Reprodução do Detalhe da Subestação Vista Frontal

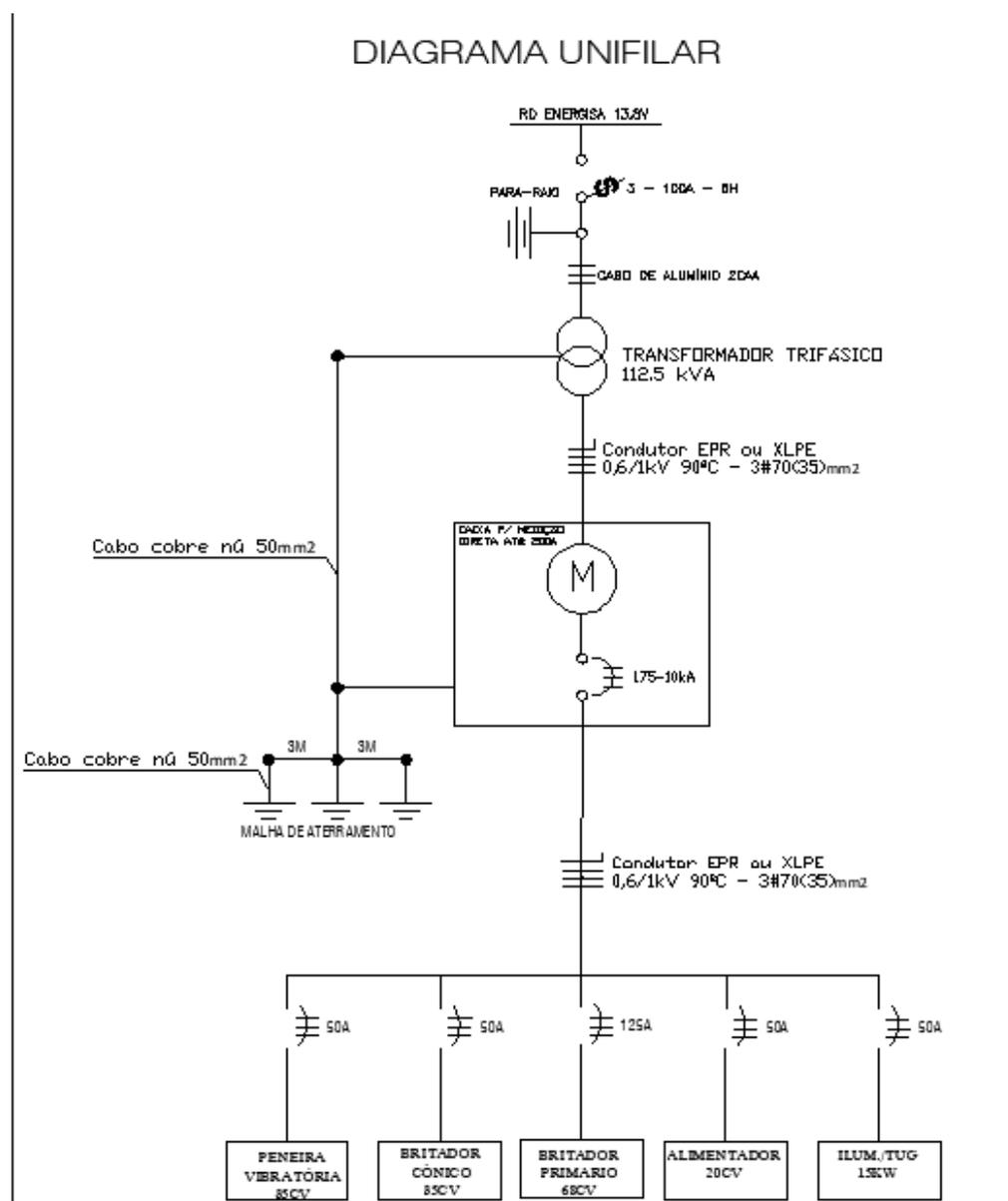


Fonte: Drive Documentos JASPE

4.2.3 ELABORAR DO MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO DA SE DIV. DER-PB.

O Memorial Técnico Descritivo foi confeccionado a partir do compilado de todas as informações técnicas estudadas e calculadas conforme as normas apropriadas a implementação de uma subestação aérea de 112,5 kVA para atender uma Divisão Industrial do DER-PB, Queimadas – PB. A título explanatório tem-se, na Figura 8, o Diagrama Unifilar referente a SE, que compõe o memorial da Subestação.

Figura 8 – Reprodução do Diagrama Unifilar da SE D.I. – DER – PB.



Fonte: Drive Documentos JASPE

4.3 ELABORAÇÃO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA ORNAMENTAL NO TRECHO: MANGABEIRA / VALENTINA, JOÃO PESSOA - PB.

O projeto tem por objetivo a Implantação De Iluminação Pública Ornamental No Trecho: Mangabeira/Valentina, João Pessoa - PB, fornecendo níveis adequados de iluminância, considerando aspectos econômicos, estéticos, de segurança e conforto.

Utilizou-se os padrões de fornecimento de energia elétrica localizada sob a área de fornecimento da ENERGISA/PB. Na elaboração foram levados em consideração o nível de iluminação compatível, a economia de energia elétrica e facilidade de manutenção, obedecendo as normas vigentes. Entre elas:

- NDU 004 - Instalações Básicas Para Construção de Redes de Distribuição Urbana;
- NDU 006 - Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas;
- NDU 035 - Iluminação Pública;
- ABNT 5101:2018 – Iluminação Pública;
- ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão e demais normas atinentes;
- ABNT NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas e demais normas atinentes;
- NBR 15.129/2021 (Luminárias para iluminação pública – requisitos particulares);
- ABNT NBR IEC 60.598-1/2010 (Requisitos gerais para ensaios).

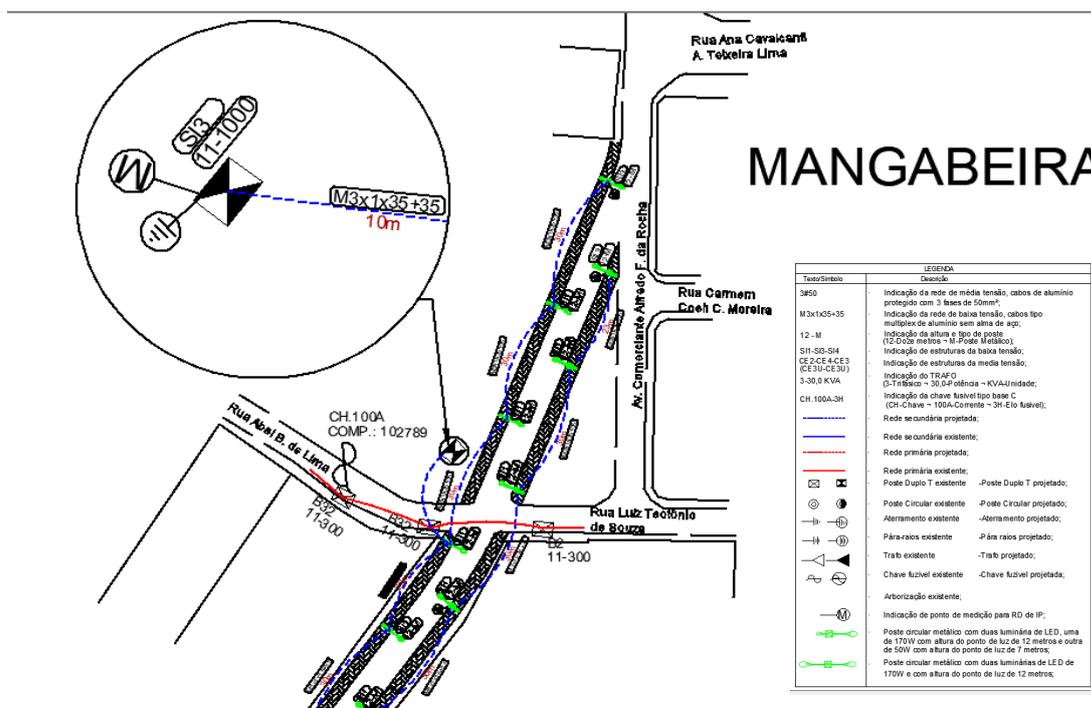
4.3.1 PROJETAR PLANTAS PROJETAR PLANTAS COM O PADRÃO ESTABELECIDO NDU 004, NDU 006, NDU 035 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A elaboração do projeto apoiou-se nas normatizações citadas na anteriormente, o Sistema Elétrico foi projetado para atender 28 Luminárias de LED de 170W e 28 Luminárias de LED de 50 W, totalizando 6,72 kW.

Assim, foi possível delinear a Planta Baixa com as indicações elétricas necessárias para a composição do Projeto de Iluminação Pública. Na figura 9, tem-se a reprodução da

Planta Baixa Elétrica da Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.

Figura 9 – Reprodução de parte Planta Baixa Elétrica da Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.



Fonte: Drive Documentos JASPE

4.3.2 ELABORAÇÃO O CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

De acordo com a Norma ABNT 5101:2018, o trecho considerado é classificado como:

Via de Trânsito Rápido – Avenidas e ruas asfaltadas, exclusivas para tráfego motorizado, onde não há predominância de construções. Baixo trânsito de pedestres e alto trânsito de veículos.

- Volume de tráfego médio – V2.

Vias Coletoras – Vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestre elevado.

- Volume de tráfego intenso – V2.

Neste caso, através da Tabela 5 da NBR 5101:2018, verifica-se as seguintes condições:

a) Iluminância média mínima:

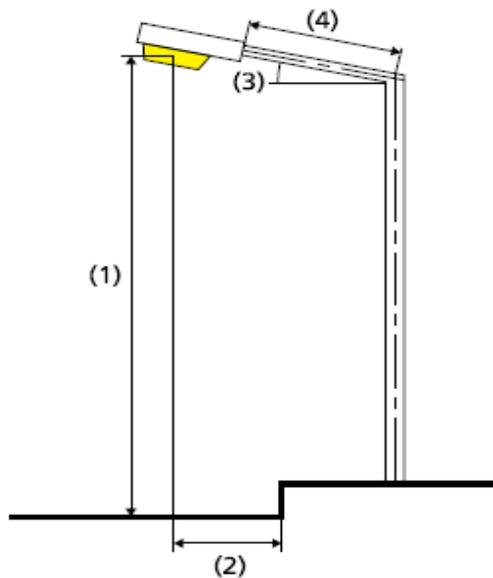
$$E = 20 \text{ Lux}$$

b) Coeficiente de uniformidade mínimo:

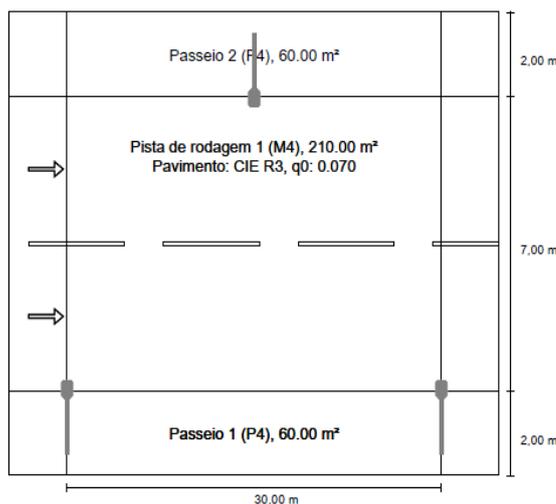
$$U_{\text{mim}} = 0,30$$

Para o cálculo Luminotécnico levando em consideração a distribuição dos postes como: Bilateral sem Canteiro Central. Conforme Figura 10.

Figura 10 – Reprodução do Esquema Técnico para o Cálculo Luminotécnico do Projeto Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.



Lâmpada:	2xMódulo LED Cree
Fluxo luminoso (luminária):	21750.00 lm
Fluxo luminoso (lâmpada):	24714.00 lm
Horas de operação	
4000 h:	100.0 %, 180.0 W
W/km:	11880.0
Distribuição:	Faixa central
Distância entre postes:	30.000 m
Inclinação de braço extensor (3):	15.0°
Comprimento braço extensor (4):	0.489 m
Altura do ponto de luz (1):	12.000 m
Pendor do ponto de luz (2):	0.000 m



ULR:	0.01
ULOR:	0.00
Valor máximo da potência luminosa	
com 70°:	445 cd/klm
com 80°:	460 cd/klm
com 90°:	177 cd/klm
Classe de potência luminosa:	/
Em todas as direcções que, em uma luminária correctamente instalada, formam o ângulo dado com as verticais inferiores.	
A distribuição cumpre a classe de índice de ofuscamento D.0	

Fonte: Drive Documentos JASPE

4.3.3 CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

O Cálculo de Queda de Tensão para as Cargas Instaladas em cada poste poste por Luminária foi realizado pautando-se na Normatização estabelecida pela concessionária ENERGISA.

A título exemplificativo tem-se na Figura 11, parte das informações contidas na realização do Cálculo de Queda de Tensão para este projeto.

Figura 11 – Reprodução de parte do Documento referente ao Cálculo de Queda de Tensão do Projeto Iluminação Pública do trecho Mangabeira/Valentina - João Pessoa – PB.

CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO								
TÍTULO DO PROJETO	ILUMINAÇÃO ORNAMENTAL DA TRAVESSIA MANGABEIRA VALENTINA							
TENSÃO PRIMÁRIA:	13.800V	TENSÃO SECUNDÁRIA (FN-PF):	220/380V					
DEMANDA:	IP-Medida	Qtd de Cargas	28x	(em KVA)	6,72			
		Unitária (Kva)	0,24=	Total (em KVA)	6,72			
					PADRÃO DE ENTRADA: T1			
TRECHO		CARGA			CONDUTORES	QUEDA DE TENSÃO		
Descrição	Comprimento (100m)	Acumulada no fim do trecho	Distribuída no trecho	TOTAL	F	LINEÁRIO	NO TRECHO	TOTAL
A	B	C	D	$E=(C/2+D).B$		G	$E.G=H$	I
T1 - P1	0,10	11,28	0,00	0,5640	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0372	0,0372
P1 - P2	0,23	2,40	0,00	0,2760	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0182	0,0554
P2 - P3	0,30	2,16	0,00	0,3240	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0214	0,0768
P3 - P4	0,30	1,92	0,00	0,2880	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0190	0,0958
P4 - P5	0,30	1,68	0,00	0,2520	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0166	0,1125
P5 - P6	0,30	1,44	0,00	0,2160	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0143	0,1267
P6 - P7	0,30	1,20	0,00	0,1800	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0119	0,1386
P7 - P8	0,30	0,96	0,00	0,1440	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0095	0,1481
P8 - P9	0,30	0,72	0,00	0,1080	M3x1 (35+35)	0,0660	0,0071	0,1552

Fonte: Drive Documentos JASPE

4.4 ELABORAÇÃO ELABORAR PROJETO EXECUTIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO DO *RESIDÊNCIA DE ALTO PADRÃO NO CONDOMÍNIO VILLAS DE PONTA DE CAMPINA, CABEDELO – PB.*

Para a elaboração do Projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão do Residencial Unifamiliar – Condomínio Villas de Ponta de Campina “A”, Lote 42, Cabedelo,

PB - Paraíba. Adotou-se as seguintes normatizações:

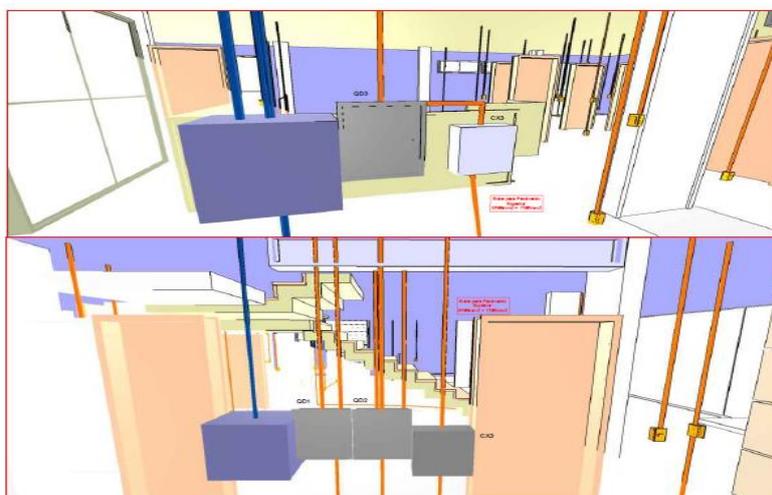
- NBR 5410:2008 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 6147:2008 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo;
- NBR 5413 - Iluminação de Interiores;
- NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade;
- CONCESSIONÁRIA Energisa: Padrões da Concessionária de Energia Elétrica.

Neste projeto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Dimensionamento das Tomadas de Uso Geral em conformidade com a NBR 5410;
- Dimensionamento das Instalações para Uso Específico NBR 5410;
- Planta Baixa do Projeto Elétrico de Edificação;
- Diagramas Elétricos: Multifilares e Unifilares;
- Quadro de Cargas;
- Quadro de Demandas;
- Elaboração do Memorial Técnico Descritivo;
- Indicação do Quantitativo da Lista de Materiais.

Na confecção desse projeto utilizou-se a plataforma QiElétrico na qual foi possível realizar o projeto em BIM trazendo detalhamentos realistas para uma melhor execução do projeto. Na Figura 12 tem-se a projeção tridimensional Instalação dos Quadros de Distribuição da Edificação evidenciando a interligação entre os Pavimentos Térreo e Superior.

Figura 12 – Detalhe 3D Instalação dos Quadros de Distribuição da Edificação.



Fonte: Drive Documentos JASPE

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram descritas as atividades realizadas durante a disciplina de estágio integrado.

Nas tarefas realizadas durante o estágio evidenciou-se que o conhecimento adquirido durante o curso de graduação em Engenharia Elétrica, em especial as disciplinas de Instalações Elétricas, Equipamentos Elétricos, Sistemas Elétricos de Potência e Gerenciamento de Energia, fundamentou as bases para a elaboração do Projetos Elétricos desenvolvidos pela a aluna durante o estágio, embora no âmbito do mercado de trabalho as atividades tenham sido mais complexas.

O contato com os profissionais projetistas da empresa revelou-se essencial que o conhecimento fosse reforçado, já que estes que já tem uma destacada carreira na área de projetos. Ainda neste sentido, poder trabalhar com prazos, além de compreender os protocolos que precisam ser realizados para reformas e construções.

Por fim, o estágio trouxe um aprendizado tanto técnico quanto social para a aluna, pois a interação com outros profissionais da área possibilita a compreensão do quanto o trabalho em equipe e uma comunicação transparente pode ajudar a empresa e o ambiente profissional a progredir.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 546147: 2008 - Norma específica as condições exigíveis para plugues e tomadas fixas. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 13534:2008: Instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 60601-1: Requisitos relativos à segurança básica e desempenho essencial que são aplicáveis genericamente a Equipamentos Eletromédicos, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 5419-1: 2015 Projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). NBR 5101-1: 2018 Iluminação de vias públicas. Rio de Janeiro, 2015.

COTRIM, Ademaro A. M. B. Instalações Elétricas. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. Instalações Elétricas Prediais. 14. ed. São Paulo: Érica, 2004.

CREDER, Hélio; Instalações Elétricas. 15. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

LAMHA NETO, Salim, Artigo: Instalações Prediais Ordinárias e Especiais, São Paulo, 2015.

MAMEDE FILHO, João; Instalações Elétricas Industriais. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

ROBBA, Ernesto João; Introdução a sistemas elétricos de potência – componentes simétricas. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2000.