

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

Kérisson Lucas Monteiro De Araújo

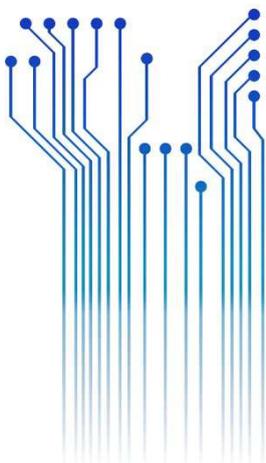


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática



Departamento de
Engenharia Elétrica

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS E LUMINOTÉCNICO PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM UM EDIFÍCIO COMERCIAL: UM ESTUDO DE CASO



Campina Grande
2024

KÉRISSON LUCAS MONTEIRO DE ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROJETO TÉCNICO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E
LUMINOTÉCNICO PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM EDIFÍCIO
COMERCIAL: UM ESTUDO DE CASO

*Trabalho de Conclusão de Curso 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.*

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2024

KÉRISSON LUCAS MONTEIRO DE ARAÚJO

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROJETO TÉCNICO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E
LUMINOTÉCNICO PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM EDIFÍCIO
COMERCIAL: UM ESTUDO DE CASO

*Trabalho de Conclusão de Curso 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.*

Aprovado em: 23/05/2024

Professor Ronimack Trajano de Souza, D. Sc.

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina GrandeAvaliador, UFCG

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.

Universidade Federal de Campina GrandeOrientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão a Deus, pois reconheço que todas as conquistas só são possíveis através de Sua vontade, que sempre me orientou na busca e realização dos meus sonhos.

Um agradecimento especial à minha mãe, Katia, e ao meu irmão, Kaécio, que desempenhou o papel de uma segunda figura paterna em minha vida. Ambos me proporcionaram os recursos essenciais para que eu pudesse alcançar este momento tão importante. Sem dúvida, não teria alcançado tais objetivos sem a sólida base educacional que recebi de vocês.

Minha gratidão se estende à minha avó Alcantara, cujo carinho, zelo e preocupação foram fundamentais em minha jornada. Ela foi uma mestra em valores morais que guiarão sempre meus passos. Agradeço também a todos os meus familiares, com um agradecimento especial ao meu padrinho Agenilton e à minha tia Doquinha, por cada palavra de incentivo e apoio.

Não posso deixar de mencionar os meus amigos de graduação, que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse a este momento. Por fim, sou grato a todos os professores da UFCG, destacando o meu orientador, Professor Célio Anésio, e o Professor Ronimack. Agradeço pelo conhecimento compartilhado e pelo suporte contínuo durante todo o meu percurso acadêmico.

“Meu Deus, agradeço por me dar força e convicção para concluir a tarefa que me confiou. Obrigado por me guiar sem hesitar, através de muitos obstáculos em meu caminho, e por me manter determinado. Agradeço a sua proteção e seus sinais ao longo do caminho...”

Kely Oliveira

RESUMO

O aumento nos registros de acidentes elétricos a cada ano é frequentemente atribuído a falhas no dimensionamento adequado das instalações elétricas, à falta de manutenção adequada, entre outros fatores que podem resultar em choques elétricos e incêndios em ambientes comerciais, residenciais e industriais. Para garantir que as instalações elétricas ofereçam um fornecimento de energia seguro, confiável e eficiente, é crucial seguir uma série de diretrizes e práticas recomendadas no desenvolvimento de projetos elétricos. O profissional técnico responsável pelo projeto deve priorizar o conforto e a segurança, considerando as atividades desempenhadas pelos usuários do espaço. Este trabalho apresenta um projeto técnico de instalações elétricas e de iluminação para um estabelecimento comercial com múltiplas unidades consumidoras localizado em Colônia do Gurguéia, Piauí. O projeto foi desenvolvido respeitando os regulamentos do Grupo Equatorial Energia – Piauí, utilizando a sua norma NT 004 EQUATORIAL-PI - Fornecimento de energia elétrica a edificações de múltiplas unidades consumidoras e seguindo as diretrizes da NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão) e da NBR ISO/CIE 8995-1 (Iluminação de ambientes de trabalho). Este estudo abrange desde a estimativa de cargas até o dimensionamento do fornecimento de energia elétrica pela concessionária, culminando no levantamento luminotécnico realizado com o auxílio do software Dialux Evo 9.2. Em suma, o dimensionamento cuidadoso e a instalação correta de todos os componentes elétricos são essenciais para a estruturação adequada do projeto elétrico. Quando executado por profissionais competentes, o projeto não apenas beneficia o empreendimento, mas também assegura a segurança das pessoas e animais que frequentam o local.

Palavras-chave: Instalações elétricas, projeto técnico, projeto luminotécnico, NBR 5410, segurança, dimensionamento.

ABSTRACT

The increase in the number of electrical accidents recorded each year is often attributed to improper sizing of electrical installations, lack of proper maintenance, among other factors that can lead to electric shocks and fires in commercial, residential, and industrial environments. To ensure that electrical installations provide a safe, reliable, and efficient power supply, it is crucial to follow a series of guidelines and recommended practices in the development of electrical projects. The technical professional responsible for the project must prioritize comfort and safety, considering the activities performed by the users of the space. This work presents a technical project for electrical and lighting installations for a commercial establishment with multiple consumer units located in Colônia do Gurguéia, Piauí. The project was developed in accordance with the regulations of Grupo Equatorial Energia – Piauí, using its standard NT 004 EQUATORIAL-PI - Supply of electrical energy to buildings with multiple consumer units and following the guidelines of NBR 5410 (Low-voltage electrical installations) and NBR ISO/CIE 8995-1 (Lighting of work environments). This study covers everything from load estimation to the sizing of power supply by the utility company, culminating in the lighting survey conducted with the help of Dialux Evo 9.2 software. In short, careful sizing and proper installation of all electrical components are essential for the proper structuring of the electrical project. When carried out by competent professionals, the project not only benefits the enterprise but also ensures the safety of people and animals frequenting the place.

Keywords: Electrical installations, technical design, lighting design, NBR 5410, security, sizing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Empreendimento comercial.	16
Figura 2 – Planta baixa do EMUC.	16
Figura 3 – Planta baixa pavimento térreo	16
Figura 4 – Planta baixa primeiro pavimento.	17
Figura 5 – Curva de distribuição de intensidade luminosa.....	22
Figura 6 – Gráficos da capacidade de corrente de curto-circuito.	39
Figura 7 – Zonas tempo-corrente de efeitos de corrente alternada (15 a 100 Hz) sobre pessoas.	40
Figura 8 – Esquema de aterramento TN-C-S.	41
Figura 9 – Curva de atuação de disjuntores de categorias B e C.....	43
Figura 10 – Situação atual do edifício EMUC.	47
Figura 11– Perpectivas do projeto arquitetônico do Edifício EMUC.	47
Figura 12 – Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.....	49
Figura 13 – Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.....	50
Figura 14 – Modelo 3D criado no Software DIALux Evo 9.2.	51
Figura 15 – Curva Isolux para a Drogeria e Perfumaria.....	52
Figura 16 – Projeto elétrico proposto: desenho em planta baixa da residência.	66
Figura 17 – Projeto elétrico proposto: diagrama unifilar dos quadros de medição e distribuição da Drogeria (Térreo).	67
Figura 18 – Registros da obra: caixas octogonais com suporte para lajotas e quadro de distribuição na unidade Drogeria (Térreo).	68
Figura 19 – Registros da execução do projeto elétrico: montagem do quadro de distribuição UC Drogeria (Térreo).	68
Figura 20 – Centro de medição para 10 unidades consumidoras.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Valor mínimo de seção dos condutores.....	30
Tabela 2– Queda de Tensão - Superastic Flex (cobre) e Afumex Green (cobre), 60 Hz.....	33
Tabela 3– Correntes de curtos-circuitos presumidas.....	38
Tabela 4– Tempos de seccionamento máximos no esquema TN.....	42
Tabela 5– Divisão dos ambientes do projeto do Edifício Comercial EMUC.....	46
Tabela 6– Características da Drograria.....	49
Tabela 7– Descrição de valores para projeto luminotécnico.....	49
Tabela 8– Descrição de valores para projeto luminotécnico.....	49
Tabela 9– Número de luminárias e a respectiva potência da Drograria.....	50
Tabela 10– Características da Perfumaria.....	50
Tabela 11– Descrição de valores para projeto luminotécnico.....	50
Tabela 12– Número de luminárias e a respectiva potência da perfumaria.....	51
Tabela 13– Previsão de carga da iluminação – Drograria (Térreo).....	53
Tabela 14– Previsão de carga da iluminação – Perfumaria (Térreo).....	54
Tabela 15– Previsão de carga da iluminação – Administração (Pavimento 2).....	54
Tabela 16– Previsão de carga da iluminação – Consultório (Pavimento 2).....	55
Tabela 17– Previsão de carga da iluminação – Escritório 1-6 (Pavimento 2).....	55
Tabela 18 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Drograria (Térreo).....	56
Tabela 19 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Perfumaria (Térreo).....	56
Tabela 20– Previsão de carga das tomadas de uso geral – Administração (Pavimento 2).....	56
Tabela 21 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Consultório (Pavimento 2).....	57
Tabela 22– Previsão de carga das tomadas de uso geral – Escritório (Pavimento 2).....	57
Tabela 23– Circuitos de força de uso específico informados – Drograria (Térreo).....	58
Tabela 24 – Circuitos de força de uso específico informados – Perfumaria (Térreo).....	58
Tabela 25 – Circuitos de força de uso específico informados – Consultório (Pavimento 2).....	58
Tabela 26 – Circuitos de força de uso específico informados – Escritório 1-6 (Pavimnto 2).....	59
Tabela 27 – Descrição de carga da unidade consumidora - Drograria (Térreo).....	59
Tabela 28 – Descrição de carga da unidade consumidora - Perfumaria (Térreo).....	60
Tabela 29 – Descrição de carga da unidade consumidora - Administração (Pavimento 2).....	60
Tabela 30 – Descrição de carga da unidade consumidora - Consultório (Pavimento 2).....	61
Tabela 31 – Descrição de carga da unidade consumidora – Escritório 1-6 (Pavimento 2).....	61
Tabela 32 – Quadro resumo de demandas das unidades consumidoras individuais.....	62
Tabela 33 – Quadro de cargas da Drograria (Térreo) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.....	63
Tabela 34 – Quadro de cargas da Perfumaria (Térreo) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.....	64
Tabela 35 – Quadro de cargas da Administração (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.....	64
Tabela 36 – Quadro de cargas da Consultório (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.....	64
Tabela 37 – Quadro de cargas da Escritório 1-6 (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al	Alumínio
Abracopel	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
Cosern	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
Cu	Cobre
DR	Diferencial-residual
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPR	Etileno•Propileno
FD	Fator de Demanda
FP	Fator de Potência
IMF	<i>International Monetary Fund</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PVC	Policloreto de Vinila
SIN	Sistema Interligado Nacional
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico
WC	Banheiro
XLPE	Poliétileno Reticulado

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
h	Hora
km	Quilômetro
ms	milissegundo
m	Metro
mm	Milímetro
V	Volt
VA	Volt -Ampère
W	Watt
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
2.1.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.2 DIAGNÓSTICO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	18
2.3 PROJETO ELÉTRICO	19
2.3.1 NORMAS APLICÁVEIS	20
2.3.2 PREVISÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS	20
2.3.3 DIVISÃO DOS CIRCUITOS.....	26
2.3.4 CÁLCULO DA DEMANDA	26
2.3.5 PADRÃO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	28
2.3.7 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.....	33
2.3.8 DIMENSIONAMENTO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	44
2.3.9 IMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS.....	44
3 ESTUDO DE CASO	45
3.1 APRESENTAÇÃO DA OBRA	45
3.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO	48
3.2.1 MÉTODOS DOS LÚMENS.....	48
3.2.2 RECURSOS UTILIZADOS	51
3.2.3 PROJETO ELÉTRICO PROPOSTO	52
3.2.4 PONTOS DE ILUMINAÇÃO E DE TOMADAS.....	53
3.2.5 DIVISÃO DOS CIRCUITOS.....	59
3.2.6 DEMANDA PREVISTA	61
3.2.7 QUADRO DE CARGAS.....	63
3.2.8 PLANTA E DIAGRAMA UNIFILAR.....	65
3.3 EXECUÇÃO DA OBRA	67
3.4 ANÁLISE DO PROJETO.....	70
4 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS	72
ANEXO A.....	74

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade e o gerenciamento de energia elétrica são fundamentais para o desenvolvimento sustentável e a modernização das sociedades. À medida que avançamos tecnologicamente, torna-se crucial não apenas explorar novas fontes de energia, mas também garantir que as instalações elétricas existentes sejam seguras, eficientes e conformes com as normativas vigentes. A integridade dessas instalações é vital para evitar acidentes que possam impactar negativamente tanto indivíduos quanto comunidades inteiras (Vaclav Smil, 2017).

Em 2022 e 2023, as falhas em instalações elétricas no Brasil resultaram em sérios incidentes, ressaltando a necessidade crítica de implementar práticas rigorosas de segurança. Dados alarmantes indicam que, em cada primeiro semestre desses dois anos, foram registrados mais de 400 incêndios causados por fiação elétrica irregular, conforme aponta a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel). No primeiro semestre de 2023, ocorreram 421 incêndios devido a sobrecargas elétricas, enquanto em 2022, o número foi de 441 incêndios no mesmo período. Esses dados não apenas evidenciam uma preocupante recorrência de falhas elétricas, mas também destacam a imperiosa necessidade de manutenções regulares e inspeções criteriosas. Tais medidas são fundamentais para garantir a segurança das instalações elétricas e prevenir desastres, reforçando a importância de uma infraestrutura elétrica bem gerida e em conformidade com as normas de segurança vigentes.

Dada a extensiva utilização diária de energia elétrica nas mais variadas atividades, torna-se essencial a observância rigorosa das normas regulamentadoras e das práticas seguras de uso da eletricidade, com o objetivo de prevenir acidentes e catástrofes. De acordo com o Anuário Estatístico de Acidentes Elétricos de 2023, publicado pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), foram registrados 920 acidentes por choque elétrico no ano base de 2022, resultando em 690 mortes, das quais 250 ocorreram na região Nordeste. Essas ocorrências poderiam ser minimizadas com o emprego adequado de dispositivos e equipamentos de proteção, além da correta aplicação das normas técnicas. Assim, a elaboração de um projeto elétrico preciso e conforme as normativas é crucial para garantir a segurança nas edificações, assegurando o dimensionamento adequado dos condutores e a instalação correta dos equipamentos de proteção.

Ao longo deste trabalho, o tema principal abordado é o desenvolvimento do projeto elétrico de baixa tensão e luminotécnico, respeitando as normativas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além da regulamentação prevista por demais órgãos competentes e as condições técnicas impostas pela concessionária local de energia elétrica. Os aspectos normativos são de fundamental importância para um dimensionamento de forma eficiente e correto, a fim de estabelecer um padrão de qualidade, funcionabilidade e segurança nos projetos realizados. As principais normas utilizadas são:

- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas em baixa tensão;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995 – Iluminação de ambientes de trabalho;
- NR 10 – Segurança em Instalações e serviço com eletricidade;
- NT 004 EQUATORIAL-PI - Fornecimento de energia elétrica a edificações de múltiplas unidades consumidoras.

O projeto se refere à edificação comercial com múltiplas unidades consumidoras, resultando em um prédio com área total de aproximadamente 442 m², composta por 2 (dois) pavimentos, sendo o pavimento térreo destinado a 2 (dois) estabelecimentos comerciais, farmácia e perfumaria. O 1^a (primeiro) pavimento típico, destinados a escritórios e consultório médico. Sua correta construção é de fundamental importância, estabelecendo um padrão de qualidade, funcionabilidade e segurança para as pessoas e animais que a utilizam, assim sendo, empenhado por um profissional pertinente da área.

1.1 OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo geral a aplicação das normativas e condutas para a elaboração de um projeto técnico de instalações elétricas em baixa tensão, juntamente com um projeto luminotécnico de um Empreendimento de Múltiplas Unidades Consumidoras – EMUC, localizado no município de Colônia do Gurguéia no Piauí.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A seguir são descritos os objetivos específicos definidos a serem abordados para contemplar este trabalho:

- Visitar o empreendimento que já se encontra em construção e fazer o levantamento dos pontos de tomadas, caixas octagonal e eletrodutos já instalados nas lajotas e paredes, como também, o local do quadro de distribuição;
- Determinar o resumos de cargas, tipos de atendimento e as características do padrão de entrada;
- Realizar o projeto elétrico completo, implementando melhorias conforme as normativas citadas neste documento;
- Elaborar o projeto luminotécnico e de instalações elétricas da edificação contemplando o dimensionamento do quadro de distribuição, alimentadores, condutores, dispositivos de proteção e aterramento.
- Desenvolver o memorial técnico-descritivo que especifique as características do empreendimento, métodos de dimensionamento, proteção e lista de materiais previsto.

1.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O projeto arquitetônico de estudo para a elaboração do projeto elétrico e luminotécnico, constitui de um empreendimento com unidades comerciais, localizada no município de Colônia do Gurguéia, região sul do estado do Piauí. Com uma área total de aproximadamente 442 m², o empreendimento conta com 2 (dois) pavimentos, distribuídos em lojas comerciais, escritórios e consultório médico.

No pavimento térreo possui o maior empreendimento comercial, uma drogaria composta com 6 (seis) cômodos: sala do farmacêutico, banheiro social e executivo, copa, depósito e escritório, totalizando uma área de 156 m². No mesmo pavimento ainda contém uma loja de cosméticos e um banheiro exclusivo somando uma área total de 46 m².

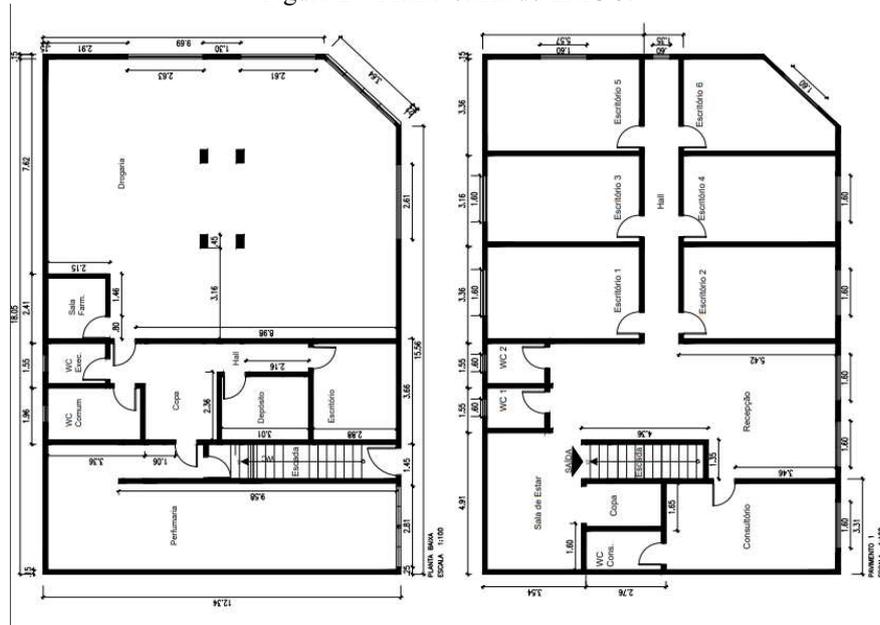
O primeiro pavimento, por sua vez, fazendo parte do setor administrativo do empreendimento, possui 5 (cinco) cômodos: sala de estar, copa, 2 (dois) banheiros e recepção. Para a área comercial contém um consultório médico com um banheiro e 6 (seis) escritórios iguais de aproximadamente 17 m² cada. A seguir são dispostas o projeto arquitetônico, plantas e croquis do empreendimento comercial.

Figura 1- Empreendimento comercial.



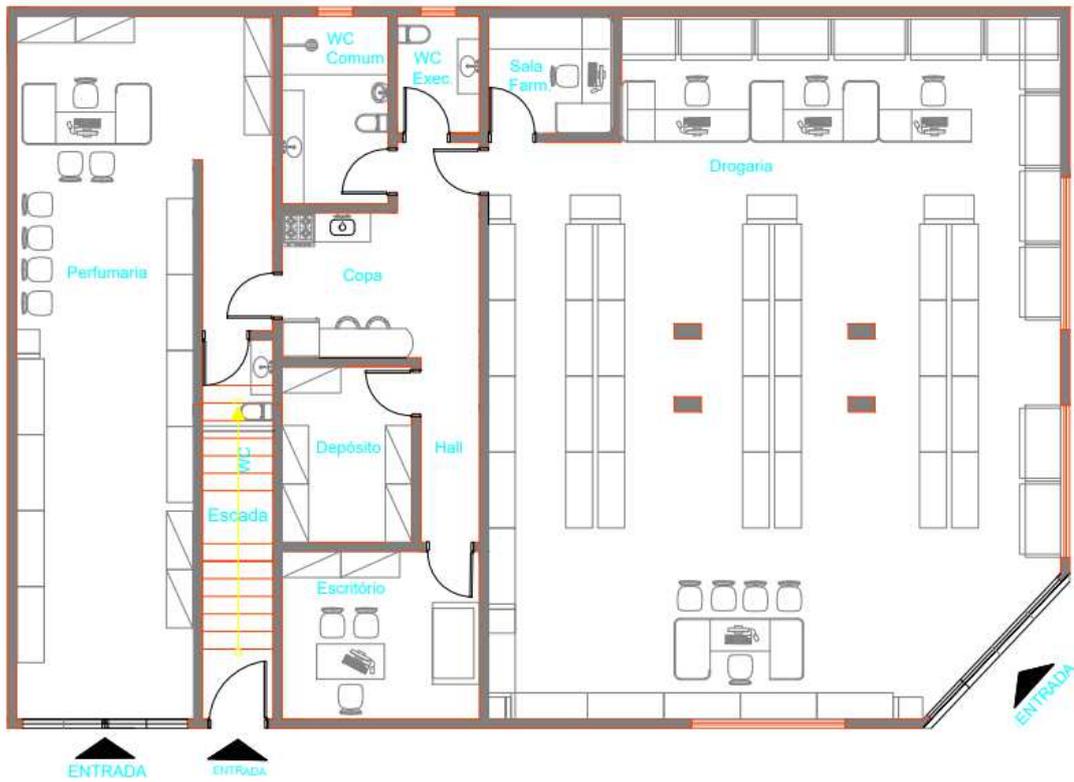
Fonte: (Adaptado do projeto arquitetônico da arquiteta Clara Sousa, 2023).

Figura 2 – Planta baixa do EMUC.



Fonte: autoria própria (2023).

Figura 3 – Planta baixa pavimento térreo



Fonte: autoria própria (2023).

Figura 4 – Planta baixa primeiro pavimento.



Fonte: autoria própria (2023).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em geral, a principal finalidade da Norma NBR 5410, que aborda as instalações elétricas de baixa tensão, é estabelecer as diretrizes que asseguram as condições necessárias para garantir a segurança de indivíduos e animais, bem como o funcionamento eficaz dessas instalações elétricas.

Nesta seção, são apresentadas informações e princípios teóricos fundamentais que desempenham um papel crucial na concepção de projetos elétricos. As subseções abordam métodos em conformidade com as normas brasileiras, garantindo que uma instalação funcione de maneira que garanta a segurança dos usuários e dos materiais em geral. São quinze tópicos de análise, tratando sobre previsão e dimensionamento de cargas, divisão de circuitos e cálculo de demanda, bem como esquemas de aterramento, diretrizes para distribuição e alimentação das cargas, como também, dimensionamento do padrão de entrada para fornecimento de energia elétrica, dos condutores, dispositivos de proteção, quadros de distribuição e eletrodutos.

2.2 DIAGNÓSTICO DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Para ser considerada segura e eficiente, de acordo com a NBR 5410:2004, envolve uma série de etapas e verificações para garantir a segurança e o funcionamento adequada das instalações. Inicialmente, é importante verificar a documentação existente da instalação, incluindo diagramas elétricos, projetos e registros de manutenção anteriores. Isso fornecerá uma visão inicial da instalação, caso seja uma existente. Um projeto de instalações elétricas só pode ser considerado completo se tiver as seguintes informações:

- Plantas baixas;
- Esquemas unifilares;
- Detalhes de montagem (caso necessários);
- Memorial descritivo da instalação;
- Especificação dos componentes;

Para a elaboração de um projeto elétrico, o projetista deve estar familiarizado com os detalhes da unidade consumidora, tais como a sua localização, as características da edificação, a tensão da rede de distribuição da entrega, a previsão de utilização da instalação, entre outros aspectos. Com base nessas informações gerais de edificação e nas diretrizes técnicas normativas pertinentes, o profissional pode conduzir uma série de cálculos e dimensionamentos. Esses procedimentos visam definir todos os pontos críticos que a instalação deve atender. Em linhas gerais, o profissional segue uma sequência de etapas fundamentais, permitindo a produção da documentação necessária (Souza, 2020):

- Previsão e distribuição das cargas;
- Divisão dos circuitos;
- Cálculo da demanda;
- Dimensionamento do padrão de fornecimento de energia elétrica, de acordo com a NT 004.EQLT-PI;
- Dimensionamento dos condutores;
- Dimensionamento dos dispositivos de proteção;
- Dimensionamento dos quadros de distribuição;
- Dimensionamento dos eletrodutos;
- Definição da tabela orçamentária.

Na elaboração de qualquer projeto elétrico, é fundamental levar em conta fatores que apresentam critérios ou características específicas. Os principais fatores considerados que caracterizam a maioria dos projetos são: a potência de alimentação, características da alimentação e divisão das instalações.

2.3 PROJETO ELÉTRICO

Projetos elétricos consistem na escrita da instalação, incluindo todos os detalhes, localizações dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos de condutores, divisão de circuitos, cálculo da seção dos condutores, dispositivos de segurança, previsão de cargas instaladas, carga total, demanda, entre outros. Ou seja, projetar uma instalação elétrica consiste em planejar toda a estrutura elétrica de uma edificação. Conforme os critérios de avaliação previamente descritos na seção anterior, a seguir são apresentados os procedimentos de dimensionamento, regulamentos e diretrizes estabelecidos pela norma brasileira durante o planejamento e/ou implementação de um projeto elétrico.

2.3.1 NORMAS APLICÁVEIS

As duas normas principais específicas abaixo desempenham um papel fundamental na elaboração deste trabalho. No entanto, é igualmente importante fazer referência a outras fontes complementares:

- NBR 5410:2004 – Instalações elétricas em baixa tensão;
- NT.004.EQLT – Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NBR 5444:1989 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- NBR ISO/CIE 8995•1:2013 –Iluminação de ambientes de trabalho;
- Resolução Normativa ANEEL N° 1.042, de 20 de setembro de 2022 - Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica.

2.3.2 PREVISÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS

A etapa de levantamento de cargas envolve a estimativa dos equipamentos e instalações que serão incorporados em um empreendimento. Essa estimativa pode ser subdividida em conceitos aplicáveis aos pontos de iluminação e aos pontos de tomada ou força. A NBR 5410:2004 considera duas categorias de carga básicas a serem previstas: iluminação e pontos de tomada. Pontos de tomada podem ser de uso geral ou de uso específico. Sendo assim, é importante que sejam considerados todos os equipamentos que podem ser utilizados naquela instalação.

2.2.2.1 ILUMINAÇÃO

Para a iluminação, é comum contar com um projeto especializado conhecido como projeto luminotécnico. Este tipo de projeto leva em consideração vários fatores, tornando-o particularmente relevante para ambientes comerciais ou locais que requerem um controle preciso da incidência de luz em áreas específicas. Portanto, podemos identificar duas abordagens distintas para o levantamento de carga relacionado aos pontos de iluminação.

2.2.2.2 RESIDENCIAL

Os projetos de iluminação devem garantir que cada ambiente tenha pelo menos um ponto de luz, idealmente no teto, embora a instalação possa ser feita na parede em situações específicas. Esse ponto deve ser controlado por um interruptor de parede. A definição de carga para esses pontos segue o item 4.2.1.2.2 Iluminação: a) as cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da ABNT NBR 5413 (atual NBR ISO/CIE 8995-1:2013 –Iluminação de ambientes de trabalho); b) para os aparelhos fixos de iluminação a descarga, a potência nominal a ser considerada deve incluir a potência das lâmpadas, as perdas e o fator de potência dos equipamentos auxiliares. Em 9.5.2.1 são fixados critérios mínimos para pontos de iluminação em locais de habitação..

É crucial entender que os valores de carga usados nos cálculos de consumo previsto não representam necessariamente a potência real das lâmpadas instaladas, de acordo com as especificações da ABNT de 2004. Esta distinção torna-se ainda mais importante considerando a crescente substituição de lâmpadas incandescentes por alternativas de LED, que são significativamente mais eficientes. O "Plano Nacional de Eficiência Energética" detalha essa transição e enfatiza a redução de consumo energético como um foco estratégico para o Brasil, seguindo a proibição da venda de lâmpadas incandescentes, iniciada em 2012. Lâmpadas LED podem reduzir o consumo de energia em até 85% se comparadas às incandescentes.

Contudo, embora a norma NBR 5410 tenha sido revisada em 2020, as diretrizes originais foram estabelecidas antes das recentes inovações tecnológicas em iluminação. A nova versão da norma já contempla algumas dessas mudanças, adaptando-se às tecnologias emergentes como as lâmpadas de LED. No entanto, é crucial que revisões futuras continuem a integrar avanços tecnológicos, ajustando parâmetros para potência de carga e questões associadas, como a seleção de condutores e dispositivos de proteção. Essa evolução normativa é essencial para garantir que as práticas de instalação elétrica acompanhem o ritmo dos avanços em materiais e componentes elétricos, promovendo a eficiência energética e a sustentabilidade.

2.2.2.3 NÃO RESIDENCIAL

No contexto de unidades não residenciais, é altamente aconselhável a realização de um

projeto luminotécnico. Esse tipo de projeto avalia a quantidade de luz incidente em um determinado ponto. Um dos métodos mais empregados para o dimensionamento é o método de lúmens, o qual será explicado em detalhes posteriormente. Antes de se empreender um projeto desse tipo, é fundamental compreender alguns conceitos essenciais.

- Fluxo luminoso (φ): Refere-se ao total de luz irradiada por uma fonte luminosa em todas as direções. A unidade de medida utilizada é o Lúmen, conforme definido pelo Sistema Internacional de Unidades.

- Intensidade Luminosa (I): É definida como o limite da razão entre o fluxo luminoso incidente em uma superfície ao redor de um ponto específico e a área dessa superfície, à medida que a área se aproxima de zero. Esta definição foi estabelecida pela ABNT em 1992. Sendo representada pela seguinte equação:

$$I = \frac{d\varphi}{d\beta} \quad (1)$$

Onde:

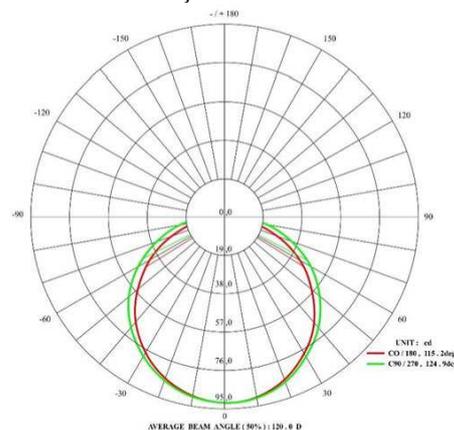
φ é fluxo luminoso emitido em lúmens,

β é o ângulo formado em torno de uma determinada direção,

I a intensidade luminosa. Sua unidade é denominada candela (Cd).

- Curva de Distribuição Luminosa (CDL): é um conceito fundamental na iluminação, usado para descrever como a luz é emitida por uma fonte luminosa em diferentes direções no espaço. Essa curva é uma representação gráfica que ilustra a intensidade luminosa de uma lâmpada ou luminária em função do ângulo, mostrando a distribuição espacial da luz emitida.

Figura 5– Curva de distribuição de intensidade luminosa.



Fonte: (ILUMAC, 2023).

• Iluminância (E): É a quantidade de luz que chega em um ponto ou área, também pode ser definida como uma razão entre o fluxo luminoso sobre a área de incidência. A unidade de medida é o *Lux*. Para se medir a iluminância existe um aparelho chamado luxímetro:

$$E = \frac{\varphi}{S} \quad (2)$$

Conforme visto, φ é o fluxo em lúmens e S é a área da superfície iluminada, em m^2 .

• Luminância (L): É a medida de sensação de claridade provocada por uma fonte de luz ou superfície iluminada e avaliada pelo cérebro. A luminância depende tanto do nível de iluminamento, quanto das características de reflexão das superfícies. No Sistema Internacional de Unidades corresponde à candela por metro quadrado [cd/m^2] (FILHO, 2017).

$$L = \frac{I}{S} \times \cos\alpha \quad (3)$$

Onde S é a superfície iluminada, α o ângulo entre a superfície iluminada e a vertical ortogonal à direção do fluxo luminoso e I a intensidade luminosa.

• Eficiência Luminosa (η): Para avaliar a eficiência de uma lâmpada, descobre-se relação entre a quantidade de lúmens emitidos e a potência consumida. Dessa relação, tem-se a eficiência luminosa cuja unidade é o lúmen por Watt [$lumen/W$] representada pela seguinte equação.

$$\eta = \frac{\varphi}{P} \quad (4)$$

Sendo η é a eficiência em lúmen/Watt, φ é o fluxo luminoso em lúmen e P é a potência consumida em *Watt*.

• Temperatura de cor: A temperatura de cor é uma especificação importante na iluminação, usada para descrever a tonalidade de cor emitida por uma fonte de luz. Ela é medida em Kelvin (K) e se refere à cor da luz que uma fonte luminosa aparenta ter. Ao

escolher a temperatura de cor, também é importante considerar o Índice de Reprodução de Cor (IRC), que indica quão precisas as cores parecem sob uma fonte de luz em comparação com a luz natural. Uma combinação de uma boa temperatura de cor e um alto IRC é essencial para muitas aplicações onde a fidelidade de cor é crítica.

- Fator de manutenção (MF ou FM): descreve a diminuição do desempenho luminoso de um sistema de iluminação ao longo do tempo. Esse fator é usado para prever a degradação na quantidade de luz emitida por luminárias e lâmpadas à medida que envelhecem e acumulam sujeira. Determinado conforme anexo D da NBR ISO/CIE 8995-1.

2.2.2.4 MÉTODO DOS LÚMENS

O método dos lúmens, também conhecido como cálculo luminotécnico, é uma técnica amplamente utilizada para determinar a quantidade de iluminação geral necessária para um espaço. Este método ajuda a garantir que um ambiente esteja adequadamente iluminado conforme as normas e os padrões de iluminação recomendados.

Ao aplicar o método, o projetista deve selecionar a lâmpada ou luminária adequada, considerando as especificações técnicas fornecidas pelo fabricante, incluindo o fluxo luminoso e a tabela de fator de utilização. Em seguida, é necessário avaliar a refletância de superfícies como o piso, o teto e as paredes, além de considerar a altura do plano de trabalho, o fator de manutenção e o nível de iluminância necessário para o ambiente.

Na aplicação do método, utiliza-se o índice do recinto ou fator K, que é uma métrica para classificar espaços com diferentes dimensões. Esta classificação é baseada em uma distribuição padronizada de luminárias. O fator K é determinado pela Equação 5, onde 'c' e 'l' representam o comprimento e a largura do recinto, respectivamente, e 'h' é a distância vertical da luminária ou lâmpada até o plano de trabalho (Gonçalves, 2012).

$$K = \frac{c \times l}{h \times (c + l)} \quad (5)$$

Em alguns casos, utiliza-se o RCR, a Razão da Cavidade do Recinto, que simplesmente é a relação observada na Equação 6 do fator K (Gonçalves, 2012).

$$RCR = \frac{5}{K} \quad (6)$$

Tanto o fator K quanto o RCR são parâmetros de entrada encontrados nas tabelas de

fatores de utilização, que são fornecidas pelos fabricantes. O fator de utilização é definido como a proporção do fluxo luminoso que uma luminária efetivamente distribui dentro de um ambiente específico. Para determinar esse fator, deve-se consultar a tabela do fabricante, cruzando os valores de K (ou RCR) com os valores de refletância do piso, teto e paredes do ambiente (Gonçalves, 2012). Por fim, deve-se determinar o fluxo luminoso do conjunto luminária e lâmpada, para então calcular o número de luminárias (N_l) que atendem às características do ambiente. A Equação 7 determina o número o fluxo luminoso e a Equação 8 o número de luminárias.

$$\varphi_{lum} = \varphi_{nom} \times n \quad (7)$$

$$N_l = \frac{c \times l \times E}{\varphi_{lum} \times FU \times FM} \quad (8)$$

Na equação para determinar a iluminação de um ambiente, utiliza-se φ_{nom} , o fluxo luminoso nominal da lâmpada, n , que representa o número de lâmpadas por luminária (ou $n = 1$ para luminárias que usam placas ao invés de lâmpadas), E , a iluminância ambiente especificada pela NBR 8995-1 de 2013, FU , o fator de utilização fornecido pelo fabricante, e FM , o fator de manutenção do ambiente (Gonçalves, 2012).

2.2.2.2 PONTOS DE TOMADA

Os pontos de tomada são divididos em duas categorias: tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE). As TUGs são destinadas a usos variados, onde não há consumo contínuo ou específico de energia por um aparelho determinado, e para essas, uma potência mínima de 100 VA é recomendada em ambientes residenciais. Para ambientes comerciais e industriais não há essa determinação. No item 9.5.2.2.2 da norma, estabelece a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos. Já as TUEs são usadas para aparelhos com demandas energéticas maiores e específicas, como geladeiras, fornos e secadores de cabelo, cuja potência é baseada nas especificações fornecidas pelo fabricante do aparelho (NBR 5410, 2004).

A capacidade de cada ponto de tomada é determinada com base no aparelho que será conectado. Contudo, devido à imprevisibilidade de uso em muitos cenários, estabelecem-se

valores-limite mínimos para tomadas de uso geral. Segundo a ABNT 2004: a) para tomadas situadas em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais similares, recomenda-se uma potência de 600 VA para os três primeiros pontos, e 100 VA para cada ponto adicional; b) para tomadas em outros tipos de ambientes, o valor mínimo recomendado é de 100 VA por ponto.

2.3.3 DIVISÃO DOS CIRCUITOS

Para uma instalação elétrica segura e eficaz, é crucial dividir o sistema em vários circuitos terminais, utilizando dispositivos de proteção localizados nos quadros de distribuição. Essa divisão ajuda na manutenção e minimiza riscos em caso de falhas. De acordo com a NBR 5410:2004, é recomendado separar cargas específicas e garantir que circuitos de iluminação e tomadas não se misturem. Além disso, cada circuito deve ser projetado para evitar realimentação inadvertida de outros circuitos. Circuitos distintos devem ser usados para diferentes aplicações e áreas com demandas elétricas específicas, como cozinhas e lavanderias, para assegurar uma distribuição equilibrada das cargas e facilitar a manutenção.

A distribuição dos circuitos deve ser feita de forma a balancear as cargas entre as fases disponíveis, seja em sistemas bifásicos ou trifásicos. Isso assegura uma maior eficiência e equilíbrio de potência. A norma não especifica um número exato de circuitos por instalação, mas recomenda que cargas específicas, como pontos de força e tomadas de uso específico, sejam separadas individualmente.

2.3.4 CÁLCULO DA DEMANDA

Para o cálculo da demanda, as Normas que regem o fornecimento de energia, usualmente, são as normas da concessionária local. As mesmas obedecem às normas da ABNT, porém em alguns casos tornando as instalações naqueles locais mais restritivas. A EQUATORIAL PIAUÍ por sua vez tem 3 normas de fornecimento de energia, porém nesse trabalho serão utilizadas 2:

- NORMA TÉCNICA - NT 001 – Fornecimento de energia elétrica em baixa tensão;
- NORMA TÉCNICA – NT 002 – Fornecimento de energia elétrica em média tensão

(13,8 kV, 23,1 kV e 34,5 kV);

- NORMA TÉCNICA - NT 004 – Fornecimento de energia elétrica a edificações em múltiplas unidades consumidoras.

Este estudo, focaremos nas primeira e terceira norma: a primeira regula o fornecimento de energia para edificações individuais e oferece diretrizes para medições. A segunda norma fornece orientações para o fornecimento de energia em situações envolvendo múltiplas unidades, como em edifícios comerciais, detalhando suas especificações e características gerais.

Este regulamento se aplica a todos os tipos de empreendimentos e construções que agreguem unidades consumidoras de baixa tensão (220/127V e 380/220V) com carga instalada até 75 kW. Para a segunda Norma é utilizada com carga instalada acima de 75 kW e até 2500 kW de demanda contratada. Isso inclui instalações permanentes ou temporárias, públicas ou privadas, para uso individual ou coletivo, como prédios isolados, complexos de edifícios, habitações coletivas ou loteamentos, localizados em áreas urbanas ou rurais.

O dimensionamento dos componentes da entrada de serviço, como ramais de ligação e de entrada, além de alimentadores em edificações de uso coletivo e agrupamentos, deve ser realizado com base na demanda total da edificação. Na determinação da demanda, o técnico responsável pelo projeto elétrico, deve adotar os critérios estabelecidos na Norma NT 004 EQLT, no item 8.2.1. Os dois critérios (carga instalada e área útil) mais usuais para o cálculo das demandas e que são utilizados pela CONCESSIONÁRIA, na análise dos projetos de EMUC. Para o nosso estudo, é utilizado o critério da carga instalada para o cálculo da demanda de EMUC comercial, incluindo cargas de EMERGÊNCIA (bombas de incêndio), este método leva em consideração a quantidade e tipos de carga da instalação. É aplicável tanto para a demanda total de edificações, quanto para demanda de cada unidade. A demanda é calculada pela expressão abaixo:

$$D = a + b + c + d + e + f + g$$

(9)

Onde:

- D - Demanda prevista da unidade consumidora;

- a - Demanda referente à iluminação e tomadas;
- b - Demanda referente aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento;
- c - Demanda dos aparelhos condicionadores de ar;
- d – Demanda relativa a motores elétricos;
- e - Demanda referente a máquinas de solda a transformador;
- f - Demanda dos aparelhos de raio X;
- g - Demanda referente a moto-bomba de hidromassagem.

Para calcular a demanda de forma mais realista, utiliza-se o fator de demanda (FD), que é um parâmetro de proporcionalidade. Conforme a Resolução Normativa ANEEL Nº 1000 de 07/12/2021, o FD é definido como a razão entre a demanda máxima em um dado intervalo de tempo e a carga instalada na unidade consumidora. Prever o fator de demanda pode ser desafiador devido à variabilidade dos padrões de uso de energia elétrica entre diferentes consumidores ou mesmo em uma única residência ao longo do tempo. No entanto, as concessionárias de energia elétrica oferecem tabelas que ajudam os projetistas a estimar a demanda de unidades consumidoras com uma boa aproximação. Para cada parâmetro citado, a norma regulamentadora estabelece sugestões para os respectivos fatores de demanda.

2.3.5 PADRÃO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Após determinar a demanda total prevista para uma residência, é possível escolher a opção tarifária mais adequada. Utilizando a Tabela 25A da NT.004.EQLT, pode-se classificar a unidade consumidora de acordo com a potência instalada ou demanda prevista. Esta classificação é crucial para definir as características do padrão de entrada, que inclui vários componentes dimensionados e selecionados conforme a faixa de consumo esperada. Essencialmente, a categoria de atendimento determina as seguintes características do padrão de entrada, ajustando a infraestrutura às necessidades energéticas da unidade consumidora.

- Seção transversal dos cabos do ramal de entrada;
- Diâmetro e material dos eletrodutos;
- Configuração do aterramento;
- Corrente nominal do disjuntor geral;
- Classe adequada da caixa para medidor e centro de medição.

O responsável pela edificação tem a flexibilidade de escolher a configuração do padrão de entrada de energia de acordo com as opções oferecidas pela concessionária. Essas opções incluem ramais de distribuição subterrâneos ou aéreos, fixações em colunas de alvenaria, pontaletes, postes particulares ou diretamente na fachada do edifício. A NT.004.EQLT, a partir do DESENHO 8, fornece ilustrações e detalhes técnicos das instalações, que são recursos valiosos tanto para o projetista quanto para o profissional encarregado da execução da obra.

2.3.6 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Dimensionar corretamente os condutores é crucial em qualquer projeto elétrico, pois isso não só assegura a segurança dos usuários, mas também estende a vida útil dos cabos, tanto do material condutor quanto, especialmente, da isolação. A escolha apropriada do material leva em conta principalmente os efeitos térmicos que podem ser causados por sobrecargas ou fatores ambientais externos. A preservação da qualidade da isolação é essencial para evitar curtos-circuitos, choques elétricos e fugas de corrente para o solo ou partes condutivas da edificação. Além disso, um dimensionamento adequado da parte condutiva dos cabos garante que a corrente necessária para alimentar os aparelhos seja transmitida eficientemente, mantendo a queda de tensão dentro de limites seguros.

A NBR 5410:2004, no item 6.2.6.1.2, estabelece critérios essenciais para os condutores de uma instalação elétrica, visando garantir seu funcionamento adequado. Estes critérios incluem: a seção mínima do condutor, sua capacidade de condução de corrente, e os limites de queda de tensão. Além desses parâmetros, o documento também menciona outras proteções necessárias. A análise individual desses fatores permite a seleção de um condutor que cumpra com as exigências específicas de cada ponto da instalação. Ao final do processo, o condutor escolhido deve ser aquele com a maior seção transversal dentre os avaliados, para assegurar eficiência e segurança.

2.2.6.1 SEÇÃO MÍNIMA

O critério da seção mínima é o ponto de partida para o dimensionamento de condutores em uma instalação elétrica. Conforme especificado na Tabela 47 do item 6.2.6.1.1 da NBR 5410:2004, este critério fornece os valores de seção mínima necessários para garantir adequação mecânica dos condutores, dependendo do circuito ou do aparelho que eles irão

alimentar. Essa etapa é essencial para assegurar que os condutores possam suportar as tensões mecânicas durante a instalação e uso, além de atender às exigências de segurança e eficiência energética.

Frequentemente, ao projetar instalações elétricas, o projetista pode encontrar valores baixos de corrente calculados para os condutores de fase de alguns circuitos. No entanto, existem requisitos mínimos para as seções dos cabamentos por razões mecânicas, que devem ser seguidos para determinadas cargas. A Tabela 1 fornece alguns desses valores mínimos, garantindo que os condutores possam suportar não apenas as demandas elétricas, mas também as exigências mecânicas associadas ao seu uso.

Tabela 1– Valor mínimo de seção dos condutores.

Instalações fixas em geral	Circuito	Seção mínima mm ²	
		Cobre	Alumínio
Com condutores isolados	Iluminação	1,5	16
	Tomadas e pontos de força	2,5	16
	Sinalização e controle	0,5	-
Com condutores nus	Tomadas e pontos de força	10	16
	Sinalização e controle	4	-

Fonte: Adaptado de (NBR 5410, 2004).

2.2.6.2 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

O critério de capacidade de condução de corrente é essencial para assegurar a durabilidade dos condutores e de suas isolações. Este critério protege contra os efeitos térmicos resultantes da passagem de corrente em condições normais de operação. Além disso, condições externas como a agrupação de circuitos em um mesmo eletroduto, a temperatura ambiente ou do solo, e o método de instalação podem elevar a temperatura dos condutores. Para cada uma dessas condições, ajustes na corrente de projeto são realizados através de fatores de correção adequados, conforme estipula a ABNT em 2004.

As Tabelas 36 e 37 da NBR 5410:2004 detalham as capacidades de condução de corrente para diferentes seções transversais de condutores com isolamento em PVC e EPR/XLPE, respectivamente. Essas tabelas aplicam-se a métodos de referência/instalação A1, A2, B1, B2, C e D, conforme o item 6.2.5.1.2 da norma. Elas assumem temperaturas ambiente

e de solo de 30°C e 20°C, respectivamente. Portanto, se as condições locais de temperatura diferem desses valores, deve-se aplicar o fator de correção de corrente (fator de correção k_1) encontrado na Tabela 40 da mesma norma. Esta abordagem garante que os condutores operem de forma segura e eficiente, ajustando-se às variações ambientais específicas do local de instalação.

Quando se trata de condutores enterrados no solo, as capacidades de condução de corrente são estabelecidas assumindo uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. Se a resistividade térmica do solo for maior do que essa referência, é necessário ajustar os valores de capacidade de condução de corrente usando o fator de correção k_2 , conforme especificado na Tabela 41 da NBR 5410:2004. Alternativamente, a substituição do solo ao redor dos condutores por terra ou outro material com melhores propriedades de dissipação térmica pode evitar a necessidade desses ajustes, assegurando que os condutores operem de maneira eficiente e segura sob diversas condições de solo.

Os dados nas tabelas de referência da NBR 5410:2004 são baseados na premissa de que apenas um circuito passa por cada duto. No entanto, é comum que eletrodutos ou calhas sejam utilizados para alocar múltiplos circuitos. Para esses casos, a Tabela 42 da norma fornece fatores de correção que devem ser aplicados de acordo com o número de circuitos agrupados, conhecidos como fator de correção k_3 . Com esses ajustes, os fatores de correção k_1 (para temperatura), k_2 (para resistividade térmica do solo) e k_3 (para agrupamento de circuitos), é possível calcular a corrente corrigida, que será a capacidade efetiva de condução de corrente ajustada às condições reais da instalação. Este cálculo assegura que a instalação elétrica funcione de maneira segura e eficiente, conforme as variações e exigências do ambiente instalado.

$$\frac{I_b}{I_{corrigida}} = k_1 + k_2 + k_3 \quad (10)$$

A corrente de projeto original, I_b , é determinada pela razão entre a potência do circuito e a tensão nominal da rede, considerando valores eficazes. Uma vez conhecido o método de referência/instalação e o número de condutores no circuito, conforme indicado na Tabela 46 da NBR 5410:2004, o condutor adequado pode ser selecionado a partir das Tabelas 36 e 37 da mesma norma. Essas tabelas ajudam a garantir que o condutor escolhido possa manejar adequadamente a corrente projetada sob condições normais de operação, levando em consideração as necessidades específicas de instalação e os possíveis agrupamentos de

condutores.

Para edifícios comerciais, os métodos de instalação comuns incluem os tipos B1 (Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria) e D (Cabos unipolares em eletroduto ou canaleta não ventilada enterrada), conforme a Tabela 33 da NBR 5410:2004. Em ambientes comerciais, é frequente a utilização de cabos com isolamento em EPR ou XLPE, que, embora tenham um custo inicial mais alto em comparação com os de PVC, oferecem maior resistência a temperaturas e são adequados para as demandas energéticas mais elevadas típicas de tais edificações.

2.2.6.3 LIMITES DE QUEDA DE TENSÃO

Ter conhecimento sobre as quedas de tensão ao longo de uma instalação é crucial para o dimensionamento correto dos condutores. A maioria dos aparelhos é projetada para operar na tensão nominal fornecida pela rede elétrica, e trabalhar com valores inferiores pode causar acidentes ou danificar o equipamento em questão (Cavalin; Cervelin, 2006).

A NBR 5410:2004 estipula, no item 6.2.7.1, que a queda de tensão em qualquer ponto da instalação não deve exceder 5% a partir do ponto de entrega, no caso de fornecimento em tensão secundária. Para residências, outros pontos de referência menos comuns também são mencionados. Adicionalmente, determina-se que os circuitos terminais não devem sofrer quedas de tensão superiores a 4% em relação à tensão nominal da rede elétrica. Essa diretriz é particularmente valiosa para avaliações de queda de tensão a partir do quadro de distribuição principal.

Fabricantes e fornecedores de cabos elétricos disponibilizam catálogos técnicos que apresentam os parâmetros de queda de tensão dos condutores em V/A.km. Para calcular a queda de tensão total em um trecho de instalação, considerando a carga na extremidade desse trecho, pode-se utilizar a seguinte equação (Souza, 2021):

$$U = \Delta U \times I_b \times l \quad (11)$$

Sendo:

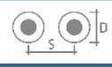
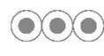
- U - Queda de tensão no trecho especificado;
- ΔU - Parâmetro de queda de tensão em V/A.km (fabricante);
- I_b - Corrente de projeto em Ampère;
- l - Comprimento do trecho em km.

Ao calcular a queda de tensão para um edifício comercial, onde a carga também é distribuída, mas geralmente maior e mais complexa do que em residências, a aplicação da equação precisa considerar vários fatores adicionais. O princípio básico da equação permanece similar:

$$U = \Delta U \times \Sigma I_b \times l \quad (12)$$

Na Tabela 3, você pode ver um exemplo que ilustra como os parâmetros de queda de tensão variam de acordo com a seção transversal dos condutores, o modelo de agrupamento desses condutores, e o fator de potência da carga que é alimentada pelo segmento de cabeamento em análise. Esta tabela é uma ferramenta útil para entender como diferentes variáveis impactam a queda de tensão em um sistema elétrico, permitindo aos projetistas escolher a configuração mais adequada para manter a eficiência energética e a segurança das instalações elétricas.

Tabela 2 – Queda de Tensão - Superastic Flex (cobre) e Afumex Green (cobre), 60 Hz.

Seção nominal (mm ²)										
			s = 2.D		s = 13 cm		s = 20 cm			
	FP=0,80 (V/A.km)	FP=0,95 (V/A.km)	FP=0,80 (V/A.km)	FP=0,95 (V/A.km)	FP=0,80 (V/A.km)	FP=0,95 (V/A.km)	FP=0,80 (V/A.km)	FP=0,95 (V/A.km)	FP=0,80 (V/A.km)	FP=0,95 (V/A.km)
1,5	23,34	27,62	23,40	27,66	25,93	30,46	15,90	0,44	22,15	26,21
2,5	14,33	16,93	14,39	16,96	15,75	18,39	9,55	0,42	13,36	15,77
4	8,96	10,56	8,99	10,55	9,89	11,44	5,92	0,40	8,33	9,80
6	6,05	7,07	6,11	7,13	6,67	7,63	3,95	0,39	5,59	6,56
10	3,63	4,23	3,71	4,28	4,08	4,58	2,29	0,37	3,29	3,83
16	2,33	2,68	2,39	2,72	2,61	2,85	1,45	0,34	2,12	2,44
25	1,51	1,71	1,57	1,75	1,85	1,96	0,93	0,33	1,41	1,60
35	1,12	1,25	1,18	1,28	1,40	1,43	0,66	0,31	1,03	1,15
50	0,85	0,94	0,92	0,97	1,06	1,05	0,46	0,30	0,75	0,82
70	0,62	0,67	0,68	0,70	0,83	0,78	0,33	0,29	0,56	0,59
95	0,48	0,50	0,54	0,53	0,69	0,62	0,25	0,28	0,45	0,46
120	0,40	0,41	0,46	0,44	0,60	0,52	0,19	0,27	0,38	0,38
150	0,35	0,34	0,41	0,37	0,52	0,44	0,16	0,26	0,33	0,31
185	0,30	0,28	0,36	0,32	0,47	0,38	0,13	0,25	0,29	0,27
240	0,26	0,23	0,32	0,26	0,41	0,32	0,10	0,24	0,25	0,22

Fonte: (PRYSMIAN, 2022).

2.3.7 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Dispositivos de proteção são essenciais em qualquer instalação elétrica, pois garantem a segurança de pessoas, animais e dos componentes elétricos envolvidos. Segundo a NBR 5410:2004, no item 6.2.6.1.2, é crucial que o dimensionamento dos condutores seja adequado

para suportar os requisitos de proteção. Isso inclui adequação aos dispositivos de proteção que interrompem a corrente em casos de curto-circuito ou sobrecarga, prevenindo danos e garantindo a operação segura do sistema elétrico. Os dispositivos de proteção, como disjuntores e fusíveis, são projetados para desligar automaticamente o circuito elétrico quando detectam condições que possam levar a incidentes perigosos:

- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curtos-circuitos e solicitações térmicas;
- Proteção contra choques elétricos por seccionamento automático da alimentação em esquemas TN e IT.

2.2.7.1 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS

Correntes de sobrecarga ocorrem quando a corrente excede o valor projetado, mas não ultrapassa dez vezes a corrente nominal. Esse excesso pode levar a um aumento significativo da temperatura dos condutores, afetando principalmente a isolação. Situações de sobrecarga podem resultar em incêndios, choques elétricos ao tocar materiais condutores e danos gerais aos trechos da instalação. Uma das causas comuns de sobrecarga é a alimentação de cargas que exigem mais potência do que a prevista no projeto do sistema elétrico (Cavalin; Cervelin, 2006).

A proteção contra sobrecargas em residências é frequentemente realizada com o uso de disjuntores termomagnéticos. Esses dispositivos são projetados para interromper automaticamente a alimentação elétrica em casos de sobrecargas e curtos-circuitos, graças a componentes que respondem a variações térmicas e magnéticas. Essa capacidade de resposta rápida é crucial para garantir a segurança das instalações elétricas (Cavalin; Cervelin, 2006).

De acordo com a NBR 5410:2004, no item 5.3.4, são detalhados os requisitos essenciais para assegurar a proteção eficaz contra sobrecargas. O item 5.3.4.1 da norma especifica as condições necessárias para essa proteção, incluindo aspectos como a capacidade dos dispositivos de detecção e interrupção de correntes excessivas e as características técnicas que os disjuntores devem cumprir para garantir tanto a segurança dos usuários quanto a integridade dos equipamentos e da instalação elétrica como um todo.

$$I_b < I_n < I_Z \quad (13)$$

$$I_2 < 1,45 < I_z \quad (14)$$

Onde:

- I_B - Corrente de projeto do circuito;
- I_z - Capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação;
- I_n - Corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação;
- I_2 - Corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis.

A condição (14) da NBR 5410:2004 refere-se ao uso seguro dos condutores sob condições de sobrecarga. Esta regra é aplicável desde que seja possível assegurar que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores, especificada na Tabela 35 da norma, não seja excedida por mais de 100 horas durante 12 meses consecutivos ou por 500 horas durante a vida útil do condutor. Caso não seja possível garantir que esses limites de temperatura sejam mantidos, a condição (14) deve ser substituída pela condição (15), que provavelmente especifica critérios mais rigorosos ou alternativas de proteção para lidar com situações de sobrecarga que ultrapassem as limitações da condição (14). Esta adaptação é fundamental para evitar danos ao isolamento dos condutores e garantir a segurança e a durabilidade da instalação elétrica.

$$I_2 < I_z \quad (15)$$

Disjuntores comerciais estão disponíveis em uma ampla gama de correntes nominais, dependendo do fabricante. Geralmente, é possível encontrar disjuntores monopolares, bipolares e tripolares com correntes nominais variando de 2 A a 125 A. Essa variedade permite a adequação a diferentes necessidades e especificações de instalações elétricas residenciais, garantindo segurança e eficiência conforme as demandas de carga de cada circuito (Schneider Electric, 2022).

Ao escolher disjuntores, é essencial considerar a curva de atuação do dispositivo, que descreve como ele responde em função da corrente que passa por ele e do tempo exposto a

essa corrente. As curvas de disjuntores são categorizadas da seguinte forma:

- Curva A: Ideal para proteger cargas com componentes eletrônicos sensíveis, pois atua rapidamente em correntes ligeiramente superiores à nominal;
- Curva B: Mais comum em aplicações residenciais, usado para proteger cargas resistivas como iluminação e tomadas de uso geral;
- Curva C: Adequada para cargas de natureza indutiva, como motores e eletrodomésticos que iniciam com altas correntes de partida, como micro-ondas e motores em residências.

Essa diferenciação é importante porque cada tipo de carga tem características distintas de partida e operação, e o disjuntor correto irá garantir tanto a segurança quanto a eficiência do sistema elétrico (Souza, 2021).

2.2.7.2 PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITOS

Um curto-circuito ocorre quando há contato direto ou através de um material com baixa impedância entre condutores com potenciais elétricos diferentes. Esse contato inesperado gera uma corrente que pode alcançar de 1.000% a 10.000% da corrente nominal. A permanência prolongada nesse estado pode causar danos significativos, desde a destruição do trecho de circuito afetado até a possibilidade de incêndios devido ao excesso de calor gerado pela alta corrente. Portanto, é essencial que os sistemas elétricos sejam equipados com proteções adequadas para detectar e interromper rapidamente curtos-circuitos, minimizando riscos e prejuízos (Cavalin; Cervelin, 2006).

Um curto-circuito acontece quando a fase entra em contato com neutro/terra ou mesmo com outra fase (Cavalin; Cervelin, 2006). É crucial que a interrupção da alimentação elétrica em casos de curto-circuito ocorra rapidamente para reduzir o risco de acidentes ou danos materiais. A NBR 5410:2004 enfatiza a importância de dispositivos de proteção eficazes, como disjuntores e fusíveis, que são projetados para atuar rapidamente em tais situações. Os disjuntores são comumente utilizados em residências porque podem ser reiniciados após a interrupção devido a um curto-circuito. Em contraste, os fusíveis, apesar de eficazes, são menos usados em residências porque precisam ser substituídos após cada atuação, o que pode ser inconveniente e menos econômico a longo prazo.

A capacidade de interrupção do disjuntor deve ser, no mínimo, igual à corrente de curto-circuito estimada para o ponto em questão. De acordo com o item 5.3.5.5.2 da NBR

5410:2004, é necessário que a integral de Joule permitida pelo disjuntor seja igual ou inferior à integral de Joule necessária para aquecer o condutor da temperatura máxima para serviço contínuo até a temperatura limite de curto-circuito. Matematicamente, essa condição é expressa pela seguinte fórmula:

$$\int_0^t i^2 \cdot dt \leq k^2 \cdot S^2 \quad (16)$$

Onde a primeira parte da inequação é a integral de Joule que o dispositivo disjuntor (ou fusível) deixa passar e a segunda é a integral de Joule necessária para realizar a elevação de temperatura no condutor dentro dos limites estabelecidos acima. O parâmetro k pode ser obtido na Tabela 30 da mesma norma e S é a seção transversal do condutor. Há ainda casos em que, considerando um curto-circuito em que a assimetria da corrente não seja significativa, ou com assimetria, mas que o tempo de duração esteja entre $0,1 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$, a equação (16) pode ser simplificada para:

$$I^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2 \quad (17)$$

Para entender e calcular a corrente de curto-circuito em instalações elétricas, utilizamos a corrente presumida de curto-circuito I e a duração do curto-circuito t , medida em segundos. As concessionárias de energia frequentemente fornecem esses dados para o ponto de entrega, permitindo o uso de tabelas de correntes presumidas para estimar valores em outros pontos da instalação.

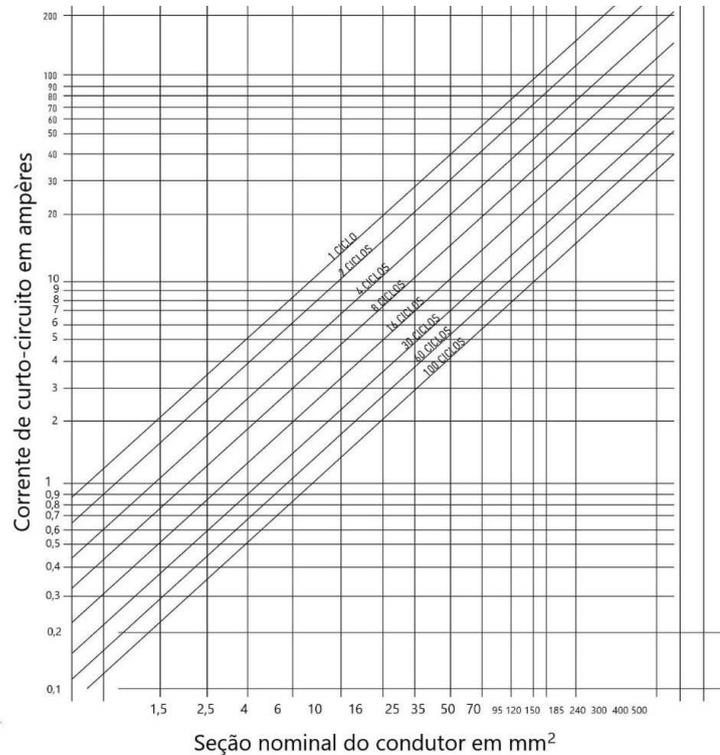
Um recurso útil para este fim é o Guia EM da NBR 5410, publicado pela revista Eletricidade Moderna. Este guia inclui uma tabela detalhada que ajuda a determinar as características apropriadas dos condutores, como a seção transversal para cabos de cobre e alumínio, e também fornece informações sobre diferentes comprimentos de circuitos.

Ao iniciar com as características do condutor, você pode mover-se lateralmente para encontrar os valores correspondentes para o comprimento do circuito. A partir desse ponto, ao descer na mesma coluna, você encontra várias correntes de curto-circuito estimadas para esse comprimento. O último passo é verificar, dentro dessa coluna, qual célula fornece o valor correto para a corrente no ponto desejado, considerando a corrente de curto-circuito a montante fornecida no início da tabela.

Este método organizado facilita a escolha adequada dos parâmetros de projeto para

abaixo pode-se ver seções transversais para condutores. Também são apresentadas as curvas que indicam a corrente suportada por cada condutor, a depender do tempo (ciclos).

Figura 6– Gráficos da capacidade de corrente de curto-circuito.



Fonte: (Construfios, 2022).

Com a corrente de curto-circuito presumida identificada para o ponto em análise e o condutor dimensionado conforme métodos anteriormente discutidos, é possível determinar a resistência do condutor em cenários de curto-circuito medindo o número de ciclos que ele pode suportar. Um ciclo, neste contexto, corresponde a 16,67 milissegundos, o que é um ciclo de uma frequência de 60 Hz (típica em redes elétricas).

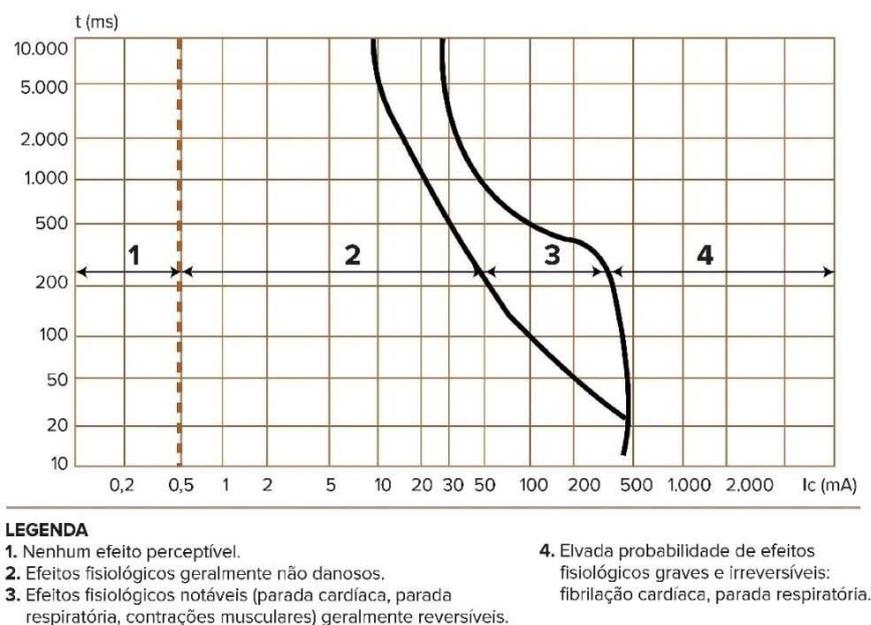
Por exemplo, considerando uma corrente de curto-circuito de 1 kA, um condutor de 1,5 mm² pode suportar até 4 ciclos antes de sofrer danos. Isso implica que, em menos de um segundo após o início do curto-circuito, o condutor pode ser comprometido, destacando a importância de dispositivos de proteção rápida como disjuntores termomagnéticos para interromper a corrente e prevenir danos mais sérios à instalação elétrica.

2.2.7.3 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES - ESQUEMA TN

De acordo com Abracopel (2023), um choque elétrico é definido como uma

perturbação fisiológica que ocorre quando o corpo humano é percorrido por uma corrente elétrica. Os choques elétricos mais comuns em instalações elétricas acontecem quando uma pessoa, estando em um potencial aproximadamente neutro como o do solo, toca em uma estrutura que está energizada, ou seja, em um potencial elétrico mais alto. Essa diferença de potencial causa a passagem de uma corrente pelo corpo, que pode resultar em sérios problemas de saúde, dependendo de vários fatores, incluindo a intensidade da corrente. A título de exemplo, uma corrente de 30 mA já é capaz de levar um indivíduo à morte (de Souza; Aguiar; Vieira, 2020). Na Figura 7 pode-se conferir um gráfico de zonas tempo-corrente relacionadas aos efeitos fisiológicos causados pela circulação de correntes no corpo.

Figura 7– Zonas tempo-corrente de efeitos de corrente alternada (15 a 100 Hz) sobre pessoas.



Fonte: (Moreno; Costa, 2018)

A NBR 5410:2004, item 5.1.1.1, dispõe que “massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas”. O item 5.1.2.2.4.1, alínea a), complementa mostrando que um dispositivo de proteção deve seccionar a alimentação sempre que uma falta no circuito/equipamento originar uma tensão de contato superior ao valor pertinente da tensão de contato limite U_L .

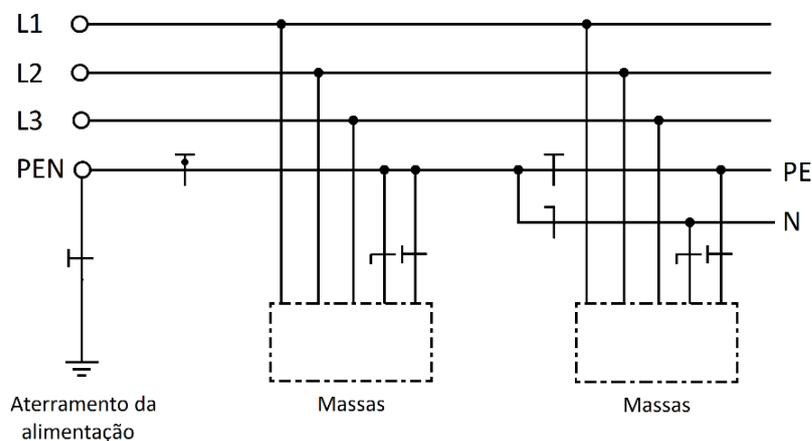
No esquema TN de aterramento, muito usual em residências e edifícios comerciais,

é possível utilizar os seguintes dispositivos de proteção:

- Dispositivos de proteção a sobrecorrente;
- Dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual - DR.

Em relação à primeira categoria, um exemplo é o próprio disjuntor termomagnético, já visto anteriormente. No que diz respeito ao dispositivo DR, é recomendado a utilização de equipamento de alta sensibilidade - 30 mA ou menos (Cavalin; Cervelin, 2006). Na utilização de dispositivos de proteção, como o Dispositivo Diferencial Residual (DR), é importante notar que não são compatíveis com o esquema de aterramento TN-C. Neste esquema, o condutor neutro e de proteção são combinados em um único condutor PEN. Para que o DR seja efetivamente utilizado, o sistema de aterramento deve ser convertido para TN-C-S. Neste último, o condutor PEN é dividido em separado para neutro e terra antes de conectar o DR, que então recebe o neutro e as fases, com o cabo de proteção passando externamente ao dispositivo (ABNT, 2004). Este método de aterramento oferece vantagens significativas para a instalação, pois permite a conexão das carcaças metálicas dos aparelhos a um ponto de potencial neutro através de um meio de baixa impedância, aumentando a segurança. Além disso, é um esquema relativamente fácil de implementar, especialmente quando a concessionária de energia já fornece um condutor neutro aterrado. Além disso, ele também pode ser um esquema de fácil implementação quando a concessionária de energia entrega um condutor neutro já aterrado. Na Figura 8 é possível visualizar esse esquema de aterramento:

Figura 8– Esquema de aterramento TN-C-S.



Fonte: (ABNT, 2004).

No caso de falta entre uma fase e um condutor de proteção ou uma massa, considerando a impedância do circuito, o dispositivo de proteção deve atuar dentro dos limites de tempo estabelecidos pela Tabela 4.

Tabela 4– Tempos de seccionamento máximos no esquema TN.

U _o V	Tempo de seccionamento s	
	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
254	0,4	0,20
277	0,4	0,20
400	0,2	0,05

NOTAS

1 U_o é a tensão nominal entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.

2 As situações 1 e 2 estão definidas no anexo C.

Fonte: (ABNT, 2004).

Onde:

- Situação 1 - relacionada a locais com baixa umidade, como quartos, salas, cozinhas, lojas, escritórios e ambientes industriais em geral (Moreno; Costa, 2018).
- Situação 2 - relacionada a locais molhados, tais como banheiros e áreas externas (Moreno; Costa, 2018).

Mais detalhes das situações podem ser encontrados no anexo C da norma brasileira. A mesma considera atendida a prescrição se a seguinte condição for satisfeita:

$$Z_s \times I_a \leq U_o \quad (18)$$

Onde:

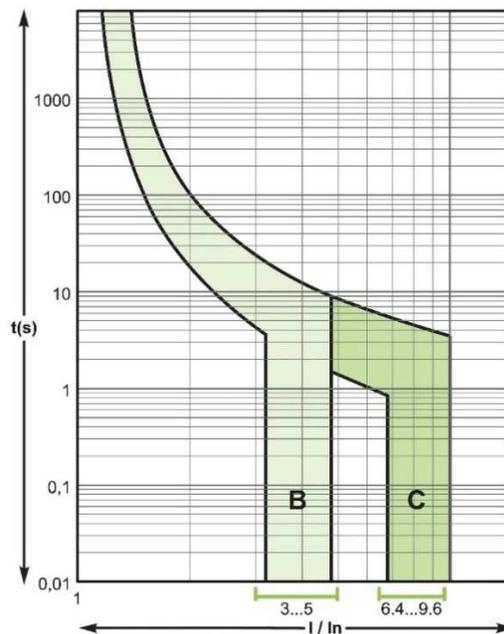
- Z_s é a impedância, em ohms, do percurso da corrente de falta, composto da fonte, do condutor vivo, até o ponto de ocorrência da falta, e do condutor de proteção, do ponto de ocorrência da falta até a fonte;
- I_a é a corrente, em ampères, que assegura a atuação do dispositivo de proteção num

tempo no máximo igual ao especificado na Tabela 25 da mesma norma, Tabela 4 deste trabalho;

- U_0 é a tensão nominal, em volts, entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.

A corrente, em ampères, que assegura a atuação do dispositivo de proteção em função do tempo pode ser obtida pela curva de atuação do dispositivo. Na Figura 9 são dispostas as curvas de disjuntores curva B e C - os mais comuns em residências:

Figura 9 – Curva de atuação de disjuntores de categorias B e C.



Fonte: (Schneider Electric, 2022).

2.2.7.4 PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

Os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) são essenciais conforme a norma NBR 5410:2004, sendo projetados para proteger as instalações elétricas das edificações contra sobretensões transitórias. Estas sobretensões geralmente ocorrem devido a descargas atmosféricas indiretas que afetam as linhas elétricas, bem como linhas de sinal. Para garantir uma proteção eficaz, é fundamental que os DPS atendam aos padrões da norma internacional IEC 61643-1. Em geral, de modo que a escolha de suas características deve se basear em: a) nível de proteção; b) máxima tensão de operação contínua; c)

suportabilidade a sobretensões temporárias; d) corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso; e) suportabilidade à corrente de curto circuito (Cavalin; Cervelin, 2006).

No item 6.3.5.2.4 da NBR 5410:2004 são impostas condições a serem satisfeitas no que tange à escolha do DPS. É comum que se utilize dispositivos de classe II, destinados à proteção de equipamentos de utilização e alocados no quadro de distribuição principal (Cavalin; Cervelin, 2006). A Tabela 31 da norma brasileira define que DPS de classe II para atuação em sistemas trifásicos devem garantir uma tensão de impulsos suportável de 2,5 kV. A Tabela 49 da mesma norma, por sua vez, mostra que a máxima tensão de operação contínua do DPS em um esquema TN-C-S é de $1,1 U_0$ (tensão nominal de fase). A suportabilidade à corrente de curto-circuito deve levar em consideração a corrente presumida no quesito de proteção contra curto-circuito, e a corrente nominal de descarga não deve ser menor que 5 kA (Souza, 2021).

2.3.8 DIMENSIONAMENTO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

No quadro de distribuição de são dispostos os dispositivos de proteção e manobra da instalação, como disjuntores termomagnéticos, dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual, dispositivos de proteção contra surtos e até barramentos. A NBR 5410:2004 define observações a serem feitas acerca desse ponto da instalação considerando que o mesmo cumpre papéis nos âmbitos de proteção, manobra e comando. O dimensionamento do quadro é feito levando em consideração o número de dispositivos monofásicos, bifásicos e trifásicos, adicionado do número de espaços reserva, ditado pela Tabela 59 da mesma norma.

2.3.9 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

A NBR 5410:2004 define parâmetros acerca de eletrodutos no item 6.2.11.1. Pontos importantes a serem observados é que só são admitidos eletrodutos constituídos de material não propagante de chama; estes devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação e sua taxa de ocupação deve estar dentro dos limites estabelecidos:

- 53% para um condutor alocado no eletroduto;
- 31% para dois condutores alocados no eletroduto;
- 40% para três ou mais condutores alocados no eletroduto.

3 ESTUDO DE CASO

Este capítulo é dedicado à apresentação detalhada do objeto de estudo: um edifício comercial com múltiplas unidades consumidoras. Serão explorados os aspectos construtivos do edifício, bem como o projeto elétrico de baixa tensão e o projeto luminotécnico do pavimento térreo. Todos esses elementos são desenvolvidos com base nos conceitos teóricos discutidos nos capítulos anteriores, garantindo uma aplicação prática das teorias abordadas.

3.1 APRESENTAÇÃO DA OBRA

O edifício comercial deste estudo de caso fica localizada na Av. 13 de Maio, Centro, na cidade de Colônia do Gurguéia - PI. O empreendimento comercial será um dos maiores da cidade e região, destinado a se tornar um importante polo de negócios. Esta estrutura multifuncional promete não apenas impulsionar a economia local, mas também oferecer uma ampla gama de serviços e comodidades para atender às necessidades diversificadas de residentes e visitantes. Devido à escassez de profissionais qualificados na região para projetos elétricos, a dona do empreendimento entrou em contato solicitando o desenvolvimento e execução da instalação elétrica do local, assegurando conformidade com as normas vigentes. Contudo, como a obra já se encontrava em andamento, tornaram-se necessárias várias visitas técnicas para ajustar e modificar partes do projeto elétrico da edificação, garantindo que as instalações atendessem tanto às exigências técnicas quanto às operacionais.

Durante a primeira visita, foram realizadas observações da disposição dos eletrodutos, caixa de passagem, quadro geral de cargas e centro de medição, todos previamente estabelecidos pelo mestre de obras da construção. O foco foi identificar qualquer inconformidade com as normas técnicas vigentes, com o intuito de, posteriormente, propor melhorias que assegurem a segurança e a eficiência da instalação elétrica. Atualmente a edificação é composta por por 2 pavimentos. A área total de construção é de aproximadamente 442 m², e será dividida conforme a Tabela 5.

Tabela 5– Divisão dos ambientes do projeto do Edifício Comercial EMUC.

Pavimento	Ambiente
Térreo	Drogaria
	Sala Farmacêutico
	<i>WC</i> Executivo
	<i>WC</i> Comum
	Copa
	<i>Hall</i>
	Depósito
	Escritório
	Perfumaria
	<i>WC</i> Perfumaria
Segundo Pavimento	Recepção
	Copa
	Sala de Estar
	<i>WC</i> 1
	<i>WC</i> 2
	<i>Hall</i>
	Consultório
	<i>WC</i> Consultório
	Escritório 1-6

Fonte: autoria própria (2023).

O primeiro pavimento suportará a maior carga elétrica do edifício. Ele abrigará uma drogaria com uma área de 156 m², equipada com diversos aparelhos instalados. O segundo pavimento é composto por um consultório médico destinado a consultas básicas, sem equipamentos de alta potência. Além disso, há escritórios destinados ao aluguel para uso administrativo, incluindo advocacia e empresas locais, entre outros.

A Figura 10 apresenta a situação atual do edifício no momento do levantamento para o projeto elétrico, enquanto a Figura 11 mostra as perspectivas externas de acordo com o projeto arquitetônico.

Figura 10 – Situação atual do edifício EMUC.



Fonte: autoria própria (2023).

Figura 11– Perspectivas do projeto arquitetônico do Edifício EMUC.



Fonte: (Adaptado do projeto arquitetônico da arquiteta Clara Sousa, 2023).

3.2 PROJETO LUMINOTÉCNICO

A iluminação nas unidades consumidoras da drogaria e perfumaria foi projetada utilizando o Método dos Lúmens, visando atender aos níveis de iluminância recomendados para diferentes tipos de atividades, conforme estabelece a NBR 8995 (2013). Os resultados obtidos foram validados através de comparações com simulações realizadas no software Dialux, garantindo a adequação e eficácia do projeto luminotécnico.

3.2.1 MÉTODOS DOS LÚMENS

No projeto luminotécnico, optou-se por luminárias LED do tipo painel de sobrepor, que foram montadas sob o forro. A decisão pelo uso dessas luminárias partiu do proprietário da obra, que considerou vários fatores na sua escolha: a eficiência energética, a durabilidade e manutenção do fluxo luminoso, a estética das luminárias e a temperatura de cor adequada para os ambientes.

Para a iluminação da área da farmácia, com 108,65 m², foi selecionada a luminária Lumicenter, modelo EHT07 – E3500850 (ficha técnica em anexo). Esta luminária possui uma potência de 36 watts e é capaz de emitir um fluxo luminoso de 3.685 lumens, proporcionando uma iluminação intensa e eficiente. A temperatura de cor escolhida foi de 5000K, que oferece uma luz branca que é ideal para destacar a limpeza e a organização do espaço.

A escolha deste modelo de luminária levou em consideração não apenas a eficiência energética e a adequação luminosa, mas também as características refletivas dos materiais presentes na farmácia. Com refletâncias de 70% no teto, 50% nas paredes e 20% no piso, todas de cores claras, o projeto busca maximizar o aproveitamento da luz emitida, garantindo uma distribuição luminosa uniforme e confortável para clientes e funcionários. Este arranjo contribui significativamente para a redução do consumo de energia, ao mesmo tempo em que mantém um ambiente bem iluminado e acolhedor.

Após a escolha das luminárias adequadas para o projeto luminotécnico, verificou-se na normativa NBR 8995 (2013) o nível de iluminância (E) aceitável para cada ambiente.

A luminária utilizada tem seu fator de utilização relacionado com o índice RCR, assim, para o cálculo da drogaria e perfumaria, será utilizado a equação 19 para ambientes irregulares.

$$RCR = \frac{2,5 \times h_m \times P}{A} \quad (19)$$

- h_m : altura de montagem da luminária;
- P : perímetro do ambiente;
- A : área do ambiente.

Tabela 6– Características da Drogaria.

Ambiente	Área	Altura	Perímetro	RCR
Farmácia	108,65	3,03	42,00	2,93

Fonte: autoria própria (2023).

Pela tabela do fator de utilização disponibilizada pela luminária lumicenter modelo EHT07 – E3500850, determinamos o FU.

Figura 12 – Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.

Fator de utilização:

Teto (%)	70				50				30				0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20				20				20				0
RCR	Fator de Utilização (%)												
0	116	116	116	116	111	111	111	111	111	106	106	106	100
1	101	97	94	97	94	91	93	90	88	83			
2	88	82	77	85	80	75	82	77	73	69			
3	78	70	64	75	68	63	72	66	62	58			
4	69	61	54	66	59	54	64	58	53	50			
5	62	53	47	60	52	46	58	51	46	43			
6	56	47	41	54	46	41	52	45	40	38			
7	50	42	36	49	41	36	47	41	36	33			
8	46	38	32	45	37	32	43	37	32	30			
9	42	34	29	41	34	29	40	33	29	27			
10	39	31	26	38	31	26	37	31	26	24			

Fonte: Grupo Lumicenter Lighting, (2021).

Tabela 7– Descrição de valores para projeto luminotécnico.

FU	FM	E	Fluxo ρ
0,78	0,80	500	3685

Fonte: autoria própria (2023).

Tabela 8– Descrição de valores para projeto luminotécnico.

Ambiente	Área	Altura	Perímetro	RCR
Farmácia	108,65	3,03	42,00	2,93

Fonte: autoria própria (2023).

Tabela 9– Número de luminárias e a respectiva potência da Drograria.

Ambiente	Nº Total de Luminárias	Potência (W)
Farmácia	23	828,00

Fonte: autoria própria (2023).

Tabela 10– Características da Perfumaria.

Ambiente	Área	Altura	Perímetro	RCR
Perfumaria	39,30	3,03	32,70	6,30

Fonte: autoria própria (2023).

Figura 13– Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.

Fator de utilização:

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50	30	10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	116	116	111	111
1	101	97	94	97
2	88	82	77	85
3	78	70	64	75
4	69	61	54	66
5	62	53	47	60
6	56	47	41	54
7	50	42	36	49
8	46	38	32	45
9	42	34	29	41
10	39	31	26	38

Fonte: Grupo Lumicenter Lighting, (2021).

Tabela 11– Descrição de valores para projeto luminotécnico.

FU	FM	E	Fluxo ρ
0,56	0,80	500	3.685,00

Fonte: autoria própria (2023).

Tabela 12– Número de luminárias e a respectiva potência da perfumaria.

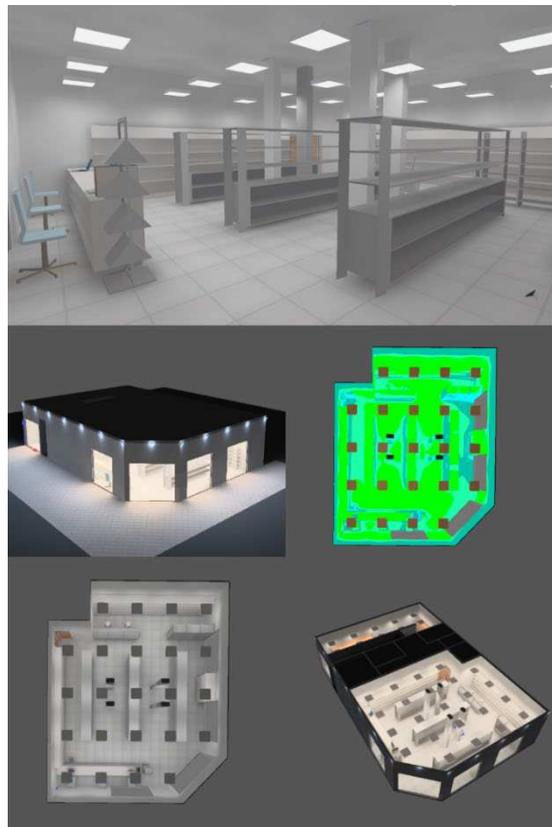
Ambiente	Nº Total de Luminárias	Potência (W)
Perfumaria	12	432,00

Fonte: autoria própria (2023).

3.2.2 RECURSOS UTILIZADOS

O projeto luminotécnico da drogaria e perfumaria foi integralmente desenvolvido no software Dialux Evo. Isso incluiu desde a elaboração do desenho arquitetônico em planta baixa e modelo 3D até a inserção de objetos e texturas. O posicionamento das luminárias e os cálculos luminotécnicos, feitos pelo método dos lúmens, também foram realizados no software, facilitando a conferência dos resultados e a apresentação final ao proprietário do estabelecimento. A Figura 14 exibe a aparência do projeto.

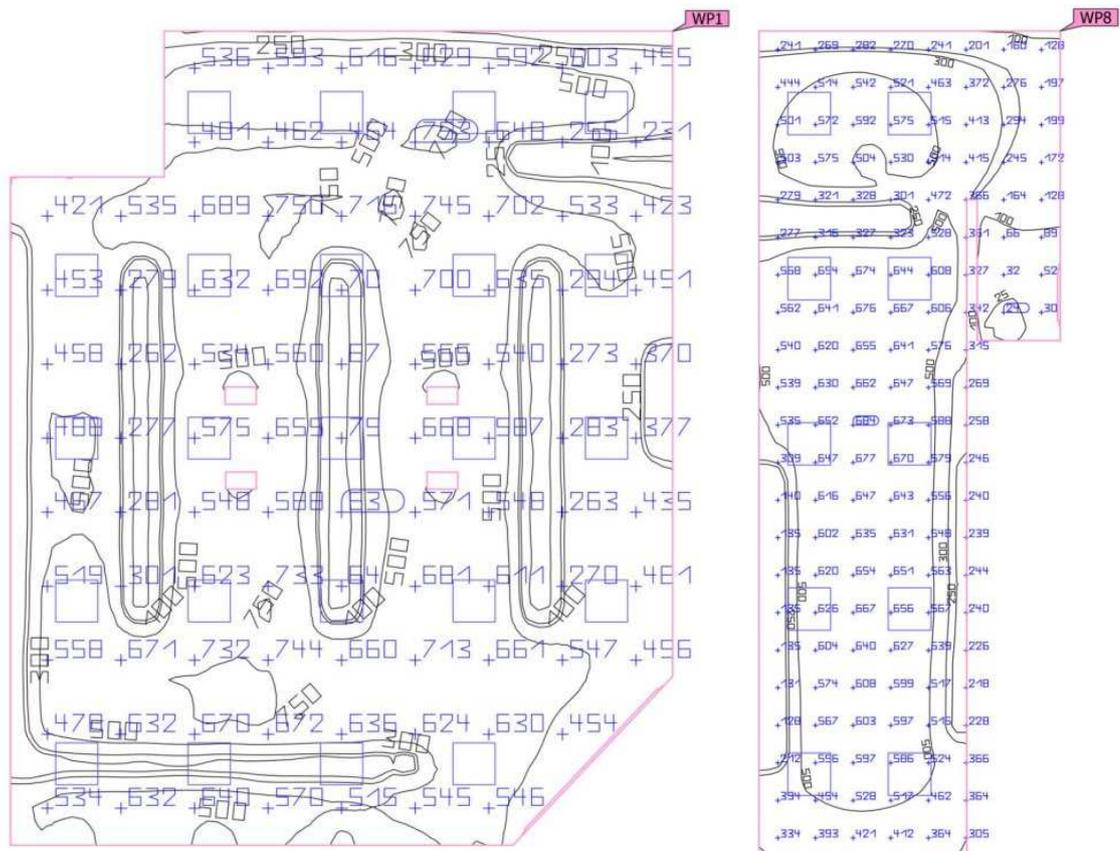
Figura 14– Modelo 3D criado no Software DIALux Evo 9.2.



Fonte: autoria própria (2023).

Baseando-se nos resultados calculados pelo software DIALux para o projeto das unidades da Drograria e Perfumaria, obteve-se uma iluminância de 489 lux para a Drograria e de 444 lux para a Perfumaria. Esses valores indicam uma adequada distribuição luminosa conforme as necessidades específicas de cada ambiente, garantindo não apenas a eficiência energética, mas também o conforto visual para usuários e funcionários. As curvas de isolux calculadas são apresentadas nas Figura 15.

Figura 15– Curva Isolux para a Drograria e Perfumaria.



Fonte: autoria própria (2023).

3.2.3 PROJETO ELÉTRICO PROPOSTO

Na elaboração do projeto elétrico para a EMUC, foram incorporados os princípios discutidos na Fundamentação Teórica deste trabalho, especialmente as diretrizes normativas aplicáveis à elaboração e execução de instalações elétricas residenciais no Brasil. Além de abordar as inconformidades identificadas durante a avaliação inicial do edifício, o projeto também levou em consideração as necessidades específicas do proprietário. Essa abordagem

assegura que a instalação elétrica não apenas atenda às normas, mas também ofereça maior conforto e segurança para os usuários, otimizando os pontos de entrega de energia elétrica.

Além desse trabalho, foi elaborado e entregue aos responsáveis técnicos pela execução, um memorial técnico (ver ANEXO I) com os principais cálculos e pontos a serem observados na instalação. O memorial em questão recebeu enfoque nos métodos executivos direcionados à obra - plantas, esquemas unifilares, detalhes de montagem, detalhes do fornecimento de energia elétrica, especificação de componentes e parâmetros de projeto. Os dimensionamentos são apresentados nas próximas seções.

3.2.4 PONTOS DE ILUMINAÇÃO E DE TOMADAS

Considerando os dados de perímetro, área das dependências do edifício, projeto luminotécnico e as disposições já preestabelecidas pelo proprietário, bem como as diretrizes apresentadas na seção 2.2.2 deste trabalho, foram previstas as seguintes cargas mínimas, considerando apenas pontos de iluminação, tomadas de uso geral e uso específico para os dois pavimentos:

Tabela 13– Previsão de carga da iluminação – Drogeria (Térreo).

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Farmácia	108,65	23 x 36 W → $fp_{ref} \div 0,92$	900,00 VA
Sala Farmacêutico	4,2	100	100,00 VA
	< 6		
WC Executivo	2,8	100	100,00 VA
	< 6		
WC comum	5,76	100	100,00 VA
	< 6		
Copa	7,99	100	100,00 VA
	6 + 1,99		
Hall	5,93	100	100,00 VA
	< 6		
Depósito	6,60	100	100,00 VA

	6 + 0,60		
Escritório	9,61	100	100,00 VA
	6 + 3,61		
Fachada	Não Especificado	$13 \times 30 \text{ W} \rightarrow f_{p_{ref}} \div 0,92$	423,91 VA
TOTAL			2.023,91 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 14– Previsão de carga da iluminação – Perfumaria (Térreo).

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Perfumaria	39,30	$12 \times 36 \rightarrow f_{p_{ref}} \div 1,0$	432,00
WC	2,94	100	100,00 VA
	< 6		
TOTAL			532,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 15– Previsão de carga da iluminação – Administração (Pavimento 2).

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Recepção	38,60	$100 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60$	580 VA
	$6 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 0,60$		
Copa	3,90	100	100 VA
	< 6		
Sala de Estar	15,31	$100 + 60 + 60$	220 VA
	$6 + 4 + 4 +$		

	1,31		
WC 1	2,80	100	100 VA
	< 6		
WC 2	2,80	100	100 VA
	< 6		
Hall	11,82	100 + 60	160 VA
	6 + 4 + 1,82		
TOTAL			1.260,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 16– Previsão de carga da iluminação – Consultório (Pavimento 2).

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Consultório	17,55	100 + 60 + 60	220 VA
	6 + 4 + 4 + 3,55		
WC Consultório	3,51	100	100 VA
	< 6		
TOTAL			320,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 17– Previsão de carga da iluminação – Escritório 1-6 (Pavimento 2).

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Escritório 1 - 6	16,80	6 + 4 + 4 + 2,80	220 VA
		100 + 60 + 60	

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 18 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Drogeria (Térreo).

POTÊNCIA TUG's		
Dependência	POTÊNCIA	
	Composição (VA)	Total (VA)
Farmácia	(100 x 23) + (200 x 11)	4.500,00 VA
Sala Farmacêutico	100 x 4	400,00 VA
WC Executivo	600 x 1	600,00 VA
WC Comum	600 x 1	600,00 VA
Copa	(600 x 3) + (100 x 2)	2.000,00 VA
Depósito	100 x 3	300,00 VA
Escritório	200 x 5	1.000,00 VA
	TOTAL	9.400,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 19 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Perfumaria (Térreo).

POTÊNCIA TUG's		
Dependência	POTÊNCIA	
	Composição (VA)	Total (VA)
Perfumaria	(100 x 13)	1.300,00 VA
	TOTAL	1.300,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 20 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Administração (Pavimento 2).

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Recepção	100 x 4	400 VA

Copa	600 x 3	900 VA
Sala de Estar	100 x 4	400 VA
WC 1	600 x 1	600 VA
WC 2	600 x 1	600 VA
Hall	100 x 4	400 VA
	TOTAL	3.300,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 21 – Previsão de carga das tomadas de uso geral – Consultório (Pavimento 2).

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Consultório	5 x 200	1000 VA
WC Consultório	600 x 1	600 VA
	TOTAL	1.600,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 22– Previsão de carga das tomadas de uso geral – Escritório (Pavimento 2).

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Escritório 1 - 6	5 x 200	1000 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Vale lembrar que a potência mínima dos pontos de iluminação tem importância fundamental no cálculo da demanda prevista, mais adiante. Apesar disso, o edifício contará com iluminação LED, demandando valores consideravelmente menores que os informados.

Ainda considerando as recomendações da norma e a previsão de equipamentos informada pelo proprietário, foram considerados os seguintes pontos de tomada de uso específico:

Tabela 23– Circuitos de força de uso específico informados – Drogeria (Térreo).

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Farmácia	Ar Condicionado Split 1 58.000 BTU's	6.500,00 VA
Farmácia	Ar Condicionado Split 2 58.000 BTU's	6.500,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 1	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 2	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 3	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 4	300,00 VA
Farmácia	Cortina de ar	210,00 VA
Escritório	Ar Condicionado Split 12.000 BTU's	1.450,00 VA
Sala Farmacêutica.	Ar Condicionado Split 7.000 BTU's	600,00 VA
	TOTAL	16.460,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 24 – Circuitos de força de uso específico informados – Perfumaria (Térreo).

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência (VA)
Perfumaria	Ar Condicionado Split 30.000 BTU's	2.600,00 VA
Perfumaria	Motor portão rolante	300,00 VA
	TOTAL	2.900,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 25 – Circuitos de força de uso específico informados – Consultório (Pavimento 2).

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Consultório	Ar Condicionado 12.000 BTU's	1.450,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 26 – Circuitos de força de uso específico informados – Escritório 1-6 (Pavimento 2).

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Escritório 1 - 6	Ar Condicionado 12.000 BTU's	1.450 VA

Fonte: autoria própria (2024).

3.2.5 DIVISÃO DOS CIRCUITOS

Os circuitos do edifício comercial foram divididos seguindo as recomendações da NBR 5410:2004, dispostas na seção 2.2.3 deste trabalho. Foram especificados a descrição de carga para cada unidade, de acordo com a seguinte divisão:

Tabela 27 – Descrição de carga da unidade consumidora - Drogeria (Térreo).

Circuito	Descrição da Carga
1	23 (vinte e três) luminárias compreendendo uma potência total de 851,00 W
2	8 (oito) pontos de iluminação compreendendo uma potência total de 700 VA
3	13 (treze) refletores LED 30W, compreendendo uma potência total de 390,00 W
4	23 (vinte e três) TUG's de 100 VA, cada
5	11 (onze) TUG's de 200 VA, cada
6	9 (nove) TUG's de 100 VA, cada; 5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada; 5 (cinco) TUG's de 600 VA, cada
7	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado 1 Farmácia de 58.000 BTU's, potência de 6.500,00 VA
8	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado 2 Farmácia de 58.000 BTU's, potência de 6.500,00 VA
9	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado Escritório de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA
10	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado - Sala do Farmacêutico de 7.000 BTU's, potência de 600,00 VA
11	1 (um) TUE p/ Cortina de ar de potência de 210,00 VA

12	1 (um) TUE p/ Motor do portão 1 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
13	1 (um) TUE p/ Motor do portão 2 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
14	1 (um) TUE p/ Motor do portão 3 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
15	1 (um) TUE p/ Motor do portão 4 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 28 – Descrição de carga da unidade consumidora - Perfumaria (Térreo).

Circuito	Descrição da Carga
1	12 (doze) luminárias compreendendo uma potência total de 432,00 W 1 (um) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 100 VA
2	13 (treze) TUG's de 100 VA, cada
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 30.000 BTU's, potência de 2.600,00 VA
4	1 (um) TUE p/ Motor do portão do tipo enrolar, potência de 300,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 29 – Descrição de carga da unidade consumidora - Administração (Pavimento 2).

Circuito	Descrição da Carga
1	15 (quinze) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 1.260 VA
2	8 (oito) TUG's de 100 VA, cada; 2 (duas) TUG's de 600 VA, cada
3	4 (quatro) TUG's de 100 VA, cada; 3 (três) TUG's de 600 VA, cada

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 30 – Descrição de carga da unidade consumidora - Consultório (Pavimento 2).

Circuito	Descrição da Carga
1	5 (cinco) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 320 VA
2	5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada; 1 (um) TUG de 600 VA
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 31 – Descrição de carga da unidade consumidora – Escritório 1-6 (Pavimento 2).

Circuito	Descrição da Carga
1	2 (dois) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 220 VA
2	5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA

Fonte: autoria própria (2024).

Para minimizar os efeitos térmicos sobre os condutores, optou-se por limitar o agrupamento a um máximo de três circuitos por eletroduto. Em situações específicas, devido a arranjos de eletrodutos já preestabelecidos pelos construtores, foram utilizados até quatro circuitos. Essas configurações e exceções estão detalhadamente analisadas na planta que será apresentada na seção 3.2.5 do documento.

3.2.6 DEMANDA PREVISTA

A demanda prevista da unidade consumidora é estimada de acordo com as cargas dimensionadas nas Tabelas da seção 3.3.2 e fatores de demanda, seguindo as especificações da norma NT.004.EQLT-PI. No memorial técnico descritivo no ANEXO I, é possível observar todos os cálculos e os fatores de demanda aplicados às diferentes cargas das unidades.

Tabela 32 – Quadro resumo de demandas das unidades consumidoras individuais.

UNIDADES	DEMANDA (W)	CATEGORIA
Farmácia	24.221,00	Trifásico
Perfumaria	4.179,40	Monofásico
Administração	3.799,20	Monofásico
Consultório	2.908,40	Monofásico
Escritório 1	2.336,40	Monofásico
Escritório 2	2.336,40	Monofásico
Escritório 3	2.336,40	Monofásico
Escritório 4	2.336,40	Monofásico
Escritório 5	2.336,40	Monofásico
Escritório 6	2.336,40	Monofásico

DEMANDA GERAL DA EDIFICAÇÃO	41,0488 kW	Trifásico
CARGA INSTALADA GERAL DA EDIFICAÇÃO	49,3586 kW	Trifásico

Fonte: autoria própria (2024).

Com uma demanda geral prevista de 41.048,80 W para a edificação, o fornecimento de energia será dimensionado de acordo com a Tabela 25A da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2023, especificamente para empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras. A edificação, que inclui uma farmácia, perfumaria, consultório médico e escritórios, será atendida por um sistema de baixa tensão trifásica a 4 fios (3 fases + neutro), operando nas tensões de 380/220 V. Este arranjo garante a adequada distribuição de energia para as diversas necessidades das unidades consumidoras, proporcionando eficiência e segurança na utilização elétrica do empreendimento. No ANEXO I é especificado as características gerais de entrada de serviços para cada unidade do prédio.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 41.080,80 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 100 A;
- Ramal de ligação: 3x35+35 mm² Alumínio multiplexado – XLPE - 0,6/1 kV;

- Eletroduto de aço galvanizado: \varnothing 2”;
- Aterramento: 35 mm² (cobre nu), 3 haste aço cobreado 16x2400 mm;

3.2.7 QUADRO DE CARGAS

Nas Tabelas a seguir é apresentado o quadro de cargas de todas as unidades consumidoras com os dimensionamentos realizados no que diz respeito aos condutores e à proteção por meio de disjuntores termomagnéticos, seguindo os critérios da NBR 5410:2004 descritos nas seções 2.2.6 e 2.2.7 deste trabalho. As cargas e respectivas potências seguem os parâmetros das Tabelas da seção 3.3.2, e os fatores de potência são dados em conformidade com a NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2023. A alimentação dos circuitos individuais foi pensada levando em conta o máximo equilíbrio de demanda entre as fases, e todos os condutores são de cobre com isolação em PVC 70°C.

Tabela 33 – Quadro de cargas da Drogeria (Térreo) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.

Quadro de Cargas Farmácia									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In (A)	Fase A-B-C
1	Iluminação Interna 1	220	900,00	0,92	828,00	4,09	2,5	10	A
2	Iluminação Interna 2	220	700,00	0,92	644,00	3,18	1,5	10	B
3	Iluminação Externa	220	423,91	0,92	390,00	1,93	1,5	4	C
4	TUG's Farmácia	220	2300,00	0,80	1.840,00	10,45	2,5	16	A
5	TUG's Farmácia Piso	220	2200,00	0,80	1.760,00	10,00	4,0	16	B
6	TUG's Diversos	220	4900,00	0,80	3.920,00	22,27	4,0	32	C
7	TUE - Ar Cond. F. 1	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
8	TUE - Ar Cond. F. 2	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
9	TUE - Ar Cond. Esc.	220	1450,00	0,92	1.334,00	6,59	2,5	10	A
10	TUE - Ar Cond. SF.	220	600,00	0,92	552,00	2,73	2,5	4	B
11	TUE - Cortina de Ar	220	210,00	0,92	193,20	0,95	2,5	4	A
12	TUE - Motor Portão 1	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B
13	TUE - Motor Portão 2	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A
14	TUE- Motor	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B

	Portão 3								
15	TUE- Motor Portão 4	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 34 – Quadro de cargas da Perfumaria (Térreo) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.

Quadro de Cargas Perfumaria									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	532,00	0,92	489,44	2,42	1,5	4	A
2	TUG's	220	1300,00	0,80	1040,00	5,91	2,5	10	A
3	TUE Ar Cond.	220	2600,00	0,92	2392,00	11,82	4	16	A
4	TUE Motor	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 35 – Quadro de cargas da Administração (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.

Quadro de Cargas Administração									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	1.260,00	0,92	1.159,20	5,73	1,5	10	C
2	TUG's	220	3.300,00	0,80	2.640,00	15	2,5	16	C

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 36 – Quadro de cargas da Consultório (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.

Quadro de Cargas Consultório									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	320,00	0,92	294,40	1,45	1,5	4	B
2	TUG's	220	1600,00	0,80	1280,00	7,27	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1334,00	6,59	4	16	B

Fonte: autoria própria (2024).

Tabela 37 – Quadro de cargas da Escritório 1-6 (Pavimento 2) com dados acerca de condutores, proteção e alimentação dos circuitos.

Quadro de Cargas Escritórios 1-6									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	220,00	0,92	202,40	1,27	1	4	B

2	TUG's	220	1000,00	0,80	800,00	4,55	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1334,00	6,59	4	16	B

Fonte: autoria própria (2024).

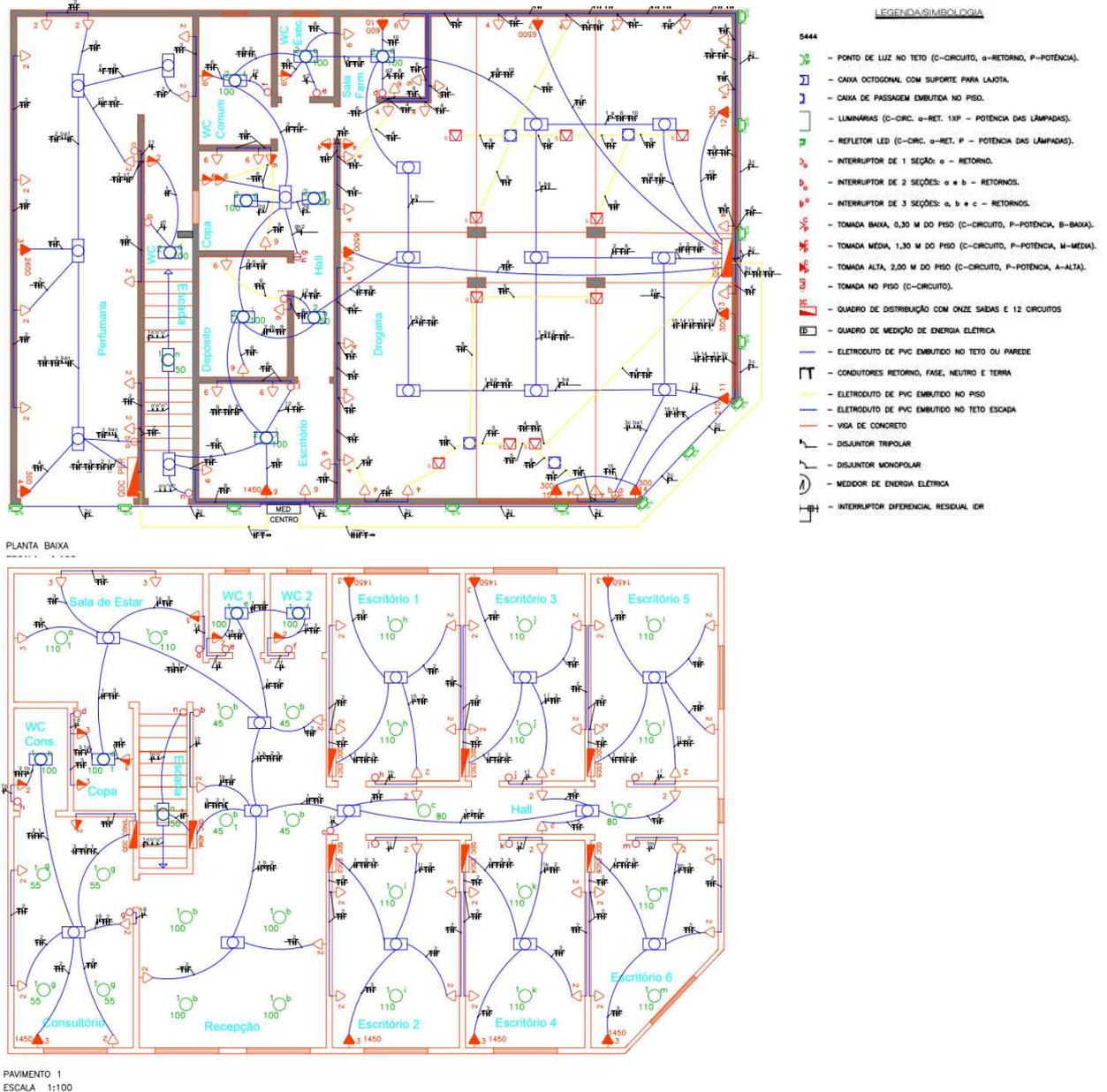
Abaixo segue a distribuição das fases dos circuitos monofásicos para cada unidade dos escritórios, visando o melhor balanceamento entre as fases:

- a. Escritório 1: Fase B
- b. Escritório 2: Fase A
- c. Escritório 3: Fase B
- d. Escritório 4: Fase B
- e. Escritório 5: Fase C
- f. Escritório 6: Fase C

3.2.8 PLANTA E DIAGRAMA UNIFILAR

Na Figura 16, é possível visualizar o projeto em planta baixa do edifício. O modelo foi desenvolvido para alcançar a melhor distribuição espacial dos pontos de iluminação, tomadas, quadros de medição e de distribuição, em conformidade com os critérios e recomendações das normas técnicas aplicáveis. Adicionalmente, considerou-se as necessidades específicas do proprietário. Foram incluídos circuitos de força e implementadas soluções para garantir uma iluminação adequada tanto nos ambientes internos quanto externos.

Figura 16– Projeto elétrico proposto: desenho em planta baixa da residência.

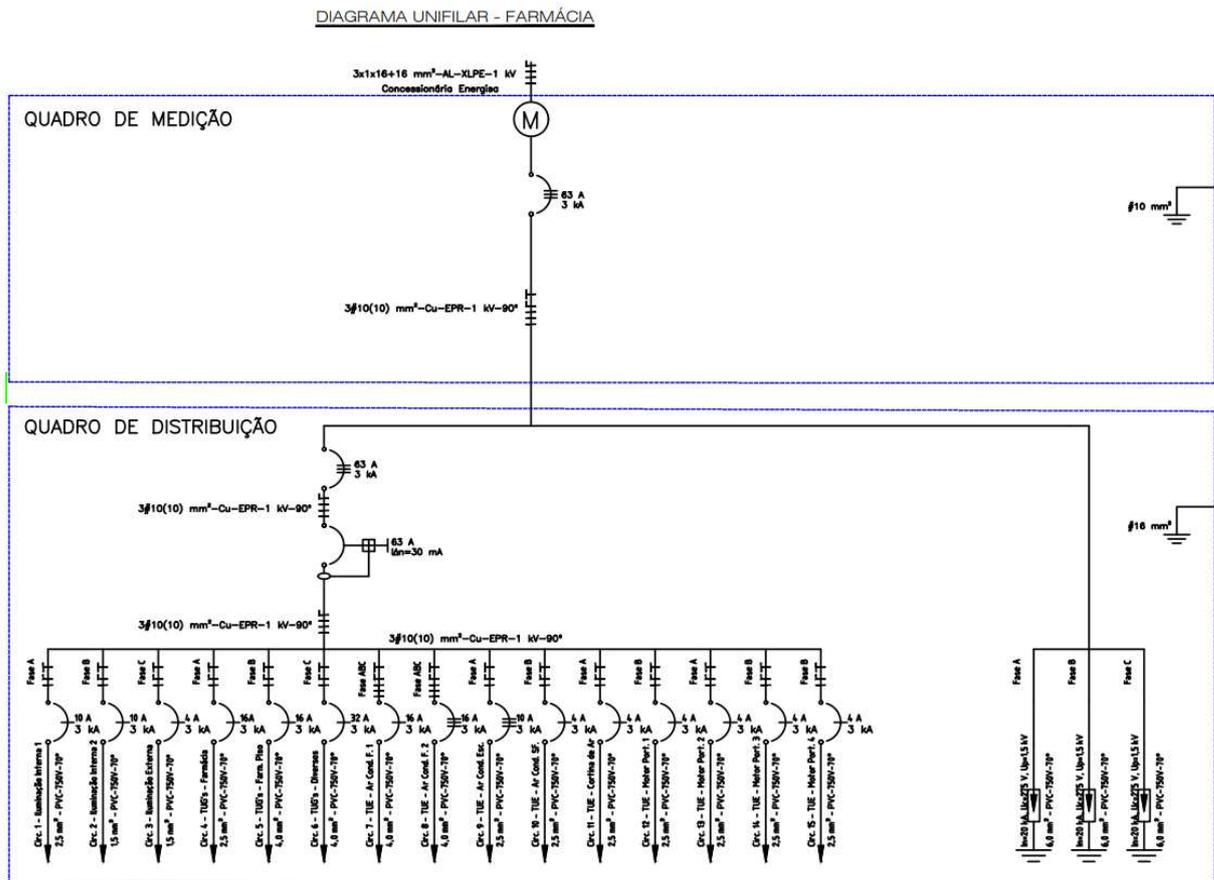


Fonte: autoria própria (2022)

A Figura 17 exibe o diagrama unifilar da unidade consumidora da Drogeria, que inclui o quadro de medição e o quadro de distribuição, juntamente com seus componentes essenciais. Para o sistema de aterramento, optou-se pelo modelo TN-C-S, detalhado anteriormente na Figura 8. Essa escolha foi baseada na disponibilidade de um condutor neutro já aterrado fornecido pela concessionária. Os dispositivos de proteção DR e DPS foram selecionados conforme os critérios especificados nos itens 2.2.7.3 e 2.2.7.4 deste documento. As especificações detalhadas dos diagramas unifilares de todas as outras unidades

consumidoras estão disponíveis na Folha 04 do memorial descritivo, incluído no ANEXO I, e foram devidamente entregues aos responsáveis técnicos.

Figura 17 – Projeto elétrico proposto: diagrama unifilar dos quadros de medição e distribuição da Drogaria (Térreo).



Fonte: autoria própria (2024).

3.3 EXECUÇÃO DA OBRA

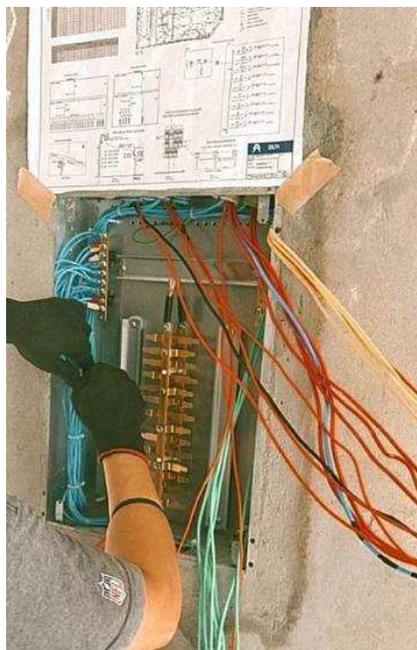
Como mencionado anteriormente, o projeto elétrico foi proposto durante a fase de construção do empreendimento comercial. Isso permitiu acompanhar e solicitar modificações nas estruturas relacionadas à instalação elétrica das unidades consumidoras, com a devida autorização do proprietário. A Figura 18 mostra os registros iniciais das disposições das caixas de luz em PVC antichamas e das caixas octogonais com suporte para lajotas, além da localização do quadro de distribuição na unidade Drogaria. Já a Figura 19 detalha a montagem do quadro de distribuição desta unidade consumidora.

Figura 18 – Registros da obra: caixas octogonais com suporte para lajotas e quadro de distribuição na unidade Drogaria (Térreo).



Fonte: autoria própria (2023).

Figura 19 – Registros da execução do projeto elétrico: montagem do quadro de distribuição UC Drogaria (Térreo).



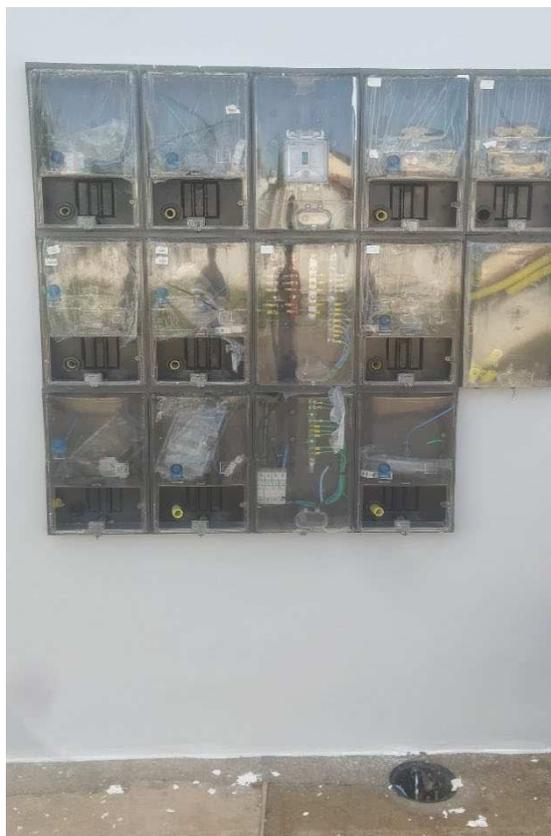
Fonte: autoria própria (2023).

O centro de medição projetado para o empreendimento comporta 10 unidades consumidoras e foi desenvolvido de acordo com os rigorosos padrões estabelecidos pela Norma Técnica NT.004.EQLT. A montagem do centro de medição foi meticulosamente

planejada para assegurar conformidade total com os requisitos de segurança e funcionalidade.

Inicialmente, foi realizada a estruturação de um painel de medição coletiva, que inclui a instalação de medidores individuais em uma configuração que permite fácil acesso para manutenção e leitura como mostra a Figura 20. Cada medidor está adequadamente protegido e isolado, garantindo a integridade das conexões e a segurança dos usuários.

Figura 20 – Centro de medição para 10 unidades consumidoras.



Fonte: autoria própria (2022).

Não foi possível documentar a conclusão total do empreendimento comercial, bem como a instalação das luminárias e dos equipamentos elétricos dos circuitos de uso específico, como ar condicionados e motores, devido à falta de material e à paralisação temporária da obra.

3.4 ANÁLISE DO PROJETO

No estudo de caso do empreendimento, observou-se que a carga instalada não ultrapassa os 75 kW. Portanto, não se configura como um empreendimento de múltiplas unidades consumidoras com clientes do Grupo A, eliminando a necessidade de instalar uma subestação aérea conforme a NT.004.EQLT. De acordo com o artigo 23 da REN 1000, o fornecimento de energia elétrica deve ser em baixa tensão.

O projeto elétrico compreende dez unidades consumidoras, sendo que a Drograria é alimentada por três fases, enquanto as demais unidades são monofásicas. Todos os condutores e dispositivos de proteção foram dimensionados adequadamente para atender às demandas de cada ponto de utilização. Um balanceamento completo de cargas foi realizado para garantir eficiência e estabilidade no sistema. Em caso de ativação de dispositivos de proteção em qualquer circuito, a configuração assegura a continuidade do fornecimento de energia elétrica em outras áreas. Futuras manutenções ou modificações serão facilitadas pela existência de documentação detalhada e pela identificação clara de todos os pontos de instalação.

Os pontos de tomada, uniformemente distribuídos por cada cômodo, agora possuem condutores de proteção diretamente aterrados. Isso assegura uma rápida interrupção de qualquer fuga de corrente, resultante de defeitos em aparelhos ou choques elétricos, por meio do dispositivo de proteção DR. Adicionalmente, o risco de prejuízos ou acidentes decorrentes de descargas atmosféricas propagadas pela rede elétrica foi minimizado pelo uso de dispositivos de proteção contra surtos (DPS).

Os cálculos de iluminância e uniformidade, apresentados pelo Dialux, apesar de sujeitos a algumas incertezas por conta das inúmeras variáveis que ali foram inseridas (portas, janelas, cor, textura, objetos, etc.), seguem em conformidade com a NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

O projeto foi meticulosamente desenvolvido com foco no cumprimento das normas técnicas vigentes e nas solicitações específicas do proprietário. Com isso, espera-se que a instalação ofereça conforto, segurança e eficiência, garantindo uma longa vida útil.

4 CONCLUSÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso proporcionou um estudo aprofundado sobre projetos de instalações elétricas e iluminação em um edifício comercial com múltiplas unidades consumidoras, operando em baixa tensão na cidade de Colônia do Gurguéia-PI. O projeto foi desenvolvido em conformidade com as normas brasileiras NBR 5410:2004 (ABNT) e NT.004.EQLT (Grupo Equatorial Energia), visando atender a todos os critérios e recomendações técnicas pertinentes. Levando em consideração a fase de construção já em progresso, as propostas do projeto foram implementadas, permitindo o acompanhamento e documentação parcial. Foi realizada uma análise comparativa do projeto, destacando as melhorias implementadas em relação às instalações típicas da região.

Ao longo do desenvolvimento deste projeto e do respectivo documento de conclusão de curso, foi possível explorar amplamente os conceitos de Engenharia Elétrica. Este trabalho destacou não apenas a aplicação de técnicas estabelecidas, mas também a potencialidade para inovação em novas técnicas e abordagens. A interação com diversas áreas de conhecimento, tanto na fase de desenvolvimento quanto na utilização final das instalações, revelou a natureza multidisciplinar da Engenharia Elétrica. Essa integração entre diferentes setores da engenharia expande significativamente os horizontes do campo, proporcionando uma compreensão mais profunda sobre como essas interações podem enriquecer a prática profissional.

Além das melhorias já implementadas, o proprietário do empreendimento pode considerar a futura instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas diretas, após um estudo de viabilidade detalhado. Também é recomendável a avaliação da implementação de sistemas de geração fotovoltaica, o que poderia proporcionar uma fonte de energia renovável e reduzir os custos operacionais a longo prazo.

Os custos associados à execução do projeto para o primeiro pavimento foram estimados em R\$ 14.587,58, baseando-se nos preços do mercado local. Espera-se que frequentadores e clientes do centro comercial usufruam do fornecimento de energia elétrica com o máximo de segurança e conforto. Além disso, o projeto conseguiu integrar as diretrizes técnicas às solicitações dos usuários, harmonizando requisitos funcionais com a estética visual desejada.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. (Brasil). NBR 5419-1: **Proteção contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. (Brasil). NBR 5444: **Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

BRASIL. **Resolução Normativa ANEEL Nº 1000, de 7 de dezembro de 2021**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

CONSTRUFIOS. **Informações e Tabelas Técnicas**. Disponível em: <http://www.construfios.com.br/area-tecnica/tabelastecnicas.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2006

DE SOUZA, Danielo Ferreira; AGUIAR, Walter; VIEIRA, Ygor Rodrigues dos Santos (Org.). **Como funciona o DR**. Abracopel, 2020. Disponível em: <https://abracopel.org/download/como-funciona-o-dr/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ELETRICIDADE MODERNA. **Guia EM da NBR 5410**. São Paulo: Aranda, 2001.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2020.

GANDRA, Alana. **Venda de lâmpadas incandescentes está proibida no país a partir de hoje**. 2016. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-06/inmetro-inicia-fiscalizacao-no-varejo-de-lampadas-incandescentes-de-41-w-60-w>. Acesso em: 24 dez. 2023.

GRUPO EQUATORIAL ENERGIA. Brasil. NT.004.EQLT: **Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações de Múltiplas Unidades Consumidoras**. 2023.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. **World Economic Outlook Database**. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/April/select-countries?grp=205&sg=All-countries/Emerging-market-and-developing-economies/Latin-America-and-the-Caribbean>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MORENO, Hilton; COSTA, Paulo Fernandes. **Aterramento Elétrico**. São Paulo: Procobre, 2018.

MARTINHO, Meire Biudes; MARTINHO, Edson; DE SOUZA, Danilo Ferreira (Org.). **Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2022 ano base 2021**. Salto-SP:

Abracopel, 2022. DOI: 10.29327/560614.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Evolução da Capacidade Instalada no SIN - Junho2022/Dez2026**. 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 03 fev. 2024.

PRYSMIAN. **Guia de dimensionamento de cabos para baixa tensão: de acordo com a nbr 5410**. Disponível em: https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_de_Dimensionamento- Baixa_Tensao_Rev9.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

SIMABUKULO, Lucas Antonio Nizuma; CORREA, Luiz Filipe da Silva; SANTOS, Manoel Messias Oliveira dos; MARTINS, Mariana. **Energia, Industrialização e Modernidade - História Social**. 2017. Disponível em: <https://eletromemoria.fflch.usp.br/content/energia-industrializacao-e-modernidade-historia-social-lucas-antonio-nizuma-simabukulo-luiz>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SOUZA, Ronimack Trajano de. **Lição 6: Dimensionamento de condutores elétricos**. Campina Grande: UFCG, 2021. Color.

SOUZA, Ronimack Trajano de. **Lição 7: Dimensionamento da entrada de serviço e o quadro de distribuição de uma instalação residencial. Parte 2 – Dimensionamento dos DPS**. Campina Grande: UFCG, 2021. Color.

SOUZA, Ronimack Trajano de. **Guia Orientativo Projeto Elétrico Predial. Disciplina: instalações elétricas**. Campina Grande: UFCG, 2020.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Easy9**. Disponível em: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=6958_catalogo_easy9_210x297_w eb+%281%29.pdf&p_Doc_Ref=Catalogo+EZ9. Acesso em: 21 nov. 2023.

ANEXO A

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Obra: Edificação Comercial de uso Coletivo

Finalidade: Projeto de eletrificação da edificação

Local: Av. 13 de maio, SN, Centro - Colônia do Gurguéia - PI, CEP 64885-000

Proprietário:

Projetista: Kérisson Lucas Monteiro de Araújo



	2
MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO	3
1. DADOS DA INSTALAÇÃO	3
2. RESUMO DE CARGAS DA UNIDADE CONSUMIDORA	3
3. PREVISÃO DE LIGAÇÃO	6
4. CARACTERÍSTICAS DA ENTRADA DE SERVIÇO	6
5. DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES E ELETRODUTOS	7
6. ATERRAMENTO	7
7. DIMENSIONAMENTO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA EDIFICAÇÃO - PAVIMENTO TÉRREO	8
7.1 FARMÁCIA	8
7.1.1 Projeto luminotécnico	8
7.1.2 Potência de iluminação	10
7.1.3 Potência de TUG's	11
7.1.4 Potência de TUE's	12
7.2 PERFUMARIA	12
7.2.1 Projeto luminotécnico	13
7.2.2 Potência Iluminação	14
7.2.3 Potência de TUG's	14
7.2.4 Potência de TUE's	15
8. DIMENSIONAMENTO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA EDIFICAÇÃO - PRIMEIRO PAVIMENTO	15
8.1 ADMINISTRAÇÃO	15
8.1.1 Potência de iluminação	15
8.1.2 Potência de TUG's	16
8.2 CONSULTÓRIO	16
8.2.1 Potência de iluminação	16
8.2.2 Potência das TUG's	17
8.2.3 Potência das TUE's	17
8.3 ESCRITÓRIO 1 - 6 (CADA)	17
8.3.1 Potência de iluminação	17
8.2.2 Potência de TUG's	18
8.2.3 Potência de TUE's	18
9. CÁLCULO DAS DEMANDAS	18
9.1 EDIFICAÇÃO	18
9.1.1 Farmácia	18
9.1.2 Perfumaria	20
9.1.3 Administração	21
9.1.4 Consultório	21
9.1.5 Escritório 1 - 6 (cada)	22

9.2 DEMANDA TOTAL DA EDIFICAÇÃO	23
10. FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	27
10.1 EDIFICAÇÃO (FARMÁCIA, PERFUMARIA, CONSULTÓRIO E ESCRITÓRIOS)	27
10.2 FARMÁCIA	27
10.2 PERFUMARIA	28
10.3 ADMINISTRAÇÃO	28
10.2 CONSULTÓRIO	28
10.2 ESCRITÓRIOS	29
APÊNDICE 1	30

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Obra: Edificação Comercial de uso Coletivo

Finalidade: Projeto de eletrificação da edificação

Local: Av. 13 de maio, SN, Centro - Colônia do Gurguéia - PI, CEP 64885-000

Proprietário: Alcilene Alves de Araújo

1. DADOS DA INSTALAÇÃO

O presente memorial técnico descritivo trata das instalações elétricas de um edifício comercial de uso coletivo, composta por 2 (dois) pavimentos, sendo o pavimento térreo destinado a 2 (dois) estabelecimentos comerciais, farmácia e perfumaria, e o 1ª (primeiro) pavimento típico, destinados aos escritórios e um consultório, situada na Av. 13 de maio, Centro, Colônia do Gurguéia (Piauí).

Foram seguidas as normas brasileiras (ABNT – NBR 5410) e as normas técnicas NT.004.EQLT de fornecimento de energia elétrica a edificações de uso coletivo da CONCESSIONÁRIA EQUATORIAL ENERGIA PIAUÍ.

2. RESUMO DE CARGAS DA UNIDADE CONSUMIDORA

Tabela 1 - Descrição de carga da unidade consumidora da Farmácia.

Circuito	Descrição da Carga
1	23 (vinte e três) luminárias compreendendo uma potência total de 851,00 W

2	8 (oito) pontos de iluminação compreendendo uma potência total de 700 VA
3	13 (treze) refletores LED 30W, compreendendo uma potência total de 390,00 W
4	23 (vinte e três) TUG's de 100 VA, cada
5	11 (onze) TUG's de 200 VA, cada
6	9 (nove) TUG's de 100 VA, cada 5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada 5 (cinco) TUG's de 600 VA, cada
7	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado 1 Farmácia de 58.000 BTU's, potência de 6.500,00 VA
8	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado 2 Farmácia de 58.000 BTU's, potência de 6.500,00 VA
9	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado Escritório de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA
10	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado - Sala do Farmacêutico de 7.000 BTU's, potência de 600,00 VA
11	1 (um) TUE p/ Cortina de ar de potência de 210,00 VA
12	1 (um) TUE p/ Motor do portão 1 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
13	1 (um) TUE p/ Motor do portão 2 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
14	1 (um) TUE p/ Motor do portão 3 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA
15	1 (um) TUE p/ Motor do portão 4 do tipo enrolar, potência de 300,00 VA

Tabela 2 - Descrição de carga da unidade consumidora da Perfumaria.

Circuito	Descrição da Carga
1	12 (doze) luminárias compreendendo uma potência total de 432,00 W 1 (um) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 100 VA
2	13 (treze) TUG's de 100 VA, cada
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 30.000 BTU's, potência de 2.600,00 VA
4	1 (um) TUE p/ Motor do portão do tipo enrolar, potência de 300,00 VA

Tabela 3 - Descrição de carga da unidade consumidora da Administração.

Circuito	Descrição da Carga
1	15 (quinze) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 1.260 VA
2	8 (oito) TUG's de 100 VA, cada 2 (duas) TUG's de 600 VA, cada
3	4 (quatro) TUG's de 100 VA, cada 3 (três) TUG's de 600 VA, cada

Tabela 4 - Descrição de carga da unidade consumidora da Consultório.

Circuito	Descrição da Carga
1	5 (cinco) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 320 VA

2	5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada 1 (um) TUG de 600 VA
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA

Tabela 5 - Descrição de carga da unidade consumidora da Escritório 1 - 6.

Circuito	Descrição da Carga
1	2 (dois) ponto de iluminação compreendendo uma potência total de 220 VA
2	5 (cinco) TUG's de 200 VA, cada
3	1 (um) TUE p/ Ar Condicionado de 12.000 BTU's, potência de 1.450,00 VA

3. PREVISÃO DE LIGAÇÃO

Está previsto para o dia 11 de julho de 2022 a ligação das instalações elétricas da unidade consumidora ao sistema de energia elétrica da EQUATORIAL PIAUÍ. Contudo, quando viável, fica a critério da EQUATORIAL, a ligação da unidade consumidora ao seu sistema, portanto pode ser efetuada em dias anteriores à data acima prevista, desde que o projeto de instalações elétricas da edificação esteja aprovado.

4. CARACTERÍSTICAS DA ENTRADA DE SERVIÇO

- Nº de Fases: 03 (três)
- Tensão Nominal: 220/380 V

- Frequência: 60Hz
- Cabo de alumínio

5. DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES E ELETRODUTOS

Para dimensionamento dos condutores e eletrodutos (alimentador geral e alimentador dos quadros de distribuição - farmácia, loja e pontos comerciais) foi utilizada como referência a NT.001/2020.EQLT e NT.004/2020.EQLT da Equatorial. Como também, NBR 5410/2004 que estabelece os critérios de dimensionamento dos condutores, tais como seção mínima, capacidade de condução de corrente e limites de queda de tensão. Para os eletrodutos foi utilizado como referência a norma NBR 15465. Para os circuitos terminais foram utilizados condutores de 1,5 mm² e 2,5 mm² para os circuitos de iluminação, 2,5 mm² e 4 mm² para as tomadas, como também, para as tomadas de uso específico, como motores de portão e ar condicionado, foram usados condutores de 2,5 mm², 4 mm² e 6,0 mm².

6. ATERRAMENTO

Conforme NT.004/2020.EQLT da Equatorial, as edificações de múltiplas unidades consumidoras com alimentação da rede primária ou secundária, deve existir malha de terra, com dimensões convenientes, destinada ao aterramento de todas as partes metálicas não destinadas a conduzir corrente elétricas. No nosso caso, para prédios com alimentação pela rede secundária da CONCESSIONÁRIA EQUATORIAL PIAUÍ exige-se que a malha de terra contenha um número mínimo de 3 hastes devendo, em qualquer caso, a resistência máxima em qualquer época do ano, ser de 10 ohms.

Portanto, a construção da malha de aterramento será junto ao muro, na parte externa da edificação e/ou interna ao terreno, onde será implantada uma malha de terra composta por três hastes de terra copperweld 16 x 2.400 mm, cobreada, inseridas em caixas de aterramento com 300 mm de profundidade e numa distância de 3.000 mm entre elas, distribuídas em linha reta. O condutor de proteção PE, será conduzido ao quadro de distribuição geral, e deste a todos os quadros de distribuição. Dos quadros de distribuição da farmácia, das lojas e consultórios, o condutor de proteção PE será conectado à massa metálica dos equipamentos, bem como a todas as tomadas de energia de uso geral. Todas as massas metálicas dos quadros de distribuição e medição deverão ser aterradas.

O condutor de aterramento deverá ser conectado à carcaça dos quadros de distribuição, bem como, ao condutor neutro de cada quadro. O condutor de ligação à terra deve ser de cobre nu e retilíneo, quanto possível, sem emendas, chaves ou dispositivos que possam causar sua interrupção. O ponto de conexão do condutor de terra com as hastes de terra deverá ser feito através de conectores tipo cunha

haste/cabo e acessíveis a inspeção conforme desenho com detalhes apresentado na planta baixa.

7. DIMENSIONAMENTO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA EDIFICAÇÃO - PAVIMENTO TÉRREO

7.1 FARMÁCIA

7.1.1 Projeto luminotécnico

O projeto luminotécnico para determinação do número de luminárias para o iluminamento da farmácia e perfumaria foi determinado através do Método dos Lúmens. Calculada através da iluminância expresso em lux [lx], definida como a luz que uma lâmpada irradia, relacionada a superfície a qual incide, determinado conforme a norma NBR ISO/CIE 8995-1, iluminação de ambiente de trabalho – Parte 1; interior. Com a área útil do ambiente em [m²], fluxo luminoso em lúmens [lm], determinado com a quantidade de luz emitida por uma lâmpada em todas as direções. O fator de utilização da luminária, determinado em função da largura, comprimento e altura da luminária ao campo de trabalho. E por fim, o fator de manutenção, determinado conforme o anexo D da NBR ISO/CIE 8995-1, em função de múltiplos fatores, onde se considera a depreciação do fluxo luminoso, o efeito de falha por envelhecimento da lâmpada, os efeitos de redução de fluxo luminoso devido a sujeira e a redução da refletância devido a sujeira nas superfícies.

O número de luminárias é determinado pela equação 1 abaixo:

$$N = \frac{E \times S}{\rho \times FU \times FM} \quad [1]$$

- *N*: números de luminárias;
- *E*: nível de iluminamento [lx];
- *S*: área do recinto [m²];
- *ρ*: fluxo luminoso por luminária [lm] (fluxo luminoso da lâmpada X quantidade de lâmpadas por luminárias);
- *FU*: fator de utilização da luminária em função do ambiente;
- *FM*: fator de manutenção (conforme anexo D da NBR ISO/CIE 8995-1).

- Luminária: Lumicenter EHT07 (ficha técnica em anexo);

- Modelo: EHT07 – E3500850
- Potência = 36 W
- Fluxo = 3.685,00 lm
- Temperatura de cor = 5000K
- Área farmácia = 108,65 m²
- Refletâncias: Cores claras
 - Teto (70%)
 - Paredes (50%)
 - Piso (20%)

O fator de utilização é determinado em função do índice do ambiente “*k*” ou o índice RCR, que é o índice que pertence ao método de cálculo das medidas de nível de iluminação baseado no conceito de divisão do ambiente. O índice “*k*” e RCR é mostrado na equação 2 e 3, sucessivamente.

$$k = \frac{c \times l}{h_m \times (c+l)} \quad [2]$$

$$RCR = \frac{5 \times h_m \times (c+l)}{c \times l} \quad [3]$$

A luminária utilizada tem seu fator de utilização relacionado com o índice RCR, assim, para o cálculo da farmácia, será utilizado a equação 4 para ambientes irregulares.

$$RCR = \frac{2,5 \times h_m \times P}{A} \quad [4]$$

- h_m : altura de montagem da luminária;
- P : perímetro do ambiente;
- A : área do ambiente.

Tabela 6 - Características da Farmácia

Ambiente	Área	Altura	Perímetro	RCR
Farmácia	108,65	3,03	42,00	2,93

Pela tabela do fator de utilização disponibilizada pela luminária lumicenter modelo EHT07 – E3500850, determinamos o FU.

Tabela A – Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.

Fator de utilização:

Teto (%)	70	50	30	0
Parede (%)	50 30 10	50 30 10	50 30 10	0
Chão (%)	20	20	20	0
RCR	Fator de Utilização (%)			
0	116	116	116	111 111 111 111 106 106 106 100
1	101	97	94	97 94 91 93 90 88 83
2	88	82	77	85 80 75 82 77 73 69
3	78	70	64	75 68 63 72 66 62 58
4	69	61	54	66 59 54 64 58 53 50
5	62	53	47	60 52 46 58 51 46 43
6	56	47	41	54 46 41 52 45 40 38
7	50	42	36	49 41 36 47 41 36 33
8	46	38	32	45 37 32 43 37 32 30
9	42	34	29	41 34 29 40 33 29 27
10	39	31	26	38 31 26 37 31 26 24

Disponível na ficha técnica em anexo.

Tabela 7 - Descrição de valores para projeto luminotécnico

FU	FM	E	Fluxo ρ
0,78	0,80	500	3685

Tabela 8 - Número de luminárias e a respectiva potência

Ambiente	Nº Total de Luminárias	Potência (W)
Farmácia	23	828,00

7.1.2 Potência de iluminação

Tabela 9 - Cálculo de potência de iluminação

Dependência	Área (m²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Farmácia	108,65	23 x 36 W → $f_{p_{ref}} \div 0,92$	900,00 VA
Sala	4,2	100	100,00 VA

Farmacêutico	< 6		
WC Executivo	2,8	100	100,00 VA
	< 6		
WC comum	5,76	100	100,00 VA
	< 6		
Copa	7,99	100	100,00 VA
	6 + 1,99		
Hall	5,93	100	100,00 VA
	< 6		
Depósito	6,60	100	100,00 VA
	6 + 0,60		
Escritório	9,61	100	100,00 VA
	6 + 3,61		
Fachada	Não Especificado	$13 \times 30 \text{ W} \rightarrow f_{p_{ref}} \div 0,92$	423,91 VA
TOTAL			2.023,91 VA

Nota: Condições mínimas:

- Para uma área superior a 6 m² é adotado uma carga de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescentando 60 VA para cada 4 m² inteiro;
- Para áreas iguais ou inferiores a 6 m² é adotado uma carga de 100 VA;
- Para a fachada do prédio foram utilizados 13 refletores LED de 30W de potência.

7.1.3 Potência de TUG's

Tabela 10 - Cálculo da quantidade de TUG's

POTÊNCIA TUG's		
Dependência	POTÊNCIA	
	Composição (VA)	Total (VA)
Farmácia	$(100 \times 23) + (200 \times 11)$	4.500,00 VA
Sala Farmacêutico	100×4	400,00 VA

WC Executivo	600 x 1	600,00 VA
WC Comum	600 x 1	600,00 VA
Copa	(600 x 3) + (100 x 2)	2.000,00 VA
Depósito	100 x 3	300,00 VA
Escritório	200 x 5	1.000,00 VA
	TOTAL	9.400,00 VA

Nota: Condições mínimas:

- Na copa foi previsto um ponto de tomada de corrente para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo 600 VA para as 3 primeiras e 100 VA para as demais;
- Nos banheiros foi previsto um ponto de tomada de 600 VA, próximo ao lavatório;
- No escritório foi previsto um ponto de tomada para cada 4 m², ou fração de área, com potência mínima de 200 VA. Como também, para tomada no piso da farmácia;
- Nas demais dependências foi previsto um ponto de tomada de corrente de 100 VA para cada 5,0 m, ou fração de perímetro.

7.1.4 Potência de TUE's

Tabela 11 - Cálculo da quantidade de TUE's

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Farmácia	Ar Condicionado Split 1 58.000 BTU's	6.500,00 VA
Farmácia	Ar Condicionado Split 2 58.000 BTU's	6.500,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 1	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 2	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 3	300,00 VA
Farmácia	Motor portão rolante 4	300,00 VA
Farmácia	Cortina de ar	210,00 VA
Escritório	Ar Condicionado Split 12.000 BTU's	1.450,00 VA
Sala Farmacêutica.	Ar Condicionado Split 7.000 BTU's	600,00 VA
	TOTAL	16.460,00 VA

7.2 PERFUMARIA

7.2.1 Projeto luminotécnico

- Luminária: Lumicenter EHT07 (ficha técnica em anexo);
- Modelo: EHT07 – E3500850
- Potência = 36 W
- Fluxo = 3.685,00 lm
- Temperatura de cor = 5000K
- Área perfumaria = 39,30 m²
- Refletâncias: Cores claras
 - Teto (70%)
 - Paredes (50%)
 - Piso (20%)

Tabela 12 - Características da Perfumaria

Ambiente	Área	Altura	Perímetro	RCR
Perfumaria	39,30	3,03	32,70	6,30

Pela tabela do fator de utilização disponibilizada pela luminária lumicenter modelo EHT07 – E3500850, determinamos o FU.

Tabela B – Fator de utilização da luminária EHT07 – E3500850.

Fator de utilização:

Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	116	116	116	111	111	111	111	106	106	106
1	101	97	94	97	94	91	93	90	88	83
2	88	82	77	85	80	75	82	77	73	69
3	78	70	64	75	68	63	72	66	62	58
4	69	61	54	66	59	54	64	58	53	50
5	62	53	47	60	52	46	58	51	46	43
6	56	47	41	54	46	41	52	45	40	38
7	50	42	36	49	41	36	47	41	36	33
8	46	38	32	45	37	32	43	37	32	30
9	42	34	29	41	34	29	40	33	29	27
10	39	31	26	38	31	26	37	31	26	24

Disponível na ficha técnica em anexo.

Tabela 10 - Descrição de valores para projeto luminotécnico

FU	FM	E	Fluxo ρ
0,56	0,80	500	3.685,00

Tabela 13 - Número de luminárias e a respectiva potência

Ambiente	Nº Total de Luminárias	Potência (W)
Farmácia	12	432,00

7.2.2 Potência Iluminação

Tabela 14 - Potência de iluminação

Dependência	Área (m ²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Perfumaria	39,30	12 x 36 $\rightarrow f_{p_{ref}} \div 1,0$	432,00
WC	2,94	100	100,00 VA
	< 6		
TOTAL			532,00 VA

7.2.3 Potência de TUG's

Tabela 15 - Cálculo de número de TUG's

POTÊNCIA TUG's		
Dependência	POTÊNCIA	
	Composição (VA)	Total (VA)
Perfumaria	(100 x 13)	1.300,00 VA
TOTAL		1.300,00 VA

7.2.4 Potência de TUE's

Tabela 16 - Cálculo de número de TUE's

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência (VA)
Perfumaria	Ar Condicionado Split 30.000 BTU's	2.600,00 VA
Perfumaria	Motor portão rolante	300,00 VA
	TOTAL	2.900,00 VA

8. DIMENSIONAMENTO DOS PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA EDIFICAÇÃO - PRIMEIRO PAVIMENTO

8.1 ADMINISTRAÇÃO

8.1.1 Potência de iluminação

Tabela 17 - Cálculo de potência de iluminação

Dependência	Área (m²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Recepção	38,60	100 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60	580 VA
	6 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 0,60		
Copa	3,90	100	100 VA
	< 6		
Sala de Estar	15,31	100 + 60 + 60	220 VA
	6 + 4 + 4 + 1,31		
WC 1	2,80	100	100 VA
	< 6		
WC 2	2,80	100	100 VA

	< 6		
Hall	11,82	100 + 60	160 VA
	6 + 4 + 1,82		
TOTAL			1.260,00 VA

8.1.2 Potência de TUG's

Tabela 18 - Cálculo de quantidades e potências das respectivas TUG's

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Recepção	100 x 4	400 VA
Copa	600 x 3	900 VA
Sala de Estar	100 x 4	400 VA
WC 1	600 x 1	600 VA
WC 2	600 x 1	600 VA
Hall	100 x 4	400 VA
TOTAL		3.300,00 VA

8.2 CONSULTÓRIO

8.2.1 Potência de iluminação

Tabela 19 - Cálculo de potência de iluminação

Dependência	Área (m²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Consultório	17,55	100 + 60 + 60	220 VA
	6 + 4 + 4 + 3,55		
WC Consultório	3,51	100	100 VA

	< 6		
		TOTAL	320,00 VA

8.2.2 Potência das TUG's

Tabela 20 - Cálculo de quantidades e potências das respectivas TUG's

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Consultório	5 x 200	1000 VA
WC Consultório	600 x 1	600 VA
	TOTAL	1.600,00 VA

8.2.3 Potência das TUE's

Tabela 21 - Cálculo de número de TUE's

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Consultório	Ar Condicionado 12.000 BTU's	1.450,00 VA

8.3 ESCRITÓRIO 1 - 6 (CADA)

8.3.1 Potência de iluminação

Tabela 22 - Cálculo de potência de iluminação

Dependência	Área (m²)	POTÊNCIA	
		Composição (VA)	Total (VA)
Escritório 1 - 6	16,80	6 + 4 + 4 + 2,80	220 VA
		100 + 60 + 60	

8.2.2 Potência de TUG's

Tabela 23 - Cálculo de potência de TUG's

Potência TUG's		
Dependência	Potência	
	Composição (VA)	Total (VA)
Escritório 1 - 6	5 x 200	1000 VA

8.2.3 Potência de TUE's

Tabela 24 - Cálculo de potência de TUE's

Distribuição TUE's		
Dependência	Finalidade da carga	Potência VA
Escritório 1 - 6	Ar Condicionado 12.000 BTU's	1.450 VA

9. CÁLCULO DAS DEMANDAS

9.1 EDIFICAÇÃO

Neste caso, o edifício é exclusivamente comercial. Portanto, utilizaremos o critério da carga instalada para o cálculo da demanda do pavimento térreo, como farmácia e perfumaria. Como, também, para os consultórios e escritórios, no primeiro pavimento.

Este método leva em consideração a quantidade e tipos de carga da instalação, e a demanda é calculada pela expressão abaixo:

$$D = (a + b + c + d + e + f + g)$$

9.1.1 Farmácia

- Potência de Iluminação e TUG's

$$\text{Potência Iluminação: } 2.023,91 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 1.862,00 \text{ W}$$

$$\text{Potência TUG's: } 9.400,00 \text{ VA} \times 0,80_{f_{pref.}} = 7.520,00 \text{ W}$$

$$\text{Soma Potências : } 2.305,59 \text{ W} + 7.840,00 \text{ W} = 9.382,00 \text{ W} = 9,3820 \text{ kW}$$

Pela Tabela 3 – Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$\mathbf{a} = \text{demanda referente a iluminação e tomadas} = 9,3820 \text{ kW} \times 100\% = 9,3820 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE – Ar condicionado**

Nº de aparelho: 5 (cinco)

$$\text{Potência total: } 15.260 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 14,0390 \text{ kW}$$

Pela Tabela 7 – Fatores de Demanda de Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela, Split e Chiller para Edifícios na NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Para 5 (cinco) aparelhos temos um FD para edifícios comerciais igual a 1 (um).

$$\mathbf{c} = 14,039 \text{ kW} \times 1,0 = 14,0390 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Motores**

Nº de aparelho: 4 (quatro)

$$\text{Potência Motor Portão 1: } 300 \text{ VA} \times 0,86_{f_{pref.}} = 258 \text{ W}$$

$$\text{Potência Motor Portão 2: } 300 \text{ VA} \times 0,86_{f_{pref.}} = 258 \text{ W}$$

$$\text{Potência Motor Portão 3: } 300 \text{ VA} \times 0,86_{f_{pref.}} = 258 \text{ W}$$

$$\text{Potência Motor Portão 4: } 300 \text{ VA} \times 0,86_{f_{pref.}} = 258 \text{ W}$$

Pela Tabela 12 – Fator de Demanda de Motores da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020:

$$\mathbf{d} = 258 \times 1,0 + [(258 \times 3) \times 0,70] = 0,80 \text{ kW}$$

Demanda Farmácia = $DF = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados na edificação. Logo,

$$\text{Demanda Farmácia} = (9,3820 + 14,0390 + 0,8000) \text{ kW} = 24,2210 \text{ kW}$$

9.1.2 Perfumaria

- **Potência de Iluminação e TUG's**

$$\text{Potência Iluminação: } 532,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 489,44 \text{ W}$$

$$\text{Potência TUG's: } 1.300,00 \text{ VA} \times 0,80_{f_{pref.}} = 1.040,00 \text{ W}$$

$$\text{Soma Potências : } 489,44 \text{ W} + 1.040,00 \text{ W} = 1.529,44 \text{ W} = 1,5294 \text{ kW}$$

Pela Tabela 3 - Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$\mathbf{a} = \text{demanda referente a iluminação e tomadas} = 1,5294 \text{ kW} \times 100\% = 1,5294 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Ar condicionado**

Nº de aparelho: 1 (um)

$$\text{Potência total: } 2.600,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 2.392,00 \text{ W}$$

Pela Tabela 7 – Fatores de Demanda de Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela, Split e Chiller para Edifícios na NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Para 1 (um) aparelhos temos um FD para edifícios comerciais igual a 1 (um).

$$\mathbf{c} = 2.392,00 \text{ W} \times 1,0 = 2.392,00 \text{ W} = 2,3920 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Motores**

Nº de aparelho: 4 (quatro)

$$\text{Potência Motor Portão 1: } 300,00 \text{ VA} \times 0,86_{f_{pref.}} = 258,00 \text{ W}$$

Pela Tabela 12 – Fator de Demanda de Motores da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020:

$$\mathbf{d} = 258 \times 1,0 = 258,00 \text{ W} = 0,258 \text{ kW}$$

Demanda Perfumaria = $DP = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados na edificação. Logo,

$$\text{Demanda Perfumaria} = (1,5294 + 2,3920 + 0,2580) \text{ kW} = 4,1794 \text{ kW}$$

9.1.3 Administração

- **Potência de Iluminação e TUG's**

$$\text{Potência Iluminação: } 1.260,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 1.159,20 \text{ W}$$

$$\text{Potência TUG's: } 3.300,00 \text{ VA} \times 0,80_{f_{pref.}} = 2.640,00 \text{ W}$$

$$\text{Soma Potências : } 1.159,20 \text{ W} + 2.640,00 \text{ W} = 3.799,20 \text{ W} = 3,7992 \text{ kW}$$

Pela Tabela 3 - Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$\mathbf{a} = \text{demanda referente a iluminação e tomadas} = 3,7992 \text{ kW} \times 100\% = 3,7992 \text{ kW}$$

Demanda Administração = $DC = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + c + d + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados no espaço. Logo,

$$\text{Demanda Administração} = 3,7992 \text{ kW}$$

9.1.4 Consultório

- **Potência de Iluminação e TUG's**

$$\text{Potência Iluminação: } 320,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 294,40 \text{ W}$$

$$\text{Potência TUG's: } 1600,00 \text{ VA} \times 0,80_{f_{pref.}} = 1.280,00 \text{ W}$$

$$\text{Soma Potências : } 294,40 \text{ W} + 1.280,00 \text{ W} = 1.574,40 \text{ W} = 1,5744 \text{ kW}$$

Pela Tabela 3 - Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$\mathbf{a} = \text{demanda referente a iluminação e tomadas} = 1,5744 \text{ kW} \times 100\% = 1,5744 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Ar condicionado**

Nº de aparelho: 1 (um)

$$\text{Potência total: } 1.450,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 1.334,00 \text{ W}$$

Pela Tabela 7 – Fatores de Demanda de Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela, Split e Chiller para Edifícios na NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Para 1 (um) aparelhos temos um FD para edifícios comerciais igual a 1 (um).

$$c = 1.334,00 \text{ W} \times 1,0 = 1.334,00 \text{ W} = 1,344 \text{ kW}$$

Demanda Consultório = $DC = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + d + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados na edificação. Logo,

$$\text{Demanda Consultório} = (1,5744 + 1,3440) \text{ kW} = 2,9084 \text{ kW}$$

9.1.5 Escritório 1 - 6 (cada)

- **Potência de Iluminação e TUG's**

$$\text{Potência Iluminação: } 220,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 202,40 \text{ W}$$

$$\text{Potência TUG's: } 1.000,00 \text{ VA} \times 0,80_{f_{pref.}} = 800,00 \text{ W}$$

$$\text{Soma Potências : } 202,40 \text{ W} + 800,00 \text{ W} = 1.002,40 \text{ W} = 1,0024 \text{ kW}$$

Pela Tabela 3 - Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$a = \text{demanda referente a iluminação e tomadas} = 1,0024 \times 100\% = 1,0024 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Ar condicionado**

Nº de aparelho: 1 (um)

$$\text{Potência total: } 1.450,00 \text{ VA} \times 0,92_{f_{pref.}} = 1.334,00 \text{ W}$$

Pela Tabela 7 – Fatores de Demanda de Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela, Split e Chiller para Edifícios na NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Para 1 (um) aparelhos temos um FD para edifícios comerciais igual a 1 (um).

$$c = 1.334,00 \times 1,0 = 1.334,00 W = 1,3340 kW$$

Demanda Escritório = $DL = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + d + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados na edificação. Logo,

$$\text{Demanda Escritório (cada)} = (1,0024 + 1,3340) kW = 2,3364 kW$$

9.2 DEMANDA TOTAL DA EDIFICAÇÃO

Utilizaremos, também, o critério da carga instalada para o cálculo da demanda total. Este método leva em consideração a quantidade e tipos de carga da instalação, e a demanda é calculada pela expressão abaixo:

$$D = (a + b + c + d + e + f + g)$$

- **Potência de Iluminação e TUG's**

Neste caso, soma todas as potências de iluminação e TUG's de todas as unidades consumidoras para encontrar o parâmetro **a** do cálculo da demanda.

$$\text{Potência} = [9,3820 + 1,5294 + 3,7992 + 1,5744 + (6 \times 1,0024)] kW = 22,2994 kW$$

Pela Tabela 3 - Fatores de Demanda para Iluminação e Tomadas de Uso Geral para Unidades Consumidoras Não Residenciais da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Comercial e Edifícios Comerciais.

$$\begin{aligned} a &= \text{demanda referente a iluminação e tomadas} \\ &= (10,00 kW \times 100\%) + (12,2994 kW \times 35\%) = 14,3048 kW \end{aligned}$$

- **Potência de TUE - Aquecedores de ar**

É considerada a soma de todos os aparelhos aquecedores de ar de todas as unidades consumidoras.

Nº de aparelho: 13 (treze)

$$\text{Potência total} = [14,0390 + 2,3920 + 1,3340 + (6 \times 1,3340)] \text{ kW} = 25,7640 \text{ kW}$$

Pela Tabela 7 – Fatores de Demanda de Aparelhos de Ar Condicionado Tipo Janela, Split e Chiller para Edifícios na NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020: Para 1 (um) aparelhos temos um FD para edifícios comerciais igual a 1 (um).

$$c = 25,7640 \times 1,0 = 25,7640 \text{ kW}$$

- **Potência de TUE - Motores**

É considerado todos os motores de todas as unidades consumidoras.

Nº de aparelho: 5 (cinco)

Pela Tabela 12 – Fator de Demanda de Motores da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020:

$$d = 0,258 \text{ kW} \times 1,0 + [(0,2580 \text{ kW} \times 4) \times 0,70] = 0,9800 \text{ kW}$$

- **Demanda Total**

Demanda total = $D = (a + b + c + d + e + f + g)$, onde $b + e + f + g = 0$, pois os equipamentos não foram empregados na edificação. Logo,

$$\text{Demanda Total da Edificação} = (14,3048 + 25,7640 + 0,9800) \text{ kW} = 41,0488 \text{ kW}$$

Tabela 25 - Quadro resumo de demandas das unidades consumidoras individuais.

UNIDADES	DEMANDA (W)	CATEGORIA
Farmácia	24.221,00	Trifásico
Perfumaria	4.179,40	Monofásico
Administração	3.799,20	Monofásico
Consultório	2.908,40	Monofásico
Escritório 1	2.336,40	Monofásico
Escritório 2	2.336,40	Monofásico
Escritório 3	2.336,40	Monofásico

Escritório 4	2.336,40	Monofásico
Escritório 5	2.336,40	Monofásico
Escritório 6	2.336,40	Monofásico
DEMANDA GERAL DA EDIFICAÇÃO	41,0488 kW	Trifásico
CARGA INSTALADA GERAL DA EDIFICAÇÃO	49,3586 kW	Trifásico

Tabela 26 - Quadro de cargas da farmácia

Quadro de Cargas Farmácia									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In (A)	Fase A-B-C
1	Iluminação Interna 1	220	900,00	0,92	828,00	4,09	2,5	10	A
2	Iluminação Interna 2	220	700,00	0,92	644,00	3,18	1,5	10	B
3	Iluminação Externa	220	423,91	0,92	390,00	1,93	1,5	4	C
4	TUG's Farmácia	220	2300,00	0,80	1.840,00	10,45	2,5	16	A
5	TUG's Farmácia Piso	220	2200,00	0,80	1.760,00	10,00	4,0	16	B
6	TUG's Diversos	220	4900,00	0,80	3.920,00	22,27	4,0	32	C
7	TUE - Ar Cond. F. 1	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
8	TUE - Ar Cond. F. 2	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
9	TUE - Ar Cond. Esc.	220	1450,00	0,92	1.334,00	6,59	2,5	10	A
10	TUE - Ar Cond. SF.	220	600,00	0,92	552,00	2,73	2,5	4	B
11	TUE - Cortina de Ar	220	210,00	0,92	193,20	0,95	2,5	4	A
12	TUE - Motor Portão 1	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B
13	TUE - Motor Portão 2	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A
14	TUE- Motor Portão 3	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B
15	TUE- Motor Portão 4	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B

Tabela 27 - Balanço de cargas farmácia

Fase	Total (VA)	Total (W)
A	9.493,3	8.439,9

B	8.733,3	7.716,7
C	9.657,2	8.296,7

Tabela 28 - Quadro de cargas da perfumaria

Quadro de Cargas Perfumaria									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	532,00	0,92	489,44	2,42	1,5	4	A
2	TUG's	220	1300,00	0,80	1040,00	5,91	2,5	10	A
3	TUE Ar Cond.	220	2600,00	0,92	2392,00	11,82	4	16	A
4	TUE Motor	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A

Tabela 29 - Quadro de cargas da administração

Quadro de Cargas Administração									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	1.260,00	0,92	1.159,20	5,73	1,5	10	C
2	TUG's	220	3.300,00	0,80	2.640,00	15	2,5	16	C

Tabela 30 - Quadro de cargas do consultório

Quadro de Cargas Consultório									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	320,00	0,92	294,40	1,45	1,5	4	B
2	TUG's	220	1600,00	0,80	1280,00	7,27	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1334,00	6,59	4	16	B

Tabela 31 - Quadro de cargas dos escritórios 1

Quadro de Cargas Escritórios 1-6									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm ²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	220,00	0,92	202,40	1,27	1	4	B
2	TUG's	220	1000,00	0,80	800,00	4,55	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1334,00	6,59	4	16	B

- a. Escritório 1: Fase B
- b. Escritório 2: Fase A
- c. Escritório 3: Fase B

- d. Escritório 4: Fase B
- e. Escritório 5: Fase C
- f. Escritório 6: Fase C

Tabela 32 - Balanço de cargas geral

Fase	Total (VA)	Total (W)
A	19.565,33	17.292,11
B	17.443,33	15.297,87
C	19.557,25	16.768,67

10. FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

10.1 EDIFICAÇÃO (FARMÁCIA, PERFUMARIA, CONSULTÓRIO E ESCRITÓRIOS)

Com base na demanda geral prevista para a edificação de 41.080,80 W, a unidade poderá ser atendida de acordo com a Tabela 25A – Dimensionamento de Condutores e Proteção para Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras da NT.004.EQTL.Normas e Padrões - Revisão/2020.

O fornecimento de energia elétrica de toda a edificação, que deverá alimentar a farmácia, perfumaria, consultório e escritórios da unidade consumidora se dará em baixa tensão trifásica a 4 fios (3 fases + neutro), nas tensões de 380/220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 41.080,80 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 100 A;
- Ramal de entrada: 3x35+35 mm² Alumínio multiplexado – XLPE - 0,6/1 kV;
- Eletroduto de aço galvanizado: \varnothing 2”;
- Aterramento: 35 mm² (cobre nu), 1 haste aço cobreado 16x2400 mm;

10.2 FARMÁCIA

O fornecimento de energia elétrica para a farmácia se dará em baixa tensão trifásica a 4 fios (3 fases + neutro), nas tensões de 380/220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 24.221,00 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 63 A;
- Ramal de ligação: 3x16+16 mm² Alumínio – XLPE - 0,6/1 kV;
- Condutor cobre isolado do cliente Fase (Neutro): 10 mm²;
- Aterramento: 10 mm² Cobre - PVC;

10.2 PERFUMARIA

O fornecimento de energia elétrica para a perfumaria se dará em baixa tensão monofásico a 2 fios (1 fases + neutro), na tensão 220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 4.179,00 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 40 A;
- Ramal de ligação: 1x10+10 mm² Alumínio – XLPE - 0,6/1 kV;
- Condutor cobre isolado do cliente Fase (Neutro): 6 mm²;
- Aterramento: 6 mm² Cobre - PVC

10.3 ADMINISTRAÇÃO

O fornecimento de energia elétrica para a administração se dará em baixa tensão monofásico a 2 fios (1 fases + neutro), na tensão 220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 3.799,20 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 25 A;
- Ramal de ligação: 1x10+10 mm² Alumínio – XLPE - 0,6/1 kV;
- Condutor cobre isolado do cliente Fase (Neutro): 4 mm²;
- Aterramento: 4 mm² Cobre - PVC

10.2 CONSULTÓRIO

O fornecimento de energia elétrica para o consultório se dará em Baixa Tensão Monofásica, a 2 fios (1 fases + neutro), na tensão 220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 3.980,40 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 25 A;
- Ramal de ligação: 1x10+10 mm² Alumínio – XLPE - 0,6/1 kV;
- Condutor cobre isolado do cliente Fase (Neutro): 4 mm²;
- Aterramento: 4 mm² Cobre - PVC

10.2 ESCRITÓRIOS

O fornecimento de energia elétrica para os escritórios se dará em baixa tensão monofásico, a 2 fios (1 fases + neutro), na tensão 220 V.

As características gerais dimensionadas para a entrada de serviço da edificação:

- Potência total demandada de 2.336,40 W;
- Proteção geral: disjuntor termomagnético tripolar de 25 A;
- Ramal de ligação: 1x10+10 mm² Alumínio – XLPE - 0,6/1 kV;
- Condutor cobre isolado do cliente Fase (Neutro): 4 mm².
- Aterramento: 4 mm² Cobre - PVC

APÊNDICE 1**LISTA DE MATERIAL (FARMÁCIA E PERFUMARIA)**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DO MATERIAL	UN	QUANT.
1.1	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 1,5 mm ² - Azul Claro – Classe 4	m	100
1.2	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 1,5 mm ² - Vermelho – Classe 4	m	100
1.3	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 1,5 mm ² - Branco – Classe 4	m	100
1.4	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 2,5 mm ² - Azul Claro – Classe 4	m	270
1.5	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 2,5 mm ² - Branco – Classe 4	m	100
1.6	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 2,5 mm ² - Verde – Classe 4	m	200
1.7	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 2,5 mm ² - Vermelho – Classe 4	m	250
1.8	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 4,0 mm ² - Azul Claro – Classe 4	m	140
1.9	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 4,0 mm ² - Preto – Classe 4	m	40
1.10	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 4,0 mm ² - Verde – Classe 4	m	100
1.11	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 4,0 mm ² - Marrom – Classe 4	m	40
1.12	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 6,0 mm ² - Vermelho – Classe 4	m	30
1.13	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 6,0 mm ² - Azul claro – Classe 4	m	50
1.14	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 6,0 mm ² - Verde – Classe 4	m	30
1.15	Cabo de cobre isolado PVC - 750 V - 16,0 mm ² - Azul claro – Classe 4	m	12
1.16	Cabo de cobre isolado EPR/XLPE - 0,6/1kV - 16,0 mm ² - Preto – Classe 4	m	50

1.17	Cabo de cobre isolado EPR/XLPE - 0,6/1kV - 6,0 mm ² - Preto – Classe 4	m	25
1.18	Cabo de cobre nu 10 mm ²	m	10
2.1	Haste de aterramento tipo Copperweld 16 x 2400 mm, com revestimento em cobre de alta camada 254 µm	pc	6
2.2	Caixa de inspeção de aterramento em plástico 200x232 mm	pç	6
2.3	Conector GTDU	pç	5
3.1	Centro de medição polifásica P/9 medidores OU P/16 medidores	pç	1
4.1	Interruptores simples - 1 Seção	pc	10
4.2	Interruptores simples - 2 Seções	pç	2
4.3	Interruptores simples - 3 Seções	pç	1
4.4	Interruptores three way - 1 Seção	pç	2
5.1	Placa 1 Posto + saída de Fio 4X2"	pç	10
5.2	Tomada simples 10A 2P+T 4X2"	pç	47
5.3	Tomada dupla 10A 2P+T 4X2"	pç	4
5.4	Tomada tripla 10A 2P+T 4x2"	pç	1
5.5	Tomada simples 20A (de embutir p/ piso) a prova d'água Ip55	pç	14
6.1	Luminária LED 37W embutir Lumicenter (617x617) mm	pç	39
6.2	Refletor LED 30W	pç	12
7.1	Disjuntor termomagnético tripolar 125 A, Icc 5 kA – 400 V Schneider	pç	1
7.2	Disjuntor termomagnético tripolar 80 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	2

7.3	Disjuntor termomagnético monopolar 50 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	2
7.4	Disjuntor termomagnético monopolar 10 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	4
7.5	Disjuntor termomagnético monopolar 16 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	4
7.6	Disjuntor termomagnético monopolar 4 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	9
7.7	Disjuntor termomagnético monopolar 16 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	2
7.8	Disjuntor termomagnético monopolar 16 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	2
7.9	Disjuntor termomagnético monopolar 32 A, Icc 3 kA – 250 V Schneider	pç	1
8.1	DPS Classe I CLAMPER, $I_n = 30$ kA, $I_{imp} = 12,5$ kA (10/350) e $I_{m\acute{a}x} = 60$ kA, $U_c = 275$ V - AC, $U_p < 1,3$ kV.	pç	3
8.2	DPS Classe II CLAMPER, $I_n = 20$ kA (8/20) e $I_{m\acute{a}x} = 45$ kA, $U_c = 275$ V - AC, $U_p < 1,5$ kV.	pç	6
9.1	Interruptor Diferencial Residual IDR 4P 80A, $I_{\Delta n} = 30$ mA	pç	1
9.2	Interruptor Diferencial Residual IDR 2P 50A, $I_{\Delta n} = 30$ mA	pç	1
10.1	Quadro de distribuição trifásico 100A P/ 24 polos, com trilho din + barramento de neutro e terra	pç	1
10.2	Quadro de distribuição P/ 10 polos, com barramento de neutro terra	pç	1
11.1	Barramento tipo pente trifásico 80 A	m	1
11.2	Barramento tipo pente monofásico 63 A	m	1
12.2	Fita isolante 10 metros	pç	6
12.3	Fita autofusão para alta tensão	pç	1

EHT07-E3500850



Garantia:
3 anos.

FEITONBRASIL
Gera Empregos · Gera Segurança · Gira a Economia.



Placa de LED integrada.



Vida útil:
50.000 horas.

Fluxo	3685lm
Potência	36W
Eficiência	102lm/W
Temperatura de Cor	5000K
IRC	>80
Consistência de Cor	5SDCM
Facho	100°
Grau IP	IP20
Tensão de Entrada	220V
Frequência	50/60Hz
Fator Potência 127V	0,99
Fator Potência 220V	0,99
THD 127V	10%
THD 220V	10%
Classe de Isolamento	Classe I
Vida Útil	50.000h
Temperatura de Operação	0 A 50°C

Aplicação: Indicada para uso em ambientes onde não há necessidade de controle de ofuscamento, como auditórios, lojas, consultórios e restaurantes.

Instalação: Embutido em forros modulares 625x625 com perfil "T" de 25mm.

Corpo: Produzido em chapa de aço laminado a frio.

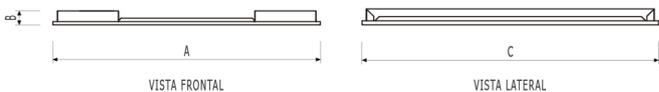
Acabamento: Tinta pó poliéster de alta resistência na cor branco microtexturizado aplicado por processo eletrostático, garantindo camada mínima de 50µm.

Difusor: Translúcido.

LED e Driver: LEDs SMD de alto desempenho aplicados sobre placa de circuito impresso. Driver 220V não dimerizável com alto fator de potência e baixo THD.

Durabilidade: Manutenção de no mínimo 70% do fluxo luminoso inicial em 50.000h de uso.

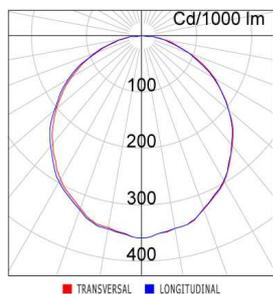
Equivalência: Para substituição de quatro lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 13W, 14W ou T8 de 16W.



A (mm)	B (mm)	C (mm)
617	40	617

Somente para forros modulares 625x625mm

Distribuição luminosa:



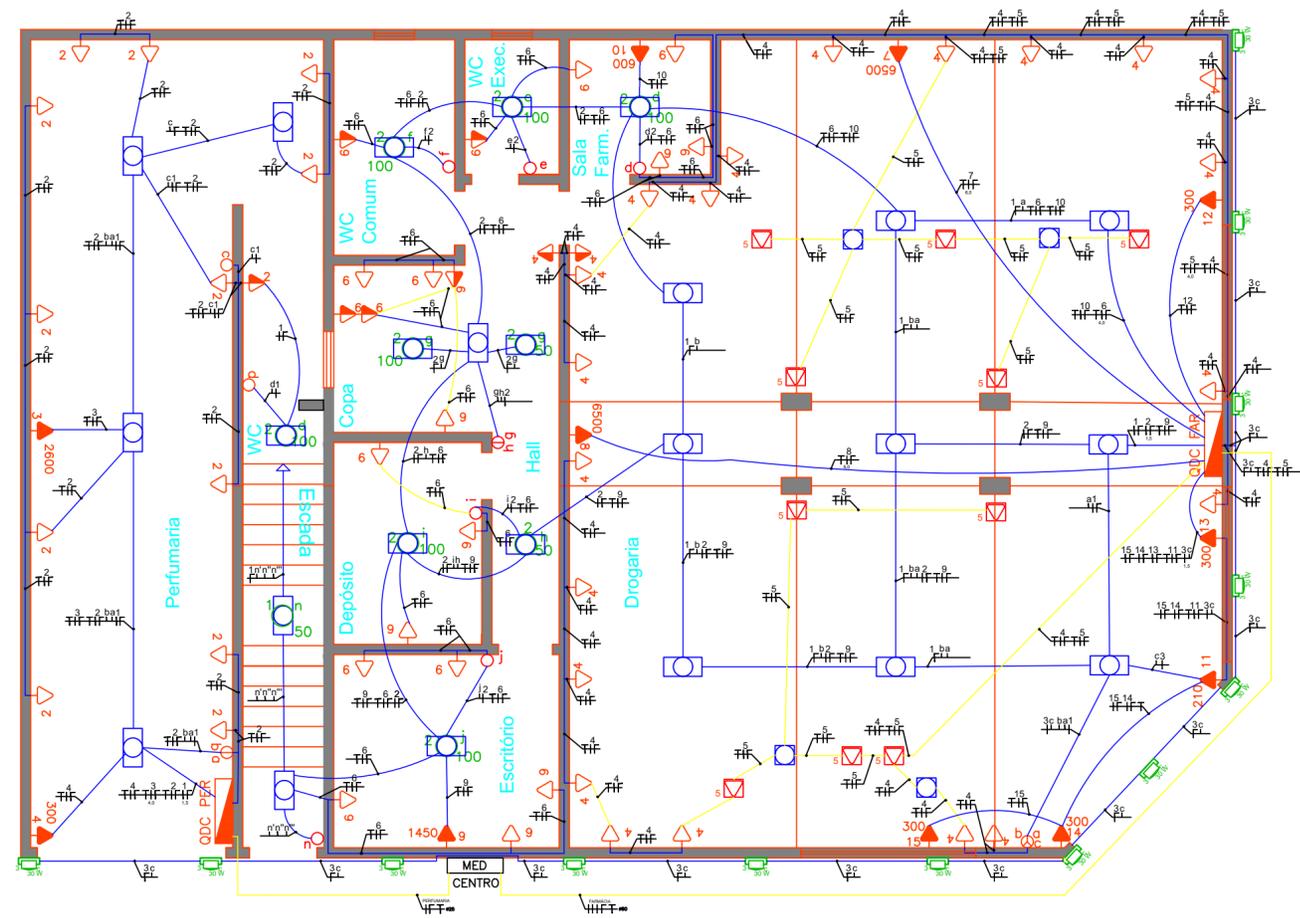
Luminárias por área:

Fluxo	3685 lm			
	300 lx		500 lx	
Pé-direito	2,5 m	3,0 m	2,5 m	3,0 m
Área	Número de luminárias			
10 m²	1,6	1,9	2,7	3,1
20 m²	2,7	3,0	4,5	5,1
30 m²	3,7	4,1	6,2	6,9
40 m²	4,7	5,2	7,8	8,6
50 m²	5,7	6,2	9,4	10,3

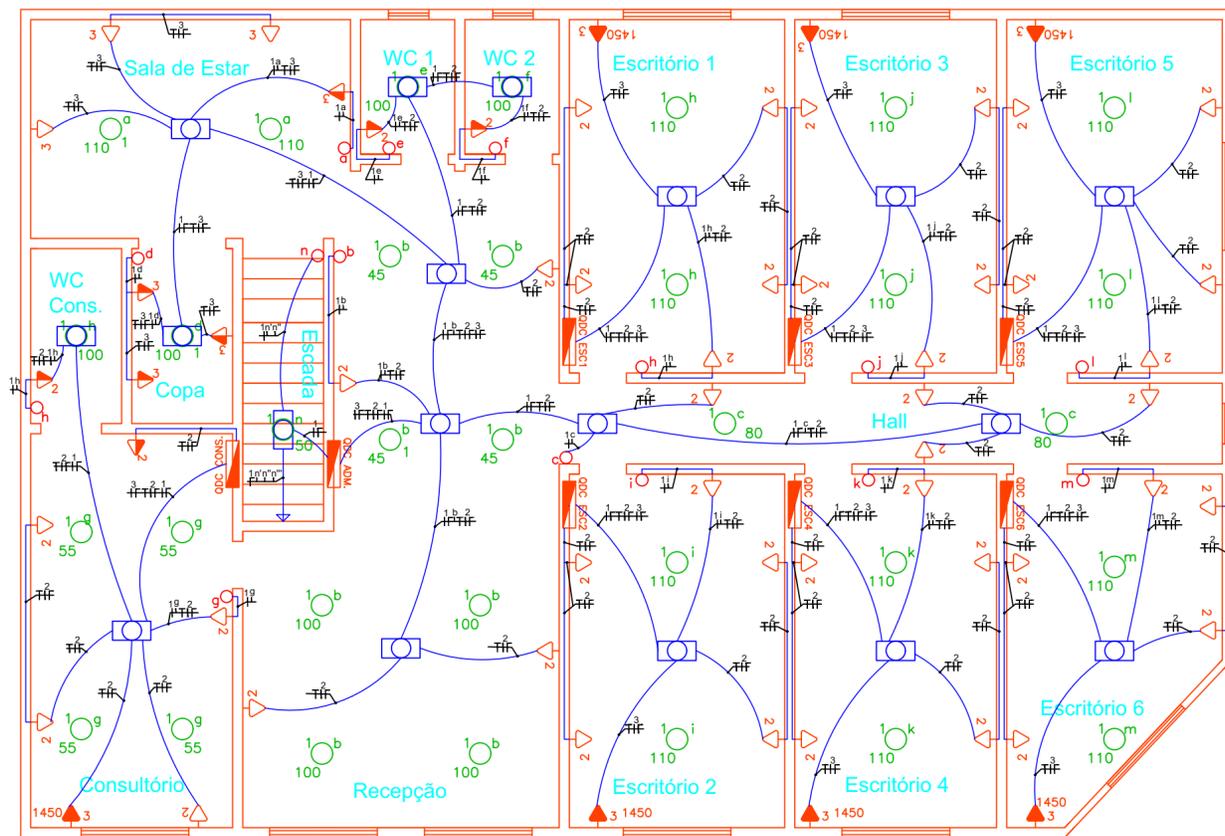
AMBIENTE COM TETO E PAREDE CLARO, CHÃO ESCURO;
FATOR DE PERDA 0,85;
PLANO DE TRABALHO 0,80.

Fator de utilização:

Teto (%)	70	50	30	0						
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	0			
Chão (%)	20	20	20	20	0	0				
RCR	Fator de Utilização (%)									
0	116	116	116	111	111	111	106	106	106	100
1	101	97	94	97	94	91	93	90	88	83
2	88	82	77	85	80	75	82	77	73	69
3	78	70	64	75	68	63	72	66	62	58
4	69	61	54	66	59	54	64	58	53	50
5	62	53	47	60	52	46	58	51	46	43
6	56	47	41	54	46	41	52	45	40	38
7	50	42	36	49	41	36	47	41	36	33
8	46	38	32	45	37	32	43	37	32	30
9	42	34	29	41	34	29	40	33	29	27
10	39	31	26	38	31	26	37	31	26	24

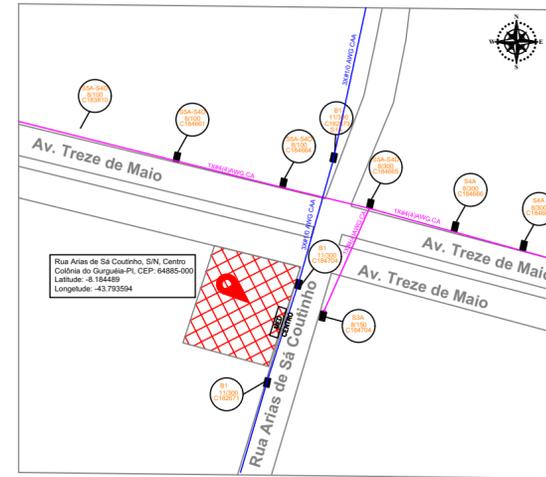


PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100



PAVIMENTO 1
ESCALA 1:100

PLANTA DE SITUAÇÃO



LEGENDA/SIMBOLOGIA

NBR 5444

- PONTO DE LUZ NO TETO (C-CIRCUITO, a-RETORNO, P-POTÊNCIA).
- CAIXA OTOGONAL COM SUPORTE PARA LAJOTA.
- CAIXA DE PASSAGEM EMBUTIDA NO PISO.
- LUMINÁRIAS (C-CIRC. a-RET. 1XP - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- REFLETOR LED (C-CIRC. a-RET. P - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- INTERRUPTOR DE 1 SEÇÃO: a - RETORNO.
- INTERRUPTOR DE 2 SEÇÕES: a e b - RETORNOS.
- INTERRUPTOR DE 3 SEÇÕES: a, b e c - RETORNOS.
- TOMADA BAIXA, 0,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, B-BAIXA).
- TOMADA MÉDIA, 1,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, M-MÉDIA).
- TOMADA NO PISO (C-CIRCUITO).
- QDC - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM ONZE SAÍDAS E 12 CIRCUITOS
- MED - QUADRO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE
- CONDUTORES RETORNO, FASE, NEUTRO E TERRA
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO PISO
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO ESCADA
- VIGA DE CONCRETO
- DISJUNTOR TRIPOLAR
- DISJUNTOR MONOPOLAR
- MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL IDR

PROPRIETÁRIO: _____ RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____

Ciente: _____

Obra: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Endereço: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Conteúdo: PLANTA ELÉTRICA, QUADRO DE CARGAS
DIAGRAMA UNIFILAR E DETALHES DE LIGAÇÃO

Escala: Sem Escala Data: Julho - 2023 Desenhista: _____ Arquivo: _____

Folha:
01/04

LEGENDA/SIMBOLOGIA

NBR 5444

-  - PONTO DE LUZ NO TETO (C-CIRCUITO, a-RETORNO, P-POTÊNCIA).
-  - CAIXA OTOGONAL COM SUPORTE PARA LAJOTA.
-  - CAIXA DE PASSAGEM EMBUTIDA NO PISO.
-  - LUMINÁRIAS (C-CIRC. a-RET. 1XP - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
-  - REFLETOR LED (C-CIRC. a-RET. P - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
-  - INTERRUPTOR DE 1 SEÇÃO: a - RETORNO.
-  - INTERRUPTOR DE 2 SEÇÕES: a e b - RETORNOS.
-  - INTERRUPTOR DE 3 SEÇÕES: a, b e c - RETORNOS.
-  - TOMADA BAIXA, 0,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, B-BAIXA).
-  - TOMADA MÉDIA, 1,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, M-MÉDIA).
-  - TOMADA ALTA, 2,00 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, A-ALTA).
-  - TOMADA NO PISO (C-CIRCUITO).
-  - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM ONZE SAÍDAS E 12 CIRCUITOS
-  - QUADRO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
-  - ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE
-  - CONDUTORES RETORNO, FASE, NEUTRO E TERRA
-  - ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO PISO
-  - ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO ESCADA
-  - VIGA DE CONCRETO
-  - DISJUNTOR TRIPOLAR
-  - DISJUNTOR MONOPOLAR
-  - MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA
-  - INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL IDR

Quadro de Cargas Farmácia									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação Interna 1	220	900,00	0,92	828,00	4,09	2,5	10	A
2	Iluminação Interna 2	220	700,00	0,92	644,00	3,18	1,5	10	B
3	Iluminação Externa	220	423,91	0,92	390,00	1,93	1,5	4	C
4	TUG's Farmácia	220	2300,00	0,80	1.840,00	10,45	2,5	16	A
5	TUG's Farmácia Piso	220	2200,00	0,80	1.760,00	10,00	4,0	16	B
6	TUG's Diversos	220	4900,00	0,80	3.920,00	22,27	4,0	32	C
7	TUE - Ar Cond. F. 1	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
8	TUE - Ar Cond. F. 2	380	6500,00	0,92	5.980,00	10,40	4,0	16	ABC
9	TUE - Ar Cond. Esc.	220	1450,00	0,92	1.334,00	6,59	2,5	10	A
10	TUE - Ar Cond. SF.	220	600,00	0,92	552,00	2,73	2,5	4	B
11	TUE - Cortina de Ar	220	210,00	0,92	193,20	0,95	2,5	4	A
12	TUE - Motor Portão 1	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B
13	TUE - Motor Portão 2	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A
14	TUE- Motor Portão 3	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B
15	TUE- Motor Portão 4	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	B

Quadro de Cargas Perfumaria									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	532,00	0,92	489,44	2,42	1,5	4	A
2	TUG's	220	1300,00	0,80	1.040,00	5,91	2,5	10	A
3	TUE Ar Cond.	220	2600,00	0,92	2.392,00	11,82	4	16	A
4	TUE Motor	220	300,00	0,86	258,00	1,36	2,5	4	A

Quadro de Cargas Administração									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	1.260,00	0,92	1.159,20	5,73	1,5	10	C
2	TUG's	220	3300,00	0,80	2.640,00	15,00	2,5	16	C

Quadro de Cargas Consultório									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	320,00	0,92	294,40	1,45	1,5	4	B
2	TUG's	220	1600,00	0,80	1.280,00	7,27	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1.334,00	6,59	4	16	TA

Quadro de Cargas Escritórios 1-6									
Circuito	Carga	Tensão (V)	Potência (VA)	FP	Potência (W)	Corrente (A)	Seção (mm²)	Proteção In(A)	Fase A-B-C
1	Iluminação	220	220,00	0,92	202,40	1,27	1	4	B
2	TUG's	220	1000,00	0,80	800,00	4,55	2,5	10	B
3	TUE Ar Cond.	220	1450,00	0,92	1.334,00	6,59	4	16	B

PROPRIETÁRIO:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente:

Obra: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Endereço: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Conteúdo: PLANTA ELÉTRICA, QUADRO DE CARGAS
DIAGRAMA UNIFILAR E DETALHES DE LIGAÇÃO

Escala: Sem Escala

Data: Julho - 2023

Desenhista:

Arquivo:

LEGENDA/SIMBOLOGIA

NBR 5444

- PONTO DE LUZ NO TETO (C-CIRCUITO, a-RETORNO, P-POTÊNCIA).
- CAIXA OTOGONAL COM SUPORTE PARA LAJOTA.
- CAIXA DE PASSAGEM EMBUTIDA NO PISO.
- LUMINÁRIAS (C-CIRC. a-RET. 1XP - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- REFLETOR LED (C-CIRC. a-RET. P - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- INTERRUPTOR DE 1 SEÇÃO: a - RETORNO.
- INTERRUPTOR DE 2 SEÇÕES: a e b - RETORNOS.
- INTERRUPTOR DE 3 SEÇÕES: a, b e c - RETORNOS.
- TOMADA BAIXA, 0,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, B-BAIXA).
- TOMADA MÉDIA, 1,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, M-MÉDIA).
- TOMADA ALTA, 2,00 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, A-ALTA).
- TOMADA NO PISO (C-CIRCUITO).
- QDC
- QUADRO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO PISO
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO ESCADA
- VIGA DE CONCRETO
- DISJUNTOR TRIPOLAR
- DISJUNTOR MONOPOLAR
- MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL IDR

DIAGRAMA UNIFILAR - FARMÁCIA

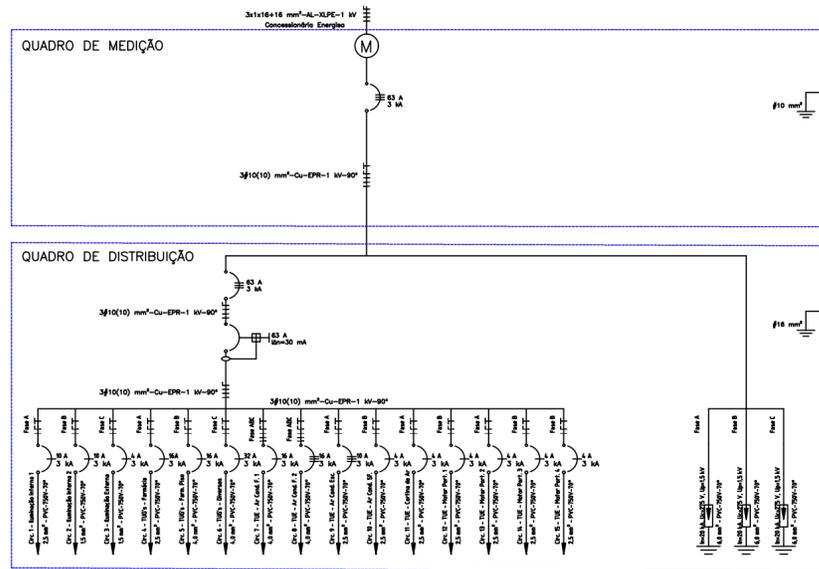


DIAGRAMA UNIFILAR - PERFUMARIA

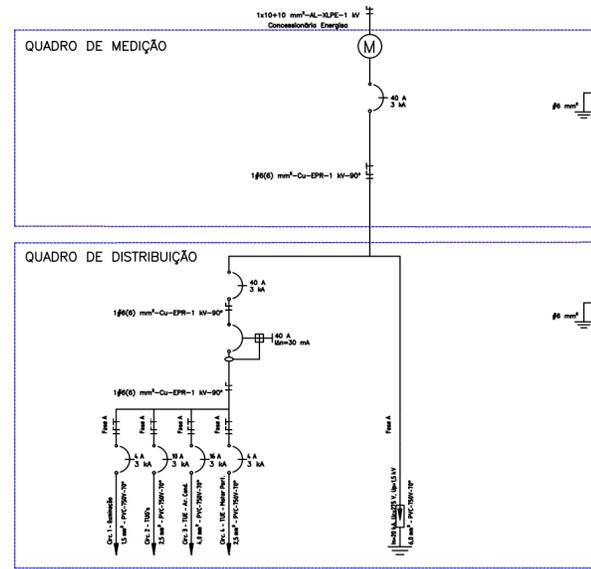


DIAGRAMA UNIFILAR - ADMINISTRAÇÃO

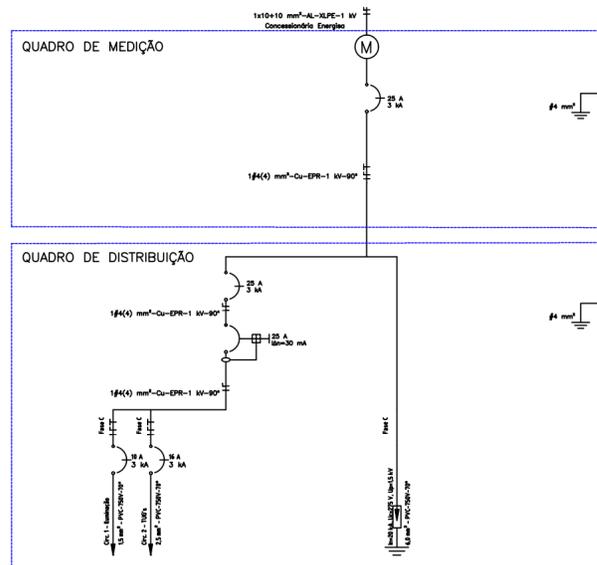


DIAGRAMA UNIFILAR - CONSULTÓRIO

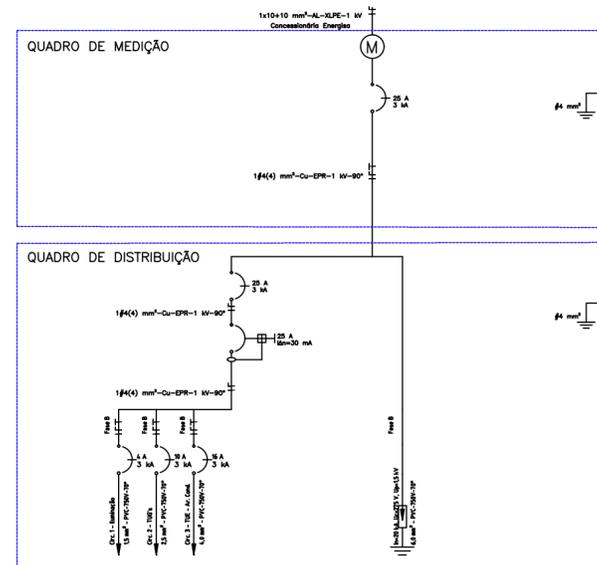
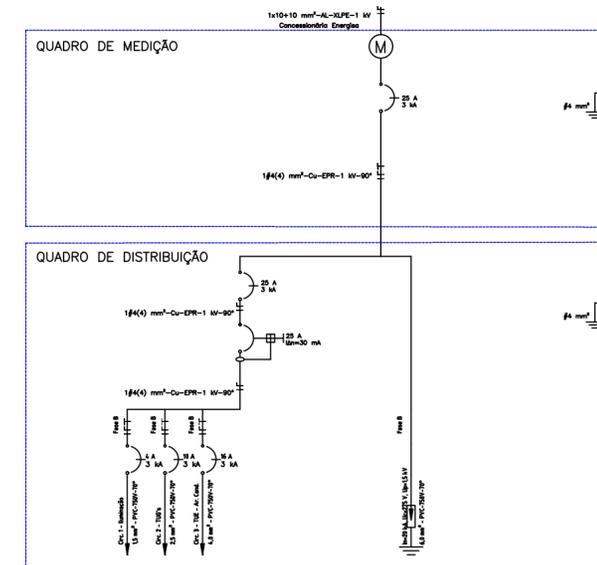
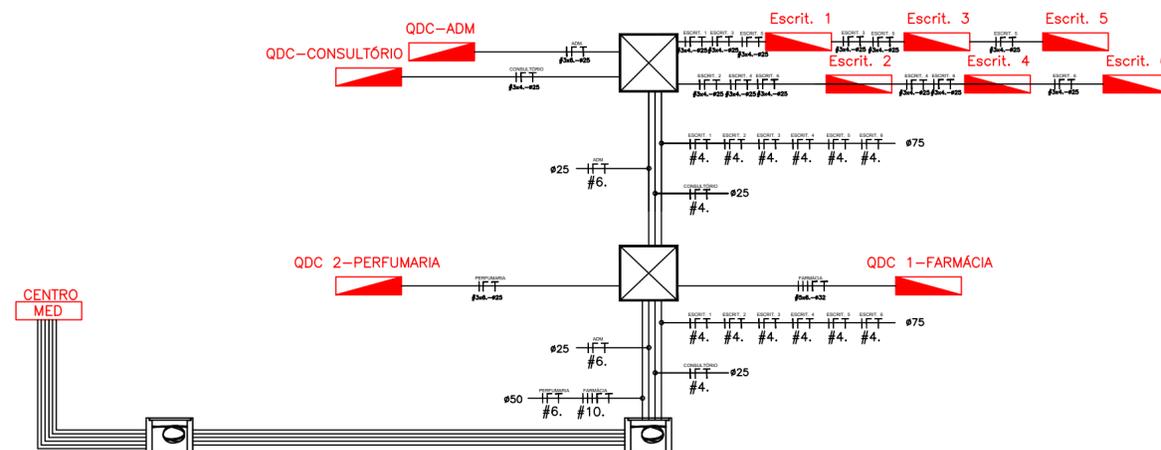


DIAGRAMA UNIFILAR - ESCRITÓRIOS 1-6



NOTA:
a.Escritório 1: Fase B
b.Escritório 2: Fase A
c.Escritório 3: Fase B
d.Escritório 4: Fase B
e.Escritório 5: Fase C
f.Escritório 6: Fase C

PRUMADA



PROPRIETÁRIO: _____ RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____

Ciente: _____

Obra: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Endereço: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÉIA - PI

Conteúdo: PLANTA ELÉTRICA, QUADRO DE CARGAS
DIAGRAMA UNIFILAR E DETALHES DE LIGAÇÃO

Folha:
03/04

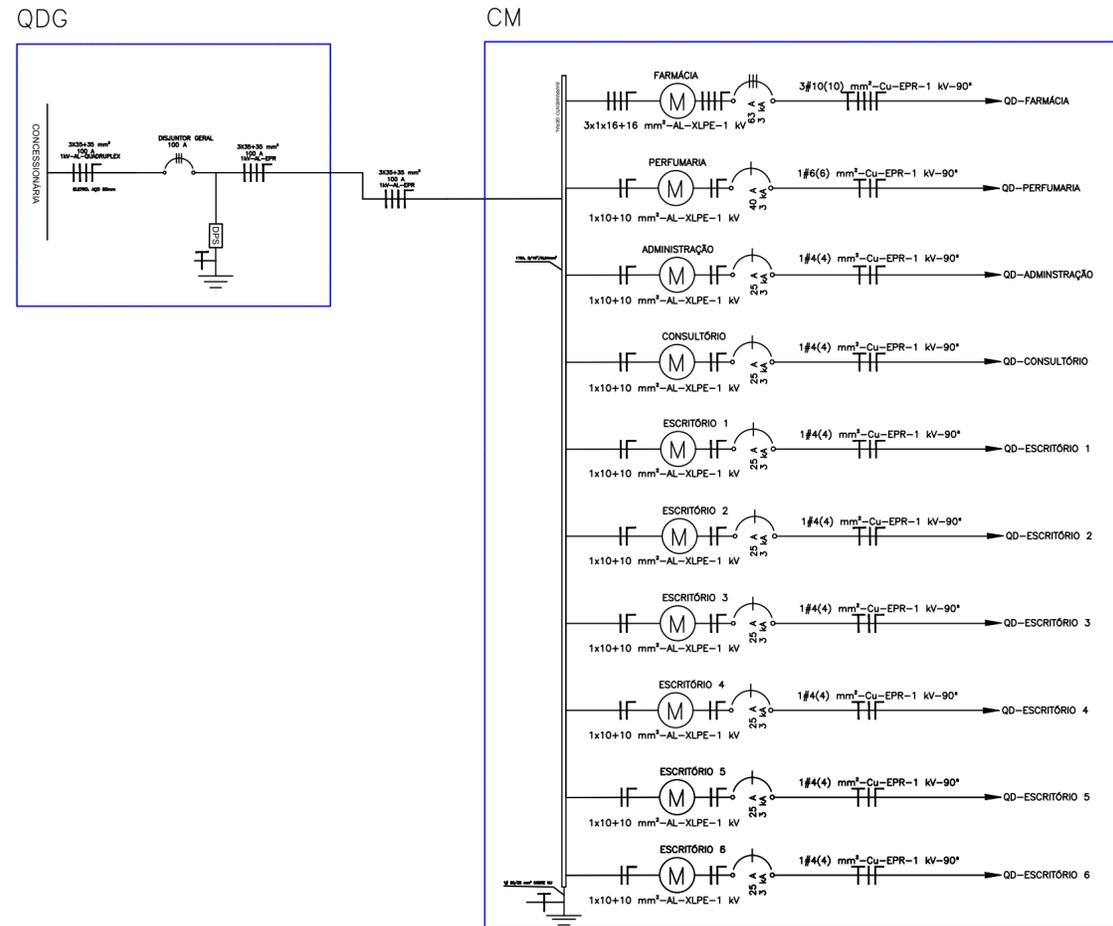
Escala: Sem Escala Data: Julho - 2023 Desenhista: _____ Arquivo: _____

LEGENDA/SIMBOLOGIA

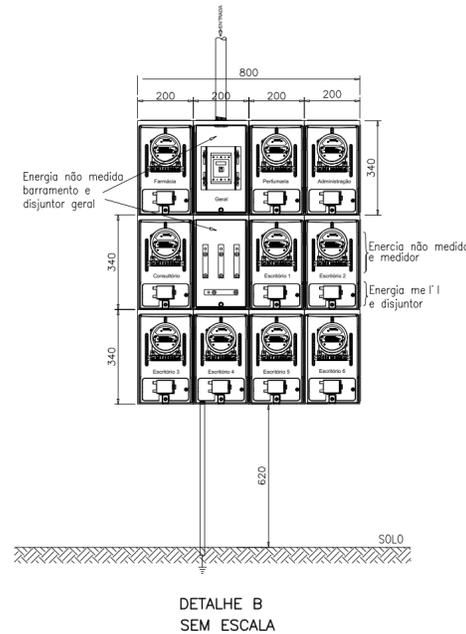
NBR 5444

- PONTO DE LUZ NO TETO (C-CIRCUITO, a-RETORNO, P-POTÊNCIA).
- CAIXA OTOGONAL COM SUPORTE PARA LAJOTA.
- CAIXA DE PASSAGEM EMBUTIDA NO PISO.
- LUMINÁRIAS (C-CIRC. a-RET. 1XP - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- REFLETOR LED (C-CIRC. a-RET. P - POTÊNCIA DAS LÂMPADAS).
- INTERRUPTOR DE 1 SEÇÃO: a - RETORNO.
- INTERRUPTOR DE 2 SEÇÕES: a e b - RETORNOS.
- INTERRUPTOR DE 3 SEÇÕES: a, b e c - RETORNOS.
- TOMADA BAIXA, 0,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, B-BAIXA).
- TOMADA MÉDIA, 1,30 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, M-MÉDIA).
- TOMADA ALTA, 2,00 M DO PISO (C-CIRCUITO, P-POTÊNCIA, A-ALTA).
- TOMADA NO PISO (C-CIRCUITO).
- QDC - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO COM ONZE SAÍDAS E 12 CIRCUITOS
- MED - QUADRO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO PISO
- ELETRODUTO DE PVC EMBUTIDO NO TETO ESCADA
- VIGA DE CONCRETO
- DISJUNTOR TRIPOLAR
- DISJUNTOR MONOPOLAR
- M - MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL IDR

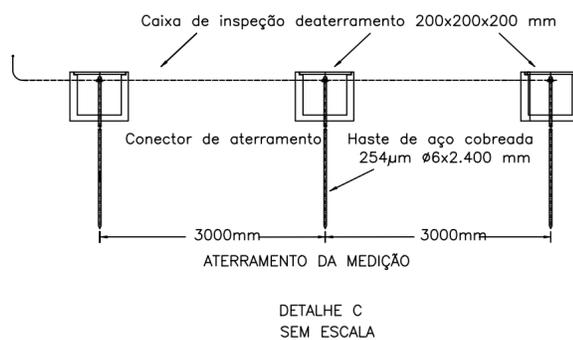
DIAGRAMA UNIFILAR - CENTRO DE MEDIÇÃO



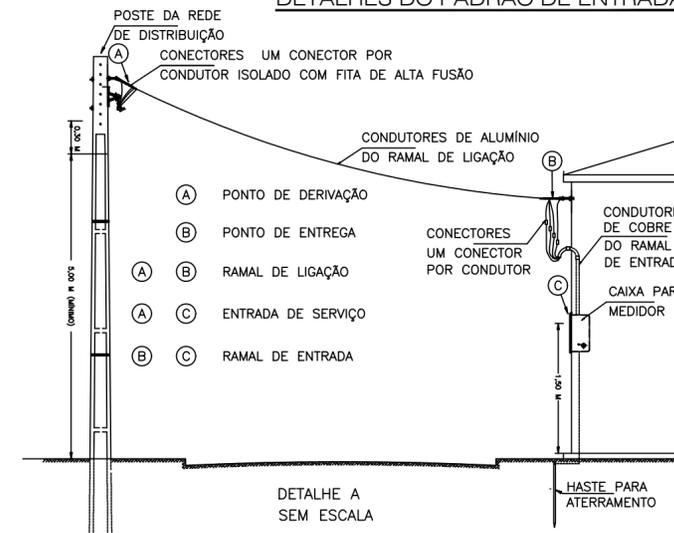
DETALHES DO CONJUNTO DE MEDIÇÃO



DETALHES DO ATERRAMENTO



DETALHES DO PADRÃO DE ENTRADA



PROPRIETÁRIO: _____ RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____

Ciente: _____

Obra: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
 CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÊIA - PI

Endereço: RUA ARIAS DE SÁ COUTINHO, S/N, CENTRO
 CEP: 64.885-000, COLÔNIA DO GURGUÊIA - PI

Conteúdo: PLANTA ELÉTRICA, QUADRO DE CARGAS
 DIAGRAMA UNIFILAR E DETALHES DE LIGAÇÃO

Escala: Sem Escala Data: Julho - 2023 Desenhista: _____ Arquivo: _____