

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

FRANCISCO CAMILO FELIX FILHO

**ADEQUAÇÃO À NBR 5410 DO PROJETO ELÉTRICO DE UMA RESIDÊNCIA  
NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB E PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO  
RESIDENCIAL**

Cajazeiras-PB  
2025

FRANCISCO CAMILO FELIX FILHO

**ADEQUAÇÃO À NBR 5410 DO PROJETO ELÉTRICO DE UMA RESIDÊNCIA  
NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB E PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO  
RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, sob Orientação do Prof. M. Sc. Geronimo Barbosa Alexandre.

Cajazeiras-PB  
2025

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

F316a Felix Filho, Francisco Camilo.

Adequação à NBR 5410 do projeto elétrico de uma residência no município de Sousa-PB e proposta de automação residencial / Francisco Camilo Félix Filho. – Cajazeiras, 2025.

64f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2025.

Orientador: Prof. Me. Geronimo Barbosa Alexandre.

1. Automação residencial. 2. Instalações elétricas. 3. Eficiência energética. 4. Manutenção preventiva. I. Instituto Federal da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 681.5

FRANCISCO CAMILO FELIX FILHO

**ADEQUAÇÃO À NBR 5410 DO PROJETO ELÉTRICO DE UMA RESIDÊNCIA  
NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB E PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO  
RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia de Controle e Automação do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras,  
como parte dos requisitos para a obtenção do  
Título de Bacharel em Engenharia de  
Controle e Automação.

Aprovado em 28 de Fevereiro de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente

**Geronimo Barbosa Alexandre**

Data: 06/03/2025 20:20:54-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Geronimo Barbosa Alexandre – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Orientador



Documento assinado digitalmente

**JOSE TAVARES DE LUNA NETO**

Data: 06/03/2025 22:05:12-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

José Tavares de Luna Neto – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 1



Documento assinado digitalmente

**Manoel Alves Cordeiro Neto**

Data: 06/03/2025 21:26:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Manoel Alves Cordeiro Neto – IFPE-Campus Garanhuns  
Examinador 2

Quem diz que não pode ser feito nunca  
deve interromper aquele que está fazendo.

(MONKEY D. LUFFY)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e sabedoria ao longo desta caminhada.

Aos meus professores e orientadores, pela paciência e pelo conhecimento compartilhado, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo e incentivo mútuo em todos os desafios enfrentados.

Por fim, à minha família e a minha namorada pelo amor, apoio e compreensão em cada momento.

## RESUMO

Instalações elétricas residenciais que não seguem as normas técnicas estabelecidas pela norma NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, podem comprometer a segurança e eficiência dos sistemas, gerando riscos como choques elétricos, curtos-circuitos, desperdício de energia e incêndios. Este trabalho foi desenvolvido para projetar uma instalação elétrica para uma residência em Sousa, Paraíba, de acordo com os requisitos da NBR 5410, além de realizar uma análise comparativa entre o projeto elaborado e a execução prática da instalação. Os resultados apontam que as práticas de instalação frequentemente divergem da norma, evidenciando falhas como o uso de materiais inadequados, ausência de dispositivos de proteção e subdimensionamento de circuitos, colocando em risco a segurança dos moradores. Para mitigar esses problemas, propõe-se a implementação de fiscalização efetiva por concessionárias, exigência de laudos técnicos pelas seguradoras e a conscientização da população quanto à importância da manutenção elétrica preventiva. A aplicação rigorosa da NBR 5410 é essencial para transformar a realidade das instalações elétricas no Brasil e promover maior segurança e eficiência energética.

**Palavras-chave:** instalações elétricas; NBR 5410; segurança elétrica; eficiência energética; manutenção preventiva.

## ABSTRACT

Residential electrical installations that do not follow the technical standards established by standard NBR 5410 of the Brazilian Association of Technical Standards can compromise the safety and efficiency of systems, generating risks such as electric shocks, short circuits, energy waste and fires. This study was conducted to design an electrical installation for a residence in Sousa, Paraíba, in accordance with NBR 5410 requirements, as well as to perform a comparative analysis between the designed project and the practical execution of the installation. The results indicate that installation practices often deviate from the standard, revealing issues such as the use of inadequate materials, lack of protective devices, and under-dimensioned circuits, which endanger the safety of residents. To address these issues, the implementation of effective inspections by utility companies, the requirement of technical reports by insurance providers, and public awareness of the importance of preventive electrical maintenance are proposed. Strict adherence to NBR 5410 is essential to transform the reality of electrical installations in Brazil and to promote greater safety and energy efficiency.

**Keywords:** electrical installations; NBR 5410; electrical safety; energy efficiency; preventive maintenance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lado secundário do transformador. ....	20
Figura 2 - Saída de condutores e neutro do transformador.....	21
Figura 3 - Potência média de aparelho e equipamento (Tabela 4) .....	27
Figura 4 - Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral para Unidades Consumidoras (Tabela 5).....	27
Figura 5 - Características de aparelhos de ar-condicionado tipo janela e split (Tabela 9). ....	28
Figura 6 - Fatores de demanda para aparelhos de ar-condicionado residencial (Tabela 10)....	28
Figura 7 - Dimensionamento das categorias de atendimento - 380/220 V (Tabela 18). ....	30
Figura 8 - Tipos de linhas elétricas (Tabela 33). ....	32
Figura 9 - Quadro de distribuição - Espaço reserva (Tabela 59).....	33
Figura 10 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas (Tabela 40). ....	34
Figura 11 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única (Tabela 42). ...	34
Figura 12 - Circuito único no QD.....	42
Figura 13 - Disjuntor geral. ....	42
Figura 14 - Condutores presentes no QD. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de tensão.....	19
Tabela 2 - Dimensionamento de pontos de iluminação.....	23
Tabela 3 - Regras de quantidade de tomadas por cômodo/dependência. ....	25
Tabela 4 - Regras de potência por cômodo/dependência. ....	25
Tabela 5 - Quadro de carga - Parte 1/2.....	28
Tabela 6 - Quadro de carga - Parte 2/2.....	29
Tabela 7 - Parâmetros de entrada. ....	30
Tabela 8 - Dimensionamento de disjuntores. ....	35
Tabela 9 - Quadro de Distribuição - Parte 1/4.....	35
Tabela 10 - Quadro de Distribuição - Parte 2/4.....	36
Tabela 11 - Quadro de Distribuição - Parte 3/4.....	36
Tabela 12 - Quadro de Distribuição - Parte 4/4.....	37
Tabela 13 - Quantidade real de TUG's e TUE's. ....	40
Tabela 14 - Quantidade real de pontos de iluminação e potência. ....	40
Tabela 15 - Seção real dos condutores utilizados.....	43
Tabela 16 - Tabela de cores.....	44
Tabela 17 - Dimensionamento real.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica;  
BRL – Real brasileiro;  
CA – Corrente Alternada;  
CC – Corrente Contínua;  
DPS – Dispositivo de Proteção Contra Surtos de Tensão;  
DR – Disjuntor Diferencial Residual;  
DTM – Disjuntor Termomagnéticos;  
FCA – Fator de Correção por Agrupamento;  
FCT – Fator de Correção de Temperatura;  
FF – Fator de Forma;  
FV – Fotovoltaico;  
IDR – Interruptor Diferencial Residual;  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;  
MIT – *Massachusetts Institute of Technology*;  
MPP – Máximo Ponto de Potência;  
Nº – Número;  
NDU – Norma de Distribuição Unificada;  
P – Potência;  
QD – Quadro de Distribuição;  
R – Resistência;  
SN – Número de Série;  
SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;  
STC – *Standard Test Condition* (Condição de Teste Padrão);  
TUE – Tomada de Uso Específico;  
TUG – Tomada de Uso Geral.

## LISTA DE UNIDADES

kWh - kilowatt-hora;

Wp - watt-pico;

W - watt;

$W/m^2$  - watt por metro quadrado;

$W/^\circ C$  - kilowatt-hora por metro quadrado;

$kWh/m^2$  - kilowatt-hora por metro quadrado;

$kWh/mês$  - kilowatt-hora por mês;

R\$ - real;

$W / m^2$  - watt por metro quadrado;

$m^2$  - metro quadrado;

m - metro;

m/s - metro por segundo;

mm - milímetro;

I - corrente elétrica;

V - volt;

A - ampère;

$^\circ C$  - graus celsius;

kg – kilograma;

h - hora;

Hz - hertz;

$\mu s$  - microssegundo;

$\eta$  - eficiência.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
4.1	ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA .....	19
4.2	RECOMENDAÇÕES DA NORMA.....	21
4.3	DESENHO DA PLANTA BAIXA .....	22
4.4	PONTOS DE ILUMINAÇÃO .....	22
4.5	PONTOS DE TOMADA.....	24
<b>4.5.1</b>	<b><i>Pontos de Tomadas de Uso Geral (TUG)</i>.....</b>	<b>24</b>
<b>4.5.2</b>	<b><i>Pontos de Tomadas de Uso Específico (TUE)</i>.....</b>	<b>24</b>
4.6	FATOR DE DEMANDA .....	26
4.7	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO .....	31
4.8	ATERRAMENTO.....	38
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>39</b>
5.1	LOCAL DE ESTUDO.....	39
5.2	DOCUMENTAÇÃO .....	39
5.3	CARGAS DA MORADIA.....	39
5.4	INSTALAÇÃO ELÉTRICA .....	41
5.5	PADRÃO DE CORES .....	44
5.6	ELETRODUTOS .....	45
5.7	EFEITOS DE TEMPERATURA .....	45
5.8	CIRCUITOS RESERVA.....	46

5.9	PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....	46
5.9.1	<i>Componentes do Sistema de Automação</i> .....	47
5.9.2	<i>Infraestrutura do Sistema</i> .....	48
5.9.3	<i>Controle e Automação</i> .....	49
5.9.4	<i>Cenas e Automações</i> .....	49
6	CONCLUSÃO .....	51
	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	52
	REFERÊNCIAS .....	53
	APÊNDICE A .....	56
	APÊNDICE B.....	58
	APÊNDICE C .....	59
	APÊNDICE D .....	60
	APÊNDICE E.....	62

## 1 INTRODUÇÃO

Recursos como a eficiência e a segurança das instalações elétricas em edificações residenciais são fatores cruciais, fatores esses que garantem a proteção dos moradores e a durabilidade dos equipamentos conectados à rede elétrica. A norma NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (ABNT, 2004), estabelece parâmetros técnicos e de segurança que devem ser seguidos rigorosamente, tanto durante a fase de projeto como na execução da obra. No entanto, ao observar na prática, é comum constatar que as instalações elétricas residenciais muitas vezes divergem dessa norma resultando em sistemas mal dimensionados, inseguros e suscetíveis a falhas.

Ao passar do tempo ocorre o desgaste natural das instalações elétricas, o que pode vir a acarretar danos aos equipamentos, assim como aumento no consumo de energia elétrica, devido a fugas de corrente causadas pelas instalações desgastadas. Problemas como o uso de materiais inadequados, utilização de extensões e adaptadores de tomadas (T ou benjamim), falta de componentes de proteção e o subdimensionamento de circuitos são “práticas” comuns (Creder, 2007). Uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade – ABRACOPEL e Instituto Brasileiro do Cobre – PROCOBRE (2017) aponta que somente 29% das residências possuem projeto elétrico e apenas um terço desse valor foram projetos realizados por engenheiros eletricitistas.

Este trabalho irá realizar o projeto elétrico de uma residência no Município de Sousa, Paraíba, sendo elaborado conforme as diretrizes da NBR 5410 (ABNT, 2004), garantindo que todas as normas técnicas sejam seguidas, tanto no dimensionamento quanto na especificação dos componentes e circuitos. Posteriormente, será feita uma análise comparativa entre o projeto desenvolvido e a execução real da instalação na residência, investigando as possíveis diferenças entre o que foi projetado e o que foi efetivamente implementado. Essa comparação permitirá identificar as principais falhas ou adaptações realizadas durante a execução e propor soluções que possam alinhar a prática com as normas, garantindo maior segurança e eficiência ao sistema elétrico.

## 2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC).

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Adaptar o projeto das instalações elétricas de uma residência no Município de Sousa, Paraíba às normas técnicas da NBR 5410 (ABNT, 2004), garantindo segurança, eficiência e conformidade, ao mesmo tempo em que se integra a automação residencial.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a norma NBR 5410 (ABNT, 2004), identificando os principais requisitos para o projeto de instalações elétricas de baixa tensão em residências;
- Elaborar o projeto elétrico, incluindo a simbologia correta, diagrama de ligação e diagrama unifilar, de acordo com as normas vigentes;
- Dimensionar os dispositivos de comando e proteção, como disjuntores e disjuntores residuais (DR's), de modo a garantir a segurança e a proteção da instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos;
- Definir o padrão de entrada adequado, conforme as regulamentações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), NBR 5410 (ABNT, 2004) e as normas técnicas da concessionária local (ENERGISA), considerando a demanda energética da residência e possíveis expansões futuras;
- Integrar a automação residencial ao projeto, permitindo o controle remoto de sistemas de iluminação, climatização e segurança, promovendo maior eficiência energética;
- Avaliar a viabilidade econômica e técnica da implementação da automação residencial em conjunto com o projeto elétrico, garantindo que o sistema seja funcional e acessível aos moradores.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Planejamento e execução criteriosa, são fundamentos básicos para a elaboração de um projeto elétrico residencial, um processo bastante complexo, porém são eles que irão trazer segurança, eficiência e funcionalidade nas instalações. Um projeto elétrico bem elaborado é a base para o funcionamento adequado de uma residência, prevenindo falhas e acidentes que possam comprometer tanto a infraestrutura quanto a segurança dos moradores (Costa, 2020). Devido a enorme necessidade de segurança e planejamento, normas técnicas foram estabelecidas para auxiliar no desenvolvimento desses projetos, como a NBR 5410, que rege as instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, oferecendo orientação em questão de dimensionamento de circuitos e sistemas de proteção (ABNT, 2004).

A padronização gráfica dos componentes elétricos, permite que profissionais de diferentes áreas consigam interpretar e executar corretamente as especificações do projeto, sendo o principal elemento no desenvolvimento de qualquer projeto elétrico. A simbologia funciona como uma linguagem universal dentro da engenharia, facilitando a comunicação entre projetistas e instaladores, no contexto de instalações residenciais, a simbologia inclui representações de interruptores, tomadas, lâmpadas, disjuntores, entre outros dispositivos. A utilização correta desses símbolos em diagramas é essencial para garantir clareza e evitar erros durante a execução (Costa, 2020).

O diagrama unifilar detalha a interligação dos diversos circuitos de uma residência, representando o trajeto dos cabos e suas interligações com os dispositivos de comando e de proteção de maneira esquemática, uma visão simplificada do sistema elétrico, utilizando apenas uma linha para representar conjunto de fios, o que facilita a leitura e compreensão do projeto como um todo. Já o diagrama de ligação representa como os componentes devem ser conectados fisicamente, é importante que o diagrama de ligação seja claro e bem definido para evitar falhas no momento da instalação, principalmente em situações em que a fiação precisa ser organizada em espaços reduzidos ou complexos (Silva, 2019). O diagrama unifilar, embora seja menos detalhado em comparação ao diagrama de ligação, é útil para proporcionar uma visão geral do sistema, auxiliando no entendimento das conexões entre o quadro de distribuição e os circuitos e dispositivos de proteção, de modo geral o diagrama unifilar representa o macro do projeto, enquanto o diagrama de ligação representa o micro.

No contexto de um projeto residencial, a escolha dos dispositivos de comando e proteção são o que irão garantir a segurança das instalações, dispositivos como disjuntores, fusíveis e DRs (Disjuntores Diferenciais Residuais), têm a função de proteger o sistema contra

sobrecargas, curtos-circuitos e fugas de corrente que podem causar choques elétricos. A NBR 5410 define requisitos para o dimensionamento adequado desses componentes, levando em consideração o cálculo da carga total da residência e a divisão de cargas entre circuitos distintos (ABNT 2004).

Os componentes de uma instalação elétrica são os equipamentos elétricos, linhas elétricas e quaisquer elementos necessários para o funcionamento de uma instalação. Já os equipamentos elétricos são unidades que têm uma ou mais funções associadas à geração, transmissão ou distribuição como máquinas, dispositivos, transformadores e equipamentos de medição (Souza; Moreno, 2001), por exemplo:

- a) **Condutores (Cabos):** os condutores elétricos, também chamados de cabos, são responsáveis por transportar energia elétrica desde a fonte de alimentação até os pontos de consumo. Eles são classificados pela seção transversal (em  $\text{mm}^2$ ), pelo material condutor (cobre ou alumínio) e pelo tipo de isolamento. A NBR 5410 (ABNT, 2004) especifica as seções mínimas para diferentes aplicações, como  $1,5 \text{ mm}^2$  para iluminação e  $2,5 \text{ mm}^2$  para tomadas de uso geral, garantindo segurança e eficiência no transporte de energia;
- b) **Eletrodutos:** os eletrodutos protegem os condutores contra danos mecânicos, umidade e outros fatores ambientais. Eles podem ser de PVC rígido, PVC flexível ou metálicos, dependendo das condições da instalação. Além disso, devem ser dimensionados para acomodar os cabos sem exceder 60% de sua capacidade interna, conforme a NBR 5410 (ABNT, 2004), assegurando espaço para dissipação de calor e manutenções futuras;
- c) **Caixas de Passagem:** essenciais para interligar condutores em diferentes trajetos, as caixas de passagem facilitam manutenções e alterações no sistema elétrico. Devem ser posicionadas estrategicamente nos eletrodutos, especialmente em mudanças de direção, e possuem tamanhos variados para acomodar as conexões com segurança e organização (Construsinos, 2020);
- d) **Tomadas:** as tomadas são os pontos de conexão para aparelhos e equipamentos elétricos. Dividem-se em Tomadas de Uso Geral (TUG), com potência mínima atribuída de 100VA, e Tomadas de Uso Específico (TUE), dimensionadas para equipamentos de alta potência, como fornos ou ar-condicionado. A NBR 5410 (ABNT, 2004) especifica a quantidade mínima de tomadas por ambiente e recomendações para sua instalação;
- e) **Interruptores:** os interruptores são dispositivos de comando utilizados para acionar ou desligar circuitos de iluminação. Podem ser simples, paralelos ou intermediários,

dependendo do número de pontos de controle necessários. Sua instalação deve ser feita em posições ergonômicas e acessíveis, geralmente a 1,20 m do piso acabado;

- f) Disjuntor Termomagnético (DTM): o disjuntor termomagnético é um dispositivo de proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos (Cotrim, 2009). Ele atua desligando automaticamente o circuito quando a corrente ultrapassa os limites seguros, protegendo condutores, equipamentos e a própria instalação elétrica;
- g) Dispositivo Diferencial Residual (DDR): o DDR, ou DR, é um dispositivo de segurança que detecta fugas de corrente para a terra, desligando o circuito automaticamente. Sua principal função é prevenir choques elétricos e incêndios causados por falhas de isolamento. A NBR 5410 (ABNT, 2004) exige sua instalação em circuitos que alimentam tomadas e em áreas molhadas, como banheiros e cozinhas, aumentando a proteção dos usuários.

A estrutura responsável por receber a energia elétrica da rede pública e distribuí-la adequadamente para os circuitos internos da residência é chamado de padrão de entrada, composto por componentes como o medidor de energia, o disjuntor geral, a caixa de medição e os cabos que conduzem a eletricidade para dentro da casa. Tanto a NBR 5410 (ABNT, 2004) quanto às regulamentações da ANEEL exigem padronização e adequação dos projetos, visando garantir a segurança dos envolvidos. É fundamental que o padrão de entrada seja dimensionado corretamente, levando em consideração tanto as demandas atuais da residência quanto possíveis futuras expansões (ANEEL, 2021).

Nos últimos anos, o conceito de automação residencial tem se tornado cada vez mais presente nos projetos elétricos, impulsionado pela busca por maior conforto, segurança e eficiência energética. A automação residencial permite que diversos sistemas da casa, como iluminação, climatização, segurança e entretenimento, sejam controlados de forma remota ou automatizada (Silva, 2019). Essa tecnologia utiliza sensores, atuadores e sistemas de controle centralizados, que podem ser integrados ao projeto elétrico desde sua concepção ou adicionados posteriormente. Um dos principais benefícios da automação é a economia de energia, pois sistemas inteligentes podem ajustar automaticamente o uso de eletricidade de acordo com a presença de pessoas ou as condições ambientais (Costa, 2020). Além disso, a automação contribui para a segurança da residência, permitindo o monitoramento remoto de câmeras, alarmes e sensores de presença.

## 4 METODOLOGIA

A conformidade das instalações elétricas residenciais com a NBR 5410 (ABNT, 2004) é um pilar fundamental para assegurar a segurança dos moradores e a eficiência energética das edificações. Essa norma fornece diretrizes detalhadas para o dimensionamento correto dos circuitos, a seleção de materiais adequados e a instalação de dispositivos de proteção essenciais, como disjuntores e Interruptores Diferenciais Residuais (IDRs), como o objetivo de minimizar ao máximo acidentes elétricos e problemas relacionados a eletricidade.

Sistemas mal projetados ou executados podem causar sobrecargas, quedas de tensão frequentes e aumento do consumo de energia, impactando diretamente nos custos de manutenção e operação. Dados da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) mostram que, em 2017, uma grande parte das residências brasileiras ainda apresentava instalações elétricas antigas e fora dos padrões, evidenciando a urgência de intervenções para modernização e adequação.

### 4.1 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Os níveis de tensão elétrica são classificados em cinco categorias, conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de tensão.

Denominação	Potência
Baixa Tensão (BT)	Até 1 kV
Média Tensão (MT)	De 1 kV a 69 kV
Alta Tensão (AT)	De 69 kV a 230 kV
Extra Alta Tensão	De 230 kV a 800 kV
Ultra Alta Tensão	Acima de 800 kV

Fonte: Autoria Própria (2024).

No contexto residencial, a distribuição de energia ocorre por meio de transformadores instalados em postes espalhados pelas cidades. Esse modelo é necessário porque transportar energia elétrica em baixa tensão ao longo de grandes distâncias é inviável devido às perdas significativas causadas pelo efeito Joule (Pereira, 2018).

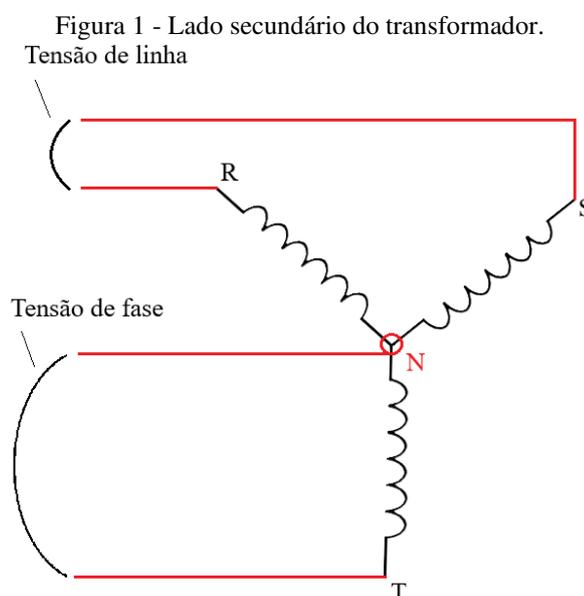
A relação inversamente proporcional entre tensão e corrente explica o motivo pelo qual a energia é transmitida em alta tensão. Quando a tensão é baixa, a corrente elétrica aumenta, resultando em perdas energéticas sob a forma de calor gerado nos condutores. Para minimizar essas perdas, a energia sai das concessionárias a uma tensão elevada, normalmente 13,8 kV.

Somente ao chegar nos transformadores de distribuição próximos às áreas consumidoras, a tensão é rebaixada para níveis adequados ao consumo residencial.

Os transformadores são os dispositivos responsáveis por ajustar os níveis de tensão elétrica. A energia que chega ao transformador é trifásica, ou seja, composta por três fases distintas defasadas em  $120^\circ$  entre si. Essas fases são conectadas às bobinas primárias do transformador, que consistem em enrolamentos de cobre em torno de um núcleo ferromagnético. Quando uma corrente alternada percorre essas bobinas, um campo magnético variável é gerado e amplificado pelo núcleo. Esse campo magnético induz uma corrente elétrica nas bobinas secundárias, realizando a transferência de energia elétrica por meio do fenômeno da indução eletromagnética.

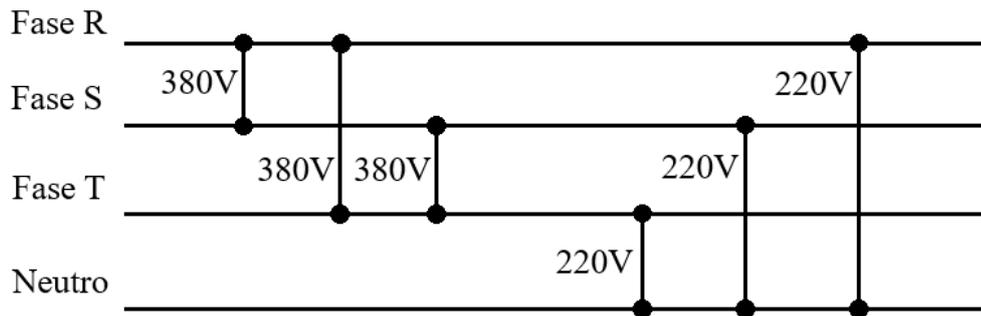
O nível de tensão no lado secundário do transformador é determinado pela proporção entre o número de espiras nos enrolamentos primários e secundários. Quanto maior o número de espiras na bobina secundária em relação à primária, maior será a tensão gerada no lado secundário. Essa relação proporcional permite que o transformador ajuste a tensão de entrada (13,8 kV) para níveis adequados ao consumo doméstico, como 220 V em tensão de fase ou 380V em tensão de linha (Barbosa, 2010).

A energia elétrica rebaixada pelo transformador é organizada em uma ligação estrela no lado secundário, conforme ilustrado na Figura 1. Nessa configuração, as três fases trifásicas (R, S e T) são conectadas em um ponto comum, chamado neutro, que é matematicamente um ponto de potencial nulo (0 V). A tensão entre uma fase e o neutro é chamada de tensão de fase (220V), enquanto a tensão entre duas fases é conhecida como tensão de linha (380 V), conforme exemplificado na Figura 2.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 2 - Saída de condutores e neutro do transformador.



Fonte: Autoria Própria (2024).

No sistema de distribuição residencial, a maioria das casas utiliza uma conexão monofásica composta por uma única fase (R, S ou T) e o neutro. Para equilibrar o sistema, as fases são distribuídas alternadamente: uma casa recebe a fase R, a seguinte recebe a fase S, e assim por diante. Essa alternância garante a distribuição equilibrada da carga nas três fases. Por isso, em situações de falha em uma fase específica, uma residência pode ficar sem energia enquanto a vizinha permanece alimentada, caso esteja conectada a outra fase.

#### 4.2 RECOMENDAÇÕES DA NORMA

Para a desenvoltura do estudo, foram seguidos determinados itens presentes na norma, considerados de “maior impacto”, exemplificando determinados tópicos para melhor contextualização, além da integração com as Norma de Distribuição Unificada (NDU) 001 da Energisa, que trata de fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais.

A instalação elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Além disso, em serviço normal, não deve haver riscos de queimaduras para as pessoas e os animais.

Condutores, que não os condutores vivos, e outras partes destinadas a escoar correntes de falta devem poder suportar essas correntes sem atingir temperaturas excessivas. Convém lembrar que tais partes estão sujeitas à circulação desde pequenas correntes de fuga a correntes de falta direta à terra ou à massa, passando por correntes de falta de intensidade inferior à de uma falta direta. No caso dos condutores vivos, considera-se que sua suportabilidade às correntes de falta deve ser assegurada mediante proteção contra sobrecorrentes.

### 4.3 DESENHO DA PLANTA BAIXA

Através do *software* AutoCAD foi realizada a representação precisa de todos os ambientes da residência, permitindo a identificação dos pontos de iluminação e tomadas, conforme as diretrizes normativas. A NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece critérios para a previsão de cargas de iluminação e tomadas em edificações residenciais. Por exemplo, a norma define a quantidade mínima de tomadas por ambiente e as potências correspondentes que devem ser consideradas no dimensionamento dos circuitos elétricos. A utilização do AutoCAD facilita a aplicação dessas diretrizes, permitindo que o projetista posicione adequadamente os pontos elétricos na planta baixa, assegurando conformidade com as exigências normativas (Ferreira, 2021), o diagrama elétrico encontra-se no Apêndice A.

Para otimizar a distribuição dos circuitos e minimizar a queda de tensão, recomenda-se posicionar o Quadro de Distribuição (QD) próximo ao baricentro elétrico da residência. O baricentro elétrico é o ponto que equilibra as cargas elétricas distribuídas pela edificação, resultando em trajetos de cabos mais curtos e eficientes. A determinação precisa desse ponto pode ser facilitada pela planta baixa detalhada no AutoCAD, onde é possível visualizar a distribuição das cargas e calcular o baricentro com maior precisão.

### 4.4 PONTOS DE ILUMINAÇÃO

O dimensionamento dos pontos de iluminação em instalações residenciais, de acordo com a NBR 5410, deve assegurar que todos os ambientes sejam adequadamente iluminados para atender às necessidades funcionais e de segurança dos moradores. A norma exige que cada cômodo tenha pelo menos um ponto de iluminação, com a possibilidade de adicionar outros pontos caso o tamanho ou a função do ambiente o justifiquem.

A NBR 5410 (ABNT, 2004) também estabelece que os circuitos de iluminação devem ser dimensionados considerando as características específicas de cada ambiente, como umidade, exposição a intempéries e a possibilidade de expansão futura da instalação. Em áreas como banheiros, cozinhas, varandas ou ambientes externos, os pontos de iluminação devem ser conectados a circuitos que incluam dispositivos de proteção contra choques elétricos, como Interruptores Diferenciais Residuais (IDR), especialmente em locais onde há maior risco de contato com água. A norma recomenda ainda que os condutores sejam dimensionados com base na corrente máxima prevista para o circuito, respeitando os limites de queda de tensão para garantir eficiência energética.

O dimensionamento dos pontos de iluminação envolve determinar a quantidade e a

distribuição com base no uso previsto dos ambientes e no tamanho das áreas, não sendo necessário um estudo luminotécnico detalhada, podendo necessitar a depender das características do ambiente. Para cômodos ou dependências com área de até 6 m<sup>2</sup>, a norma determina que seja instalado pelo menos um ponto de luz fixo no teto, acionado por interruptor, com uma carga mínima de 100 VA. Esse requisito básico é suficiente para atender à maioria das necessidades de iluminação em espaços reduzidos.

Nos casos de ambientes com área superior a 6 m<sup>2</sup>, a norma estabelece que a carga mínima de iluminação deve ser calculada com 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup>, acrescidos de 60 VA para cada incremento de 4 m<sup>2</sup> inteiros na área adicional. Quando a área excedente for menor que 4 m<sup>2</sup>, essa fração deve ser ignorada, arredondando-se o valor sempre para baixo, como é possível observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensionamento de pontos de iluminação.

<b>Previsão de Cargas - Potência de Iluminação</b>				
<b>Dependência</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Potência (VA)</b>	<b>Total</b>	<b>Quant.</b>
<b>Varanda</b>	13,85 m <sup>2</sup>	13,85 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 3,85 m <sup>2</sup> (0 VA)	160 VA	2
<b>Sala</b>	21,48 m <sup>2</sup>	21,48 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 3,48 m <sup>2</sup> (0 VA)	280 VA	4
<b>Cozinha</b>	13 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 2,43 m <sup>2</sup> (0 VA)	160 VA	2
<b>Banho/Social</b>	2,53 m <sup>2</sup>	2,53 m <sup>2</sup> Mín. (100 VA)	100 VA	1
<b>Banho/Suíte</b>	3,46 m <sup>2</sup>	3,46 m <sup>2</sup> Mín. (100 VA)	100 VA	1
<b>Área de Serviço</b>	7,16 m <sup>2</sup>	7,16 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 1,3 m <sup>2</sup> (0 VA)	100 VA	1
<b>Corredor</b>	6,41 m <sup>2</sup>	6,41 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 0,41 m <sup>2</sup> (0 VA)	100 VA	1
<b>Dormitório 1</b>	8,1 m <sup>2</sup>	8,1 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 2,1 m <sup>2</sup> (0 VA)	100 VA	1
<b>Dormitório 2</b>	8,23 m <sup>2</sup>	8,23 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 2,23 m <sup>2</sup> (0 VA)	100 VA	1

Previsão de Cargas - Potência de Iluminação				
Dependência	Área (m <sup>2</sup> )	Potência (VA)	Total	Quant.
Suíte	16,1 m <sup>2</sup>	16,1 m <sup>2</sup> 6 m <sup>2</sup> (100 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 4 m <sup>2</sup> (60 VA) 2,1 m <sup>2</sup> (0 VA)	220 VA	3
<b>Total</b>			1420VA	17

Fonte: Autoria Própria (2024).

Ressalta-se que os valores definidos pela norma são voltados exclusivamente para o dimensionamento dos circuitos de iluminação e não refletem, necessariamente, a potência nominal das lâmpadas ou luminárias a serem instaladas. Essa abordagem considera uma margem técnica para garantir que o sistema possa suportar diferentes configurações de iluminação sem comprometer o desempenho ou a segurança. Cada circuito deve ser projetado para suportar uma carga máxima que não ultrapasse a capacidade dos condutores e dos dispositivos de proteção. Por exemplo, um circuito com disjuntor de 10 A e tensão de 127 V pode atender até 1270 W, enquanto a mesma corrente em um circuito de 220 V comporta até 2200 W.

#### 4.5 PONTOS DE TOMADA

De acordo com a NBR 5410, o dimensionamento dos pontos de tomada em instalações residenciais deve seguir critérios específicos para atender às demandas funcionais de cada ambiente. A norma divide as tomadas em duas categorias: tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE).

##### 4.5.1 Pontos de Tomadas de Uso Geral (TUG)

Nos ambientes residenciais, a norma estabelece que deve haver no mínimo uma tomada de uso geral a cada 5 metros de perímetro de parede, exceto em corredores. Em cozinhas, áreas de serviço e similares, é obrigatório prever pelo menos uma tomada para cada 3,5 metros de bancada, como indicado na Tabela 3. Além disso, para locais onde se utilizam aparelhos de maior potência, como micro-ondas e geladeiras, é recomendável instalar TUGs em posições estratégicas que facilitem o uso.

##### 4.5.2 Pontos de Tomadas de Uso Específico (TUE)

As tomadas destinadas a alimentar equipamentos com cargas definidas, como fornos elétricos, máquinas de lavar ou condicionadores de ar, devem ser dimensionadas com base na

potência nominal dos aparelhos a serem conectados. Quando a potência exata do equipamento não for conhecida, o valor atribuído deve ser calculado a partir da corrente de projeto e da tensão do circuito. A norma exige também que as TUEs sejam instaladas a uma distância máxima de 1,5 metro do equipamento, para garantir praticidade e evitar extensões desnecessárias, que podem comprometer a segurança.

Tabela 3 - Regras de quantidade de tomadas por cômodo/dependência.

<b>Previsão de Cargas - Tomadas</b>	
<b>Dependência</b>	<b>Regras de Quantidade por Dependência</b>
<b>Varanda</b>	Mínimo de um ponto/Se tiver área maior que 6 m <sup>2</sup> - Um ponto a cada 5 m de perímetro
<b>Sala</b>	Um ponto a cada 5 m de perímetro
<b>Cozinha</b>	Um ponto a cada 3,5 m de perímetro
<b>Banheiro</b>	Mínimo de um ponto, a pelo menos 60 cm do lavatório
<b>Área de Serviço</b>	Mínimo de um ponto/Se tiver área maior que 6 m <sup>2</sup> - Um ponto a cada 5 m de perímetro
<b>Corredor</b>	Não há necessidade de pontos de tomada
<b>Dormitório</b>	Um ponto a cada 5 m de perímetro

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Para efeito de dimensionamento dos circuitos, a potência mínima atribuída a cada ponto de TUG é de 100 VA. Já para as TUEs, a potência deve corresponder à carga nominal dos equipamentos alimentados ou à soma das potências dos aparelhos conectados ao mesmo ponto. A norma recomenda distribuir os pontos de tomada em circuitos independentes, considerando a carga total prevista, o tipo de ambiente e a simultaneidade no uso dos equipamentos. Cada circuito deve ser projetado para operar dentro da capacidade máxima dos condutores e dispositivos de proteção, evitando sobrecargas e facilitando a manutenção. A previsão de carga por tomadas está mostrada na Tabela 4.

Tabela 4 - Regras de potência por cômodo/dependência.

<b>Previsão de Cargas - Tomadas</b>	
<b>Dependência</b>	<b>Regras de Potência por Dependência</b>
<b>Varanda</b>	100 VA por ponto
<b>Sala</b>	100 VA por ponto
<b>Cozinha</b>	600 VA para até 3 pontos, 100 VA para pontos acima de 3
<b>Banheiro</b>	600 VA para até 3 pontos, 100 VA para pontos acima de 3
<b>Área de Serviço</b>	600 VA para até 3 pontos, 100 VA para pontos acima de 3
<b>Corredor</b>	Não há necessidade de pontos de tomada
<b>Dormitório</b>	100 VA por ponto

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Essas diretrizes proporcionam uma instalação elétrica confiável, capaz de atender às necessidades específicas dos moradores e oferecer flexibilidade para futuras expansões ou modificações na disposição dos móveis e aparelhos. Além disso, a correta aplicação da NBR 5410 (ABNT, 2004) assegura a longevidade do sistema, reduzindo o risco de falhas e promovendo eficiência energética.

#### 4.6 FATOR DE DEMANDA

O dimensionamento correto dos circuitos elétricos é realizado por meio do cálculo do fator de demanda, que expressa a relação entre a carga máxima esperada em uma instalação e a carga total instalada. Este coeficiente é fundamental para determinar a demanda real de uma unidade consumidora, considerando que nem todos os equipamentos conectados à instalação estarão em funcionamento simultaneamente em sua capacidade máxima. Isso permite reduzir as dimensões de condutores e dispositivos de proteção sem comprometer o desempenho, a eficiência e a segurança do sistema elétrico.

Conforme descrito na NDU 001, o cálculo da demanda total instalada no projeto utiliza a Expressão 1.

$$D_{(kVA)} = \frac{d_{(kW)}}{FP} \quad (1)$$

Onde,  $D_{(kVA)}$  é a demanda total instalada em potência aparente,  $d_{(kW)}$  é a carga total instalada em potência ativa, representando a soma das potências individuais de iluminação e tomadas e  $FP$  é o fator de potência, definido pela concessionária. No caso da Energisa, o valor padrão do fator de potência é 0,92.

A carga total instalada ( $d_{(kW)}$ ) é calculada pela soma das potências atribuídas aos diferentes grupos de cargas da instalação elétrica, de acordo com a Expressão 2.

$$d_{(kW)} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 \quad (2)$$

Cada variável ( $d_1, d_2, \dots, d_7$ ) corresponde a um grupo de aparelhos, como iluminação, tomadas de uso geral, equipamentos de ar-condicionado e outros. No caso de projetos residenciais onde os equipamentos específicos não são previamente definidos, utilizam-se critérios baseados na potência atribuída a Tomadas de Uso Geral (TUG) e Tomadas de Uso Específico (TUE).

Para realizar o cálculo, são utilizadas tabelas auxiliares presentes na NDU 001, apresentadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

A **Tabela 4** da norma contém os valores médios de potência para diversos aparelhos e equipamentos elétricos, apresentada na Figura 3 apenas com o valor utilizado neste trabalho.

A **Tabela 5** da norma apresenta os fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral em unidades consumidoras, aplicáveis a diferentes condições de ocupação e utilização, apresentada na Figura 4.

A **Tabela 9** da norma fornece as características de aparelhos de ar-condicionado do tipo janela e split, indicando a potência média desses equipamentos, apresentada na Figura 5.

A **Tabela 10** da norma que entrega os fatores de demanda para ar-condicionado residencial e está apresentada na Figura 6.

Com base nesses dados, é possível preencher o quadro de cargas do projeto, especificando a potência ativa ( $d_{(kW)}$ ) e o fator de demanda (FD) para cada grupo de carga. Após isso, a demanda instalada ( $D_{(kVA)}$ ) é calculada, fornecendo os valores necessários para dimensionar os condutores, disjuntores e outros componentes do sistema elétrico de forma eficiente, apresentados na Tabela 5 e Tabela 6.

Figura 3 - Potência média de aparelho e equipamento (Tabela 4)

Código consum	Descrição	Potência média estimada (W)
24	Chuveiro elétrico	4.500 a 6.600

Fonte: Modificada de Energisa (2024).

Figura 4 - Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral para Unidades Consumidoras (Tabela 5).

Descrição	Carga instalada	Fator de demanda
	(kW)	(%)
Residência	$0 < C \leq 1,0$	86
	$1,0 < C \leq 2,0$	75
	$2,0 < C \leq 3,0$	66
	$3,0 < C \leq 4,0$	59
	$4,0 < C \leq 5,0$	52
	$5,0 < C \leq 6,0$	45
	$6,0 < C \leq 7,0$	40
	$7,0 < C \leq 8,0$	35
	$8,0 < C \leq 9,0$	31
	$9,0 < C \leq 10,0$	27
	$10,0 < C \leq 75,0$	24

Fonte: Modificada de Energisa (2024).

Figura 5 - Características de aparelhos de ar-condicionado tipo janela e split (Tabela 9).

Capacidade (BTUs/h)	Potência
	(W)
5.000	500
6.000	586
7.000	622
7.100	671
8.500	600
9.000	550
10.000	925
12.000	926
14.000	1.242

Fonte: Modificada de Energisa (2024).

Figura 6 - Fatores de demanda para aparelhos de ar-condicionado residencial (Tabela 10).

N.º de aparelhos	Fator de demanda
	(%)
1	100
2	88
3	82
4	78
5	76
6	74
7	72
8	71

Fonte: Modificada de Energisa (2024).

Tabela 5 - Quadro de carga - Parte 1/2

Quadro de Carga				
Item	Descrição	Qtd	Potência (W)	Carga Instalada (kW)
1	Iluminação 60VA	2	55,2	0,11
2	Iluminação 100VA	6	92	0,55
3	Iluminação 160VA	3	147,2	0,44
4	Iluminação 220VA	1	202,4	0,20
5	TUG's 100VA	18	85,00	1,53
6	TUG's 600VA	8	510	4,08

<b>Quadro de Carga</b>				
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Qtd</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Carga Instalada (kW)</b>
<b>7</b>	Split 12000 BTUs	3	926	2,78
<b>8</b>	Chuveiro Elétrico	2	5000	10
<b>Total</b>				<b>19,69</b>

Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 6 - Quadro de carga - Parte 2/2

<b>Quadro de Carga</b>					
<b>Item</b>	<b>FP</b>	<b>Carga Instalada (kVA)</b>	<b>FD</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Demanda (kVA)</b>
<b>1</b>	0,92	0,12	0,86	0,09	0,10
<b>2</b>	0,92	0,6	0,86	0,47	0,52
<b>3</b>	0,92	0,48	0,86	0,38	0,41
<b>4</b>	0,92	0,22	0,86	0,17	0,19
<b>5</b>	0,85	1,8	0,75	1,15	1,35
<b>6</b>	0,85	4,8	0,52	2,12	2,50
<b>7</b>	0,85	3,27	0,82	2,28	2,68
<b>8</b>	1	10,00	0,75	7,5	7,50
<b>Total</b>		<b>19,69</b>		<b>14,17</b>	<b>15,25</b>

Fonte: Autoria Própria (2024).

Após o preenchimento do quadro de cargas e a determinação da demanda instalada em kW, utiliza-se a Tabela 18 da NDU 001, apresentada na Figura 7, para definir as características técnicas da instalação elétrica, especificamente para o ramal de entrada, apresentado na Tabela 7, como o tipo de ligação, as dimensões dos condutores, os eletrodutos e o sistema de aterramento, conforme as exigências normativas e da concessionária de energia.

Figura 7 - Dimensionamento das categorias de atendimento - 380/220 V (Tabela 18).

Categoria	Número de fios	Número de fases	Demanda	Carga instalada	Condutores								Aterramento		Disjuntor termomagnético		Eletroduto		Poste		Tipo Caixa
					Ramal de conexão (Al)			Ramal de entrada Embutido e Subterrâneo (Cobre)				Condutor aterramento	Haste para aterramento	(A)	(pol)	(daN)	(daN)				
					Condutor multiplex (fase)	Condutor concêntrico (fase)	Condutor neutro	Isolação PVC 70° C		XLPE/HEPR/EPR 90° C											
								Condutor fase	Condutor neutro	Condutor fase	Condutor neutro	(mm²)	(mm²)								
Monofásico	M1	2	1	-	0 < C ≤ 6,0	10	10	10	6	6	6	6	6	30/32	3/4"	100	90	75	CMI-01		
	M2			-	6,0 < C ≤ 11,0	10	10	10	10	6	6	10	1H	50							
	M3			-	11,0 < C ≤ 15,4	16	16	16	16	10	10	16	70	1"							
Bifásico	B1	3	2	-	0 < C ≤ 17,6	10	N.A.	10	10	10	10	10	10	50	3/4"	100	90	75	CMI-02		
	B2			-	17,6 < C ≤ 22,0	16	16	16	16	10 (16) <sup>1</sup>	10 (16) <sup>1</sup>	16	1H	60/63	1"						
	B3			-	22,0 < C ≤ 26,3	25	25	25	25	16	16	16	70	1 1/4"							
Trifásico	T1	4	3	0 < D ≤ 26,1	-	10	N.A.	10	10	10	6	6	10	40	3/4"	100	90	200	CMI-02		
	T2			26,1 < D ≤ 32,6		16		16	16	10	10	16	50	1"							
	T3			35,4 < D ≤ 46,1		25		25	25	16 (25) <sup>1</sup>	16 (25) <sup>1</sup>	16	70	1 1/4"							
	T4			46,1 < D ≤ 65,8		35		25	50	35	25	25	100	1 1/2"	200						
	T5			65,8 < D ≤ 81,5		70		35	70	35	50 (70) <sup>1</sup>	25 (35) <sup>1</sup>	25 (35) <sup>1</sup>	125	2"					300	N.A.

Fonte: Modificada de Energisa (2024).

Tabela 7 - Parâmetros de entrada.

<b>Ligação</b>	Bifásico
<b>Ramal de Entrada</b>	2 x 16mm <sup>2</sup> - Eletroduto de 1"
<b>Aterramento</b>	16 mm <sup>2</sup> - Eletroduto de 1"
<b>Disjuntor</b>	60 A

Fonte: Autoria Própria (2024).

Com base na demanda instalada calculada, determina-se o tipo de ligação da instalação:

- a) Monofásica: geralmente em instalações residenciais simples, para demandas de até 15,4kW;
- b) Bifásica, quando a demanda excede os limites da ligação monofásica, mas não justifica a necessidade de uma rede trifásica, para demandas até 26,3 kW;
- c) Trifásica, para demandas mais elevadas, comum em residências de grande porte ou instalações com equipamentos de alta potência, para demandas até 81,5 kVA.

Após definir o tipo de ligação, procede-se ao dimensionamento dos condutores e eletrodutos. A seção dos condutores do ramal de entrada é calculada para suportar a corrente máxima prevista pela demanda instalada, garantindo que não ocorram sobrecargas ou superaquecimento. Da mesma forma, os eletrodutos são dimensionados considerando a quantidade e o diâmetro dos cabos que serão instalados, assegurando espaço suficiente para evitar danos mecânicos e facilitar futuras manutenções ou expansões.

Além disso, a Tabela 18 da NDU 001 (Figura 7) também é utilizada para definir as especificações do disjuntor geral. O disjuntor deve ser dimensionado para suportar a corrente máxima da instalação, protegendo o sistema contra sobrecorrentes e curtos-circuitos.

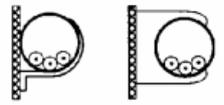
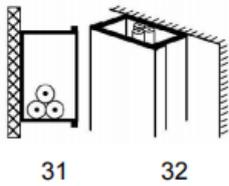
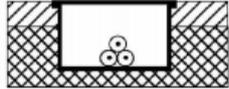
No caso do sistema de aterramento, a demanda instalada também influencia o número de hastes necessárias para garantir uma resistência de aterramento dentro dos limites aceitáveis, reduzindo riscos de choque elétrico e falhas nos equipamentos. A seção do condutor de proteção (PE) e os diâmetros dos eletrodutos destinados ao sistema de aterramento são definidos conforme as características da instalação e a resistência do solo na área.

#### 4.7 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

O Quadro de Distribuição ou Quadro de Distribuição (QD) concentra o maior volume de requisitos normativos e técnicos. Ele é responsável por abrigar os dispositivos de proteção, distribuir os circuitos de maneira organizada e segura, além de garantir que as cargas estejam equilibradas entre as fases, o diagrama completo se encontra no Apêndice B. O dimensionamento correto do quadro de distribuição envolve definir a seção dos condutores, a potência de cada circuito, a divisão das fases e o dimensionamento de dispositivos de manobra, especialmente em sistemas bifásicos ou trifásicos, que requerem maior cuidado para evitar sobrecargas (Silva, 2020).

- a) A definição do método de instalação é o primeiro passo no dimensionamento do quadro de distribuição e dos circuitos. De acordo com a **Tabela 33** da norma NBR 5410 (ABNT, 2004), apresentada na Figura 8, o método **B1** aplica-se a condutores isolados ou cabos unipolares instalados em eletrodutos embutidos em paredes, pisos ou tetos, amplamente utilizado em instalações residenciais, apresentado na Tabela 9. Esse tipo de instalação é vantajoso por oferecer proteção mecânica aos condutores e possibilitar um melhor aproveitamento do espaço disponível.

Figura 8 - Tipos de linhas elétricas (Tabela 33).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência <sup>1)</sup>
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
31 32		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B1
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1

Fonte: Modificada de ABNT (2004).

b) A potência de cada circuito é calculada com base nas cargas instaladas nas dependências associadas a ele. Cabe ao projetista determinar a melhor combinação de ambientes para cada circuito, evitando sobrecargas, apresentado na Tabela 10 e Tabela 11. Por exemplo, em uma residência trifásica, as cargas devem ser distribuídas de maneira equilibrada entre as fases para evitar sobrecargas, o que é fundamental para evitar o superaquecimento dos condutores e preservar a eficiência do sistema. O dimensionamento da potência dos circuitos deve considerar:

- a carga de iluminação;
- a potência atribuída às tomadas de uso geral;
- a potência atribuída às tomadas de uso específico (potência nominal dos aparelhos conectados);
- o fator de simultaneidade, aplicado para ajustar a potência instalada considerando o uso não simultâneo das cargas.

Ao total são 11 circuitos distribuídos ao longo da residência e, de acordo com a **Tabela 59** da norma NBR 5410 (ABNT, 2004) apresentada na Figura 9, é necessário realizar a alocação de 3 circuitos extras para uma possível expansão de cargas.

Figura 9 - Quadro de distribuição - Espaço reserva (Tabela 59).

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N >30	0,15 N
NOTA A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.	

Fonte: ABNT (2004).

- c) Após definir os circuitos, é necessário traçar o percurso dos eletrodutos na planta baixa da edificação. Os eletrodutos devem sair do QD e ser distribuídos estrategicamente, evitando excesso de circuitos em um único eletroduto. A norma determina o espaço máximo do eletroduto que pode ser ocupado:
- 53% para apenas um condutor;
  - 31% para dois condutores;
  - 40% para três ou mais condutores.

Essa limitação assegura que haja espaço suficiente para dissipação de calor e facilita futuras manutenções ou expansões.

- d) Para dimensionar corretamente dos condutores, é essencial considerar os fatores de correção ambiental:
- FCT (Fator de Correção de Temperatura): o item **6.2.5.3** da norma NBR 5410 (ABNT, 2004) ajusta a capacidade de condução de corrente dos condutores com base na temperatura ambiente para quando o condutor considerado não estiver carregado. A residência se encontra no Alto Sertão da Paraíba, por isso a temperatura utilizada na **Tabela 40** da mesma norma, apresentado na Figura 10, foi de 40°C.

Figura 10 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas (Tabela 40).

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41

Fonte: Modificada de ABNT (2004).

- FCA (Fator de Correção por Agrupamento): o item **6.2.5.5** da norma NBR 5410 (ABNT, 2004) considera o número de cabos instalados no mesmo eletroduto, utilizando a **Tabela 42** apresentada na Figura 11, ajustando a capacidade de corrente para evitar superaquecimento.

Figura 11 - Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única (Tabela 42).

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70			
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Fonte: Modificada de ABNT (2004).

Com a corrente do circuito calculada, Tabela 12, e aplicando os fatores de correção (FCT e FCA), utiliza-se as **Tabelas 36 e 37** da mesma norma, para condutores em PVC e

condutores em EPR ou XLPE, respectivamente, para determinar a seção mínima dos condutores. A norma estabelece que o condutor fase e o condutor neutro devem ter a mesma seção, sendo o valor mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de força e 1,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de iluminação.

- e) Disjuntores termomagnéticos (DTM), devem ser dimensionados para suportar a corrente de carga dos circuitos e proteger contra sobrecorrentes e curtos-circuitos, de acordo com a dependência de cada circuito há a necessidade da utilização de um disjuntor diferencial residual (DDR), através da Expressão 3.

$$I_n(A) \leq DTM/DDR(A) \leq I_C(A) \quad (3)$$

O disjuntor selecionado precisa ter uma corrente de acionamento entre a corrente calculada de cada circuito  $I_n(A)$  e a corrente definida nas **Tabelas 36 e 37** da norma  $I_C(A)$  como representado na Tabela 8.

Tabela 8 - Dimensionamento de disjuntores.

Medida
10,9 A ≤ "16 A" ≤ 24 A
15,4 A ≤ "20 A" ≤ 24 A
14,6 A ≤ "20 A" ≤ 24 A
8,5 A ≤ "10 A" ≤ 24 A
4,6 A ≤ "6 A" ≤ 24 A
7,7 A ≤ "10 A" ≤ 24 A
41,8 A ≤ "50 A" ≤ 54 A
41,8 A ≤ "50 A" ≤ 54 A
7,8 A ≤ "10 A" ≤ 24 A
7,8 A ≤ "10 A" ≤ 24 A
7,8 A ≤ "10 A" ≤ 24 A

Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 9 - Quadro de Distribuição - Parte 1/4.

Quadro de Distribuição					
Circuito	Descrição	Local	Esquema	Método de Instalação	Tensão (V)
1	Iluminação	Geral	F+N	B1	220
2	TUG's 1	Cozinha	F+N+T	B1	220
3	TUG's 2	Área de Serviço	F+N+T	B1	220
4	TUG's 3	Varanda + Sala + Banho/Social	F+N+T	B1	220
5	TUG's 4	Dormitório 1 + Dormitório 2	F+N+T	B1	220
6	TUG's 5	Suíte + Banho/Suíte	F+N+T	B1	220

Quadro de Distribuição					
Circuito	Descrição	Local	Esquema	Método de Instalação	Tensão (V)
7	TUE's 1	Banho/Social	F+N+T	B1	220
8	TUE's 2	Banho/Suíte	F+N+T	B1	220
9	TUE's 3	Dormitório 1	F+N+T	B1	220
10	TUE's 4	Dormitório 2	F+N+T	B1	220
11	TUE's 5	Suíte	F+N+T	B1	220
12	Reserva				
13	Reserva				
14	Reserva				
<b>TOTAL Q.M.</b>			F+F+N+T		380

Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 10 - Quadro de Distribuição - Parte 2/4.

Quadro de Distribuição								
Circuito	Iluminação				Tomadas			
	60 VA	100 VA	160 VA	220 VA	100 VA	600 VA	1010 VA	5435 VA
1	2	6	3	1				
2					2	3		
3					1	3		
4					5	1		
5					6			
6					4	1		
7								1
8								1
9							1	
10							1	
11							1	
12								
13								
14								
<b>TOTAL Q.M.</b>								

Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 11 - Quadro de Distribuição - Parte 3/4.

Quadro de Distribuição					
Circuito	Pot. Total (VA)	Pot. Total (W)	Fases	Pot - R (W)	Pot - S (W)
1	1420	1306	R	1306	
2	2000	1840	R	1840	
3	1900	1748	R	1748	

Quadro de Distribuição					
Circuito	Pot. Total (VA)	Pot. Total (W)	Fases	Pot - R (W)	Pot - S (W)
4	1100	1012	R	1012	
5	600	552	R	552	
6	1000	920	R	920	
7	5435	5000	S		5000
8	5435	5000	S		5000
9	1010	929	R	929	
10	1010	929	R	929	
11	1010	929	R	929	
12	0	0	S		
13	0	0	S		
14	0	0	R		
<b>TOTAL Q.M.</b>	21920	20166		10165,4	10000,4

Fonte: Aatoria Própria (2024).

Tabela 12 - Quadro de Distribuição - Parte 4/4.

Quadro de Distribuição							
Circuito	Nº Circuitos Agrupados	FCT	FCA	In'(A)	Secção (mm <sup>2</sup> )	I <sub>C</sub> (A)	Disjuntor (A)
1	4	0,87	0,68	10,9	2,5 (PVC)	24 A	DDR 16 A
2	4	0,87	0,68	15,4	2,5 (PVC)	24 A	DDR 20 A
3	4	0,87	0,68	14,6	2,5 (PVC)	24 A	DDR 20 A
4	4	0,87	0,68	8,5	2,5 (PVC)	24 A	DDR 10 A
5	4	0,87	0,68	4,6	2,5 (PVC)	24 A	DTM 6 A
6	4	0,87	0,68	7,7	2,5 (PVC)	24 A	DDR 10 A
7	4	0,91	0,68	41,8	6 (XLPE)	54 A	DDR 50 A
8	4	0,91	0,68	41,8	6 (XLPE)	54 A	DDR 50 A
9	4	0,87	0,68	7,8	2,5 (PVC)	24 A	DTM 10 A
10	4	0,87	0,68	7,8	2,5 (PVC)	24 A	DTM 10 A
11	4	0,87	0,68	7,8	2,5 (PVC)	24 A	DTM 10 A
12							
13							
14							
<b>TOTAL Q.M.</b>		0,87	1	56,30	16 (PVC)	60 A	DTM 60A

Fonte: Aatoria Própria (2024).

## 4.8 ATERRAMENTO

O processo de dimensionamento do aterramento começa com a definição da corrente máxima esperada no sistema, que depende diretamente da potência instalada. A Tabela 18 da NDU 001 (Figura 7) simplifica esse cálculo, informando a quantidade de hastes de aterramento necessárias para diferentes níveis de potência instalada. Por exemplo, em sistemas residenciais com baixa potência, pode ser suficiente uma única haste, enquanto instalações de maior porte exigem múltiplas hastes para garantir uma resistência de aterramento adequada (Oliveira, 2019).

A seção do condutor de proteção (PE), que conecta o sistema de aterramento ao quadro de distribuição geral (QD), deve ser dimensionada conforme as tabelas normativas da NBR 5410 (ABNT, 2004), considerando a corrente de curto-circuito e a seção dos condutores fase. O condutor de proteção deve ser de material altamente condutivo, como cobre, e ter isolamento adequado para evitar deterioração ao longo do tempo.

O sistema de aterramento é composto por hastes de metal (geralmente aço galvanizado ou cobre) cravadas no solo, conectadas por meio de conectores apropriados. As hastes devem ser instaladas em locais com baixa resistividade do solo para garantir sua eficiência. Em terrenos com alta resistividade, pode ser necessário utilizar aditivos químicos ou sistemas alternativos, como malhas de aterramento, para alcançar a resistência desejada (Costa, 2018).

Além disso, as conexões entre as hastes e os condutores de aterramento devem ser protegidas contra corrosão e impactos mecânicos. Após a instalação, testes de resistência do aterramento são realizados para garantir que o valor obtido esteja dentro dos limites aceitáveis, normalmente inferiores a 10 ohms para sistemas de baixa tensão.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção, apresenta-se os resultados obtidos através dos passos descritos na metodologia.

### 5.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em uma residência localizada no Município de Sousa, no Estado da Paraíba. A escolha desse local baseou-se em critérios de acessibilidade e viabilidade prática, facilitando a coleta de dados e a análise detalhada das condições da instalação elétrica.

Por se tratar de uma edificação recente, construída em 2021, o projeto oferece uma oportunidade valiosa de verificar como os requisitos normativos estão sendo implementados na prática, desde o dimensionamento de circuitos até a instalação de dispositivos de proteção. A análise busca identificar se as melhores práticas descritas na literatura técnica e regulamentações foram devidamente incorporadas, fornecendo insights sobre a conformidade e eficiência das instalações elétricas em construções contemporâneas.

Além disso, o contexto regional de Sousa também apresenta particularidades que enriquecem o estudo. Localizada em uma área com clima semiárido, as condições ambientais, como temperaturas elevadas e baixa umidade, podem influenciar o desempenho dos materiais e equipamentos elétricos.

### 5.2 DOCUMENTAÇÃO

Devido à ausência de colaboração por parte do proprietário do imóvel, o estudo teve que ser limitado a uma análise baseada exclusivamente na observação visual das instalações elétricas. Nenhuma planta baixa ou projeto elétrico foi disponibilizado, o que impossibilitou uma comparação direta e detalhada com as normas técnicas aplicáveis. No entanto, a abordagem visual permitiu identificar aspectos práticos das instalações, apesar dessa restrição, o estudo ainda pode contribuir para a discussão sobre a importância de projetos elétricos bem documentados e da manutenção de registros detalhados.

### 5.3 CARGAS DA MORADIA

Neste tópico, foram representadas as cargas e suas respectivas potências, detalhando os elementos que compõem o sistema elétrico da residência. As potências das luminárias e das tomadas de uso específico (TUE) foram definidas com base nas especificações fornecidas pelos catálogos dos fabricantes. Por sua vez, as potências atribuídas às tomadas de uso geral (TUG)

foram estabelecidas conforme o item **9.5.2.2.2** da NBR 5410 (ABNT, 2004). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Quantidade real de TUG's e TUE's.

Dependência	Quantidade - Real			Atendeu os requisitos da norma?
<b>Varanda</b>	1	0	100 VA	Sim
<b>Sala</b>	6	0	600 VA	Não
<b>Cozinha</b>	6	0	2200 VA	Não
<b>Banho/Social</b>	1	0	600 VA	Sim
<b>Banho/Suíte</b>	1	0	600 VA	Sim
<b>Área de Serviço</b>	1	0	600 VA	Não
<b>Corredor</b>	0	0	0 VA	Sim
<b>Dormitório 1</b>	3	1	1310 VA	Sim
<b>Dormitório 2</b>	3	1	1310 VA	Sim
<b>Suíte</b>	4	1	1410 VA	Sim

Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 14 - Quantidade real de pontos de iluminação e potência.

Dependência	Quantidade - Real		Atendeu os requisitos da norma?
	Pontos de Iluminação	Potência de Iluminação	
<b>Varanda</b>	2	18 W	Sim
<b>Sala</b>	1	9 W	Sim
<b>Cozinha</b>	1	9 W	Sim
<b>Banho/Social</b>	1	9 W	Sim
<b>Banho/Suíte</b>	1	9 W	Sim
<b>Área de Serviço</b>	2	18 W	Sim
<b>Corredor</b>	1	9 W	Sim
<b>Dormitório 1</b>	1	9 W	Sim
<b>Dormitório 2</b>	1	9 W	Sim
<b>Suíte</b>	1	9 W	Sim

Fonte: Autoria Própria (2024).

Em relação aos pontos de tomada, foi constatado que a distribuição nas dependências da residência apresenta desvios em relação às diretrizes da NBR 5410 (ABNT, 2004), como é possível observar na Tabela 13. Na sala e na cozinha, observou-se um excedente de tomadas, o que, embora possa oferecer maior flexibilidade para o uso de aparelhos, pode representar um dimensionamento inadequado do sistema, levando em consideração que o quadro de distribuição possui apenas um disjuntor geral.

Por outro lado, a área de serviço apresentou um déficit de tomadas, em desacordo com a norma, que exige a instalação de pelo menos uma tomada a cada 3,5 m de perímetro, como é

possível observar na Tabela 14. Essa deficiência é agravada pelo fato de que, pela planta baixa, a área de serviço possui uma extensão significativa, mas conta com apenas um ponto de tomada localizado no início do ambiente. Essa disposição inadequada compromete a funcionalidade do espaço, tornando inviável o uso de equipamentos elétricos ao longo de seu ambiente sem o uso de extensões ou adaptadores.

Quanto aos pontos de iluminação, a NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece como requisito mínimo que cada dependência da residência possua pelo menos um ponto de iluminação central. No imóvel analisado, todas as dependências seguem essa exigência, exceto a área de serviço. Devido às características estruturais dessa área, não foi possível posicionar o ponto de iluminação no centro do ambiente, o que pode comprometer parcialmente a uniformidade da iluminação.

Embora a norma não determine a quantidade ideal de pontos de iluminação, ela deixa claro que a distribuição desses pontos deve atender às necessidades práticas de cada espaço. Dependências que excedem as dimensões típicas, como áreas extensas ou com layout irregular, podem demandar um planejamento mais detalhado. Nesse caso, a decisão sobre o número e a localização dos pontos de iluminação cabe ao projetista, que pode optar por realizar um estudo luminotécnico para identificar a melhor configuração. Esse estudo considera aspectos como altura do teto, uso do ambiente, ângulo de dispersão das luminárias e níveis de iluminância adequados, resultando em uma distribuição eficiente e funcional.

#### 5.4 INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A residência apresenta apenas um circuito terminal, protegido por um disjuntor termomagnético monopolar de 25 A, curva C. Nenhuma proteção adicional foi utilizada na instalação, como DR e DPS, como é possível observar nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Circuito único no QD.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 13 - Disjuntor geral.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Dessa forma, a instalação elétrica de cada uma das cargas, com seções reais de condutores foi representada na Tabela 15, condutores com seção de 4 mm<sup>2</sup> foram utilizados para a saída do ramal de ligação em direção ao disjuntor geral e do disjuntor geral em direção

ao resto da residência, derivações foram realizadas através de condutores 2,5mm<sup>2</sup>, o que condiz com a norma.

Tabela 15 - Seção real dos condutores utilizados.

Ligação	Seção
Geral	6 mm <sup>2</sup>
Qualquer outra ligação	2,5 mm <sup>2</sup>

Fonte: Autoria Própria (2024).

Na análise realizada, constatou-se que não houve separação entre os circuitos de iluminação e os circuitos de força. Essa ausência de divisão inviabilizou a aplicação direta dos critérios para a seção mínima dos condutores, conforme estabelecido no item **6.2.6.1.1** da NBR 5410 (ABNT, 2004), que especifica seções mínimas distintas para circuitos de iluminação e tomadas, apesar que de que o critério não iria se aplicar aos condutores do circuito de iluminação, que por questões de segurança e viabilidade foram adotadas as mesmas dimensões dos circuitos de tomadas, no caso 2,5 mm<sup>2</sup>.

Apesar disso, a análise da instalação não pode desconsiderar a capacidade de condução de corrente dos condutores, que deve ser sempre maior ou igual à corrente de projeto do respectivo circuito. Em relação ao condutor neutro, foi observado que sua seção é igual à do condutor fase em todos os circuitos terminais, uma prática que está em conformidade com o item **6.2.6.2** da NBR 5410 (ABNT, 2004).

A análise da instalação elétrica revelou a ausência de barramentos de neutro e barramentos de aterramento no quadro de distribuição (QD), representado na Figura 14, além disso, constatou-se que nenhuma das tomadas da residência está conectada a um sistema de aterramento, uma falha grave que contraria as exigências do item **6.4.1** da NBR 5410 (ABNT, 2004). Essa situação expõe os moradores a riscos elevados, como choques elétricos e falhas nos equipamentos conectados à rede.

Figura 14 - Condutores presentes no QD.



Fonte: Autoria Própria (2024).

## 5.5 PADRÃO DE CORES

O item **6.1.5.3** da NBR 5410 (ABNT, 2004) identifica determinadas colorações de cabos ou fios condutores de acordo com sua utilização, como pode ser constatado na Tabela 16:

Tabela 16 - Tabela de cores.

Condutor	Cor recomendada	Cor real
Fase	Qualquer cor diferente das utilizadas nos condutores terra e neutro	Preto
Terra	Verde e amarelo ou apenas verde	Não possui fio terra
Neutro	Azul-claro	Branco
Retorno	Qualquer cor diferente das utilizadas nos condutores terra e neutro	Amarelo

Fonte: Autoria Própria (2024).

É possível observar que o condutor neutro não segue o critério normativo estabelecido, além de que nenhuma tomada na residência possui condutor de proteção (PE), outra divergência da norma.

## 5.6 ELETRODUTOS

Devido à impossibilidade de analisar todos os eletrodutos utilizados na instalação, o estudo concentrou-se nos eletrodutos que interligam o QD a interruptores e tomadas. Foi constatado que, em todos os pontos avaliados, foram utilizados eletrodutos com diâmetro de 20mm. Essa escolha é compatível com o dimensionamento técnico, considerando a quantidade máxima de circuitos ou condutores carregados que podem passar por um eletroduto, conforme a **Tabela B** da NBR 5410 (ABNT, 2004).

Embora tecnicamente os eletrodutos estejam de acordo com os critérios normativos, foi identificado que a prática local adota eletrodutos de 25 mm como padrão mínimo, com base em recomendações de eletricitistas da região. Essa preferência não é apenas uma questão técnica, mas também reflete a experiência acumulada em obras passadas. A utilização de eletrodutos de maior diâmetro oferece vantagens práticas, como maior espaço interno para dissipação térmica, facilidade de manutenção e possibilidade de futuras ampliações ou substituições de condutores sem a necessidade de grandes intervenções.

Portanto, embora o uso de eletrodutos de 20 mm atenda às normas técnicas para os circuitos analisados, a adoção de eletrodutos de 25 mm pode ser considerada uma prática recomendada. Essa abordagem combina a conformidade normativa com a experiência prática, garantindo maior flexibilidade e durabilidade ao sistema elétrico. Além disso, o uso de eletrodutos mais amplos pode mitigar problemas relacionados ao agrupamento excessivo de condutores, especialmente em circuitos com alta.

## 5.7 EFEITOS DE TEMPERATURA

Em instalações elétricas onde há apenas um disjuntor geral e um único circuito para todas as dependências, como no caso analisado, é fundamental considerar os fatores de temperatura e agrupamento no dimensionamento dos condutores, como representado na Tabela 17. Esses fatores, regulamentados pela NBR 5410 (ABNT, 2004), são essenciais para garantir que os condutores possam operar de forma segura e eficiente, mesmo sob condições adversas, evitando aquecimento excessivo e falhas no sistema elétrico.

Tabela 17 - Dimensionamento real.

Dependência	Potência	FCT	FCA	In'(A)	Seção mm <sup>2</sup>	I <sub>c</sub> (A)	Disj. (A)
Geral	8838VA	0,87	0,95	46,30	16	60	60

Fonte: Autoria Própria (2024).

Apesar da configuração simplificada da instalação, a ausência de circuitos independentes aumenta a corrente total que percorre os condutores fase e neutro. Essa característica exige atenção especial ao dimensionamento para evitar que os condutores operem próximos ao seu limite térmico, o que poderia reduzir a vida útil do isolamento ou, em casos extremos, provocar falhas graves. A seção mínima recomendada para cabos fase e neutro deve ser ajustada considerando o impacto combinado da temperatura e da carga total do sistema.

Adicionalmente, para futuras expansões ou adaptações da instalação, recomenda-se a segmentação dos circuitos em iluminação e força, com a inclusão de dispositivos de proteção independentes. Isso não apenas melhora a segurança e a eficiência, mas também facilita manutenções e diagnósticos em caso de falhas. Essas práticas, alinhadas às exigências normativas, proporcionam maior confiabilidade e durabilidade ao sistema elétrico.

## 5.8 CIRCUITOS RESERVA

Conforme descrito na **Tabela 59** da NBR 5410 (ABNT, 2004), em instalações elétricas que possuem até 6 circuitos, é obrigatório prever, no mínimo, 2 circuitos reserva. Entretanto, no caso analisado, constatou-se que nenhum desses circuitos reserva foi utilizado, o que representa uma limitação na capacidade de adaptação da instalação a demandas futuras. A ausência de circuitos reserva pode dificultar a incorporação de novos equipamentos ou cargas adicionais, tornando o sistema menos eficiente e potencialmente inseguro em situações de sobrecarga.

## 5.9 PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Ao adotar um projeto integrado, a infraestrutura é planejada de forma a suportar tanto as tecnologias atuais quanto as futuras inovações. Isso significa que, desde a instalação dos quadros de elétrica, automação e conectividade, cada componente é pensado para garantir uma comunicação fluida entre os sistemas – seja para controlar a iluminação, gerenciar o clima interno, monitorar a segurança ou integrar soluções de áudio e vídeo. Tal abordagem não só facilita a implementação de funcionalidades avançadas, mas também torna a residência preparada para upgrades e expansões com mínimos impactos.

Além disso, a automação residencial contribui para a otimização dos recursos energéticos, pois permite o gerenciamento inteligente de cargas e a adaptação do uso de energia conforme as necessidades reais dos ambientes. Sistemas de segurança integrados, como alarmes, CFTV e controle de acesso, proporcionam uma camada adicional de proteção,

enquanto a conectividade via redes LAN e Wi-Fi possibilita a comunicação entre dispositivos e o acesso remoto via smartphones ou tablets.

### 5.9.1 Componentes do Sistema de Automação

#### a) Segurança

Alarmes periféricos incluem sensores de movimento, infravermelho e sistemas de monitoramento perimetral (como cercas elétricas). Esses dispositivos são configurados para detectar invasões na área externa e interna da residência. Sensores específicos, como os de quebra de vidro e contato em portas e janelas, acionam o sistema em caso de tentativa de arrombamento, enviando alertas para os moradores e, em alguns casos, para uma central de monitoramento.

Alarmes técnicos são dispositivos para detecção de condições adversas, como fumaça, gás e inundação, que podem atuar preventivamente evitando acidentes ou danos maiores.

Circuito Fechado de Televisão (CFTV): Composto por câmeras estrategicamente posicionadas, o sistema permite monitoramento contínuo tanto local quanto remotamente, possibilitando a análise em tempo real ou o acesso a gravações.

O controle de acesso inclui fechaduras eletrônicas, sistemas de biometria e interfonos que autorizam ou negam a entrada, registrando dados de acesso para futuras análises e garantindo a segurança dos moradores (Freitas, 2019).

#### b) Iluminação e Controle de Cargas

Iluminação dimerizável e programável permite a criação de cenários com diferentes intensidades de luz, ajustando-se às necessidades de cada ambiente (como iluminação suave para salas de estar ou mais intensa para áreas de trabalho). A programação pode ser baseada em horários, sensores de presença ou mesmo condições climáticas, contribuindo para a economia de energia e para o conforto visual (Silva, 2019).

Tomadas e equipamentos automatizados permitem o acionamento remoto de equipamentos específicos, possibilitando a criação de rotinas – por exemplo, ligar a cafeteira pela manhã ou ativar a lareira elétrica à noite.

Equipamentos como sistemas de aspiração central ou irrigação do jardim podem ser conectados ao sistema de automação, facilitando a gestão de cargas e otimizando o consumo energético.

#### c) Climatização e Conforto

Sistemas de ar-condicionado e aquecedores são automaticamente ajustados por sensores de temperatura e umidade, que medem continuamente as condições ambientais e realizam

ajustes finos para manter o conforto térmico. Ventiladores e sistemas de exaustão podem ser sincronizados com os demais dispositivos para melhorar a circulação de ar e reduzir o acúmulo de calor ou umidade. Sensores climáticos, como os de chuva, são integrados ao sistema para iniciar ou interromper a irrigação, garantindo a saúde do jardim e otimizando o uso de água, sem a necessidade de intervenção manual.

d) **Áudio e Vídeo**

Sistemas de som de alta fidelidade e projeção podem ser configurados em ambientes como sala de estar, varandas, áreas de lazer, permitindo que o mesmo conteúdo seja distribuído de forma sincronizada em diferentes áreas. Através de interfaces digitais, como painéis *touch* ou aplicativos móveis, o usuário pode selecionar fontes de mídia, ajustar volumes e configurar cenários para diferentes momentos do dia. A possibilidade de comandar o sistema por voz ou por dispositivos móveis amplia a conveniência, integrando a experiência multimídia ao restante do ecossistema de automação residencial.

e) **Conectividade e Comunicação**

Infraestrutura de Rede (LAN e Wi-Fi) garantem que todos os dispositivos da automação estejam conectados, possibilitando a comunicação contínua e a execução de comandos de forma remota e em tempo real. Permite que os moradores monitorem e controlem o sistema de qualquer lugar, utilizando smartphones, tablets ou computadores. Sistemas como PABX, interfonos e até a integração com serviços de TV digital são incorporados, centralizando a comunicação e melhorando a interação entre os dispositivos, além de proporcionar um ambiente integrado de voz, dados e imagem (Costa, 2020).

### 5.9.2 *Infraestrutura do Sistema*

- a) O quadro elétrico abriga dispositivos essenciais como disjuntores, DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos) e DR (Dispositivo à Corrente Diferencial-Residual), além de barras de neutro e terra, que garantem a segurança e a estabilidade da instalação elétrica.
- b) Quadro de automação agrupa fontes de alimentação, módulos de entrada (sensores, pulsadores, *keypads*) e de saída (relés, dimmers) em um único ponto, como pode ser observado no Apêndice C, facilitando o gerenciamento e a manutenção do sistema.
- c) Quadro de conectividade concentra equipamentos como roteadores, switches, PABX e *patch panels*, criando uma rede robusta para suportar o tráfego de informações entre os dispositivos da automação.

### 5.9.3 Controle e Automação

#### a) Acionamentos e Interfaces

Dispositivos de entrada permitem o acionamento manual de dispositivos e a criação de cenários personalizados, sendo essenciais para operações de rotina, como ligar ou desligar luzes e equipamentos. Telas *touch* e interfaces digitais fornecem um campo de interação visual intuitiva para monitoramento e controle, integrando a gestão dos sistemas em um único painel central.

Aplicativos móveis e assistentes virtuais permitem o gerenciamento do sistema a partir de dispositivos portáteis, possibilitando o acesso remoto e a configuração de rotinas automáticas, mesmo quando o usuário não está em casa. Alguns sistemas avançados utilizam a nuvem para armazenar dados e possibilitar atualizações de firmware, garantindo que os dispositivos estejam sempre atualizados com as últimas melhorias e funcionalidades.

#### b) Métodos de Automação

**Sistemas Centralizados:** Todos os dispositivos se comunicam com um único controlador central, facilitando a implementação de rotinas complexas e a integração de diversos subsistemas (como iluminação, segurança e climatização) em uma única plataforma.

**Sistemas Distribuídos:** Utiliza módulos de controle localizados em diferentes áreas da residência. Cada módulo gerencia os dispositivos de sua região, permitindo respostas rápidas e diminuindo a dependência de um único ponto de falha.

**Soluções Sem Fio:** Sistemas sem fio são ideais para ambientes onde a infraestrutura cabeada não é viável, seja por questões de reforma ou para reduzir a intervenção na obra. Muitos dispositivos utilizam protocolos como *Z-Wave*, *ZigBee* ou *Wi-Fi*, que garantem comunicação segura e de baixa latência entre os módulos, permitindo atualizações e ajustes de forma remota.

### 5.9.4 Cenas e Automações

Na sala de estar, a automação cria cenários que se adaptam às atividades do dia. Por exemplo, um cenário “cinema” pode reduzir gradualmente a intensidade das luzes, fechar as cortinas automaticamente e ativar o sistema de *home theater* para uma experiência imersiva. Em outra situação, um ambiente “convivência” ajusta a iluminação para tons quentes, sincroniza uma playlist de música ambiente e controla a temperatura do ar condicionado, garantindo conforto durante reuniões com amigos e familiares.

Nos quartos, os sistemas de automação promovem um ambiente propício ao descanso e à tranquilidade. Sensores de presença e luz podem regular a intensidade luminosa automaticamente, criando uma atmosfera relaxante à medida que a noite se aproxima. Cortinas

automatizadas abrem e fecham conforme os horários programados, enquanto o sistema de climatização ajusta a temperatura ideal para um sono reparador, integrando também alarmes e notificações para despertar de forma suave.

Na cozinha, a automação torna as tarefas culinárias mais práticas e seguras. Eletrodomésticos inteligentes, como fornos e geladeiras conectados, podem ser controlados por voz ou por meio de um aplicativo, permitindo o pré-aquecimento do forno ou o monitoramento da validade dos alimentos. A iluminação ajustável, que varia conforme a necessidade, realça as áreas de preparo e ajuda a criar um ambiente dinâmico e funcional, enquanto sensores de gás e fumaça garantem a segurança durante o preparo das refeições.

A automação residencial representa uma transformação significativa na interação entre os moradores e seus lares, promovendo ambientes mais seguros, confortáveis e eficientes. Ao integrar sistemas de iluminação, climatização, segurança e entretenimento, como pode ser observado no Apêndice D e E, a tecnologia adapta cada espaço às necessidades específicas dos usuários, permitindo a criação de cenários personalizados que facilitam as atividades diárias. Além disso, a automação otimiza o consumo de energia e aprimora a gestão dos recursos domésticos, contribuindo para a sustentabilidade e a economia. Em essência, a automação residencial não apenas moderniza as funções tradicionais de uma casa, mas também enriquece a qualidade de vida, oferecendo soluções inteligentes que se ajustam dinamicamente ao estilo de vida contemporâneo.

Cada ambiente, seja a sala de estar, quartos, cozinha, podem ser otimizados para funções específicas, combinando praticidade com economia de energia. Essa integração não só potencializa o bem-estar, mas também contribui para a manutenção e gestão inteligente dos recursos, antecipando demandas e melhorando a eficiência energética da residência.

Em suma, a automação residencial transcende o simples controle remoto de dispositivos, promovendo uma experiência integrada que une tecnologia e design. Essa abordagem inovadora cria um lar que se adapta dinamicamente aos ritmos e preferências dos moradores, preparando o ambiente para as inovações futuras e elevando a qualidade de vida de forma significativa.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que a instalação elétrica da residência analisada apresenta conformidade parcial com as normas técnicas estabelecidas pela NBR 5410 (ABNT, 2004) e pelas orientações complementares da NDU 001 da concessionária local. Apesar de atender a alguns requisitos básicos, como o dimensionamento de condutores principais e a adequação de parte dos dispositivos de proteção, foram identificadas inconsistências significativas, principalmente na ausência de barramentos de neutro e aterramento, a inexistência de aterramento nas tomadas, proteção diferencial (DR) e a subdivisão adequada entre circuitos de força e iluminação.

A análise evidenciou que o uso de condutores e eletrodutos foi realizado de forma a atender às exigências técnicas, mas a ausência de separação entre os circuitos compromete a capacidade de segmentação para manutenções e futuras expansões. Além disso, o dimensionamento das tomadas e pontos de iluminação seguiu parcialmente os critérios normativos, mas apresentou falhas na distribuição em ambientes específicos, como a área de serviço e a sala, indicando necessidade de ajustes. A partir dessas observações, recomenda-se a implementação de um sistema de aterramento completo e o uso de barramentos específicos no quadro de distribuição, além da inclusão de dispositivos de proteção adequados, como disjuntores diferenciais-residuais (DR), também se faz indispensável para alinhar a instalação às normas vigentes e melhorar sua confiabilidade.

Por fim, o estudo reforça a importância de uma abordagem mais criteriosa no planejamento elétrico residencial, com atenção especial ao cumprimento integral das normas e à documentação detalhada do projeto. A implementação de melhorias, como a utilização de dispositivos de proteção adequados, a segmentação dos circuitos e um sistema de aterramento, contribuirá para um sistema mais eficiente, seguro e adaptável às demandas futuras. Esses ajustes não apenas garantem maior segurança e eficiência energética, mas também proporcionam maior confiabilidade e longevidade às instalações elétricas.

## SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade deste estudo, recomenda-se a implementação prática de um protótipo de automação residencial que integre os conceitos desenvolvidos. Esse protótipo deve possibilitar a validação em campo dos sistemas de dimensionamento elétrico e automação, permitindo a análise comparativa entre a teoria apresentada e a execução real. Sugere-se ainda a investigação de protocolos de comunicação sem fio, como *Zigbee*, em ambientes residenciais, visando ampliar a robustez e a eficiência da rede de automação, além de explorar a integração com dispositivos de monitoramento e controle remoto.

Outra linha de pesquisa importante é a implementação de sistemas que permitam o monitoramento contínuo do consumo de energia e a análise de dados, utilizando técnicas de inteligência artificial para a predição de demanda e otimização do uso energético.

Uma outra proposta de trabalho futuro envolve a ampliação do escopo do projeto para edificações multifamiliares ou comerciais, onde a complexidade dos circuitos elétricos e a necessidade de segmentação dos sistemas são maiores. Essa abordagem permitiria avaliar a aplicabilidade dos métodos de dimensionamento e automação desenvolvidos em diferentes contextos, proporcionando uma visão mais abrangente das vantagens e desafios associados à modernização das instalações elétricas. Ademais, a integração de sistemas de geração distribuída com a automação residencial pode ser explorada, visando a criação de redes elétricas mais resilientes e sustentáveis, alinhadas com as tendências atuais de eficiência energética e sustentabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional.** 2021.

ALTO QI BUILDER. **Home page online.** Disponível em:

<https://www.altoqi.com.br/builder/software-para-projetos-eletricos-em-bim>. Acesso em: 29 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE-ABRACOPEL; INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE-PROCOBRE. **Raio X das instalações elétricas residenciais brasileiras.** 2017. Disponível em:

<https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/07/Raio-X-das-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-Residenciais-Brasileiras.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBOSA, M.; et al. **Dimensionamento e análise dos transformadores de distribuição em sistemas elétricos.** *IEEE Transactions on Power Delivery, New York*, v. 25, n. 2, p. 1012-1020, 2010.

CONSTRUSINOS. **Conheça os tipos de caixa de passagem elétrica e suas funções,** 2020.

Disponível em: [https://construsinos.com.br/conheca-os-tipos-de-caixa-de-passagem-eletrica-e-suas-](https://construsinos.com.br/conheca-os-tipos-de-caixa-de-passagem-eletrica-e-suas-funcoes/#:~:text=Uma%20caixa%20de%20passagem%20el%C3%A9trica,postes%20e%20fia%C3%A7%C3%B5es%20aparentes%20externas)

[funcoes/#:~:text=Uma%20caixa%20de%20passagem%20el%C3%A9trica,postes%20e%20fia%C3%A7%C3%B5es%20aparentes%20externas](https://construsinos.com.br/conheca-os-tipos-de-caixa-de-passagem-eletrica-e-suas-funcoes/#:~:text=Uma%20caixa%20de%20passagem%20el%C3%A9trica,postes%20e%20fia%C3%A7%C3%B5es%20aparentes%20externas). Acesso em: 28 dez. 2024.

COSTA, J. **Projeto elétrico residencial: guia completo.** Rio de Janeiro: Editora Construção, 2020.

COSTA, L. A.; MORAES, F. R. **Avaliação do desempenho dos sistemas de aterramento e suas implicações na segurança elétrica.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Elétrica, Curitiba, 2018. p. 112–120.

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

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada (NDU 01): fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais**. Disponível em:

<https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20t%C3%A9cnicas/NDU%20001%20-%20Fornecimento%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20em%20tens%C3%A3o%20secund%C3%A1ria%20a%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20individuais%20ou%20agrupadas%20e%20at%C3%A9%20tr%C3%AAs%20unidades%20consumidoras.pdf>. Acesso em: 29 out. 2024.

FERREIRA, F. S.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, J. P. **Aplicação do AutoCAD na elaboração de plantas baixas para projetos elétricos residenciais**. Revista Brasileira de Engenharia Civil, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 123–135, 2021.

FREITAS, R. L. **Segurança eletrônica em automação residencial: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Ed. Técnica, 2019.

OLIVEIRA, M. F.; GOMES, R. L.; SOUSA, E. P. **Métodos de dimensionamento de sistemas de aterramento em edificações residenciais**. Revista de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 55–68, 2019.

PEREIRA, R.; SILVA, L. **Análise dos efeitos do transporte de energia elétrica em alta tensão e suas perdas**. Revista Brasileira de Engenharia Elétrica, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 245-256, 2018.

SILVA, A. C.; PEREIRA, R. S. **Dimensionamento e análise do Quadro de Distribuição em instalações elétricas de baixa tensão**. Journal of Electrical Engineering and Technology, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 389–402, 2020.

SILVA, L. **Automação residencial: conceitos e tecnologias**. São Paulo: Editora Técnica, 2019.

SOUZA J. R. A. de; MORENO, Hilton. **Guia EM da NBR 5410**. Revista Eletricidade

Moderna, 2001. Disponível em:

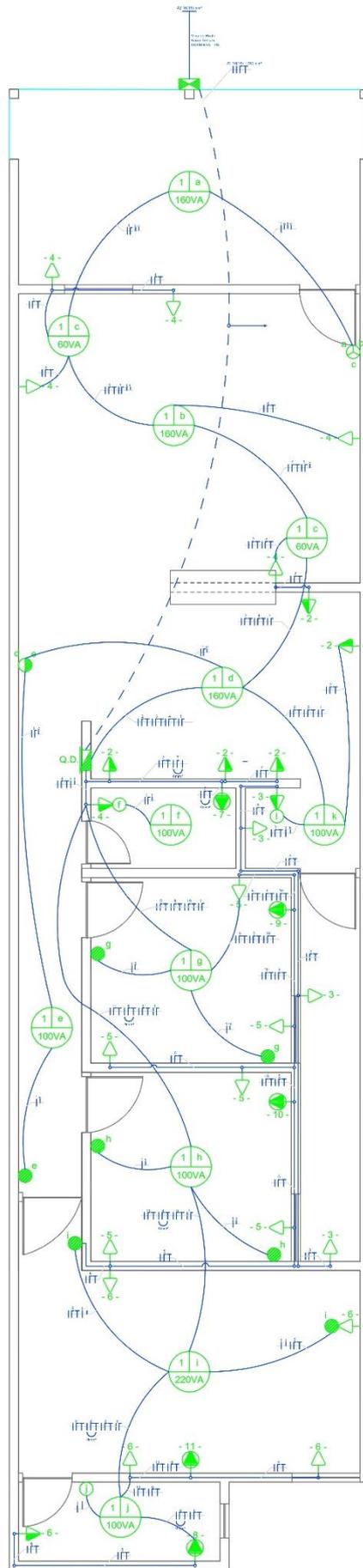
[https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/05\\_guia\\_em\\_da\\_nbr\\_5410.pdf](https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/05_guia_em_da_nbr_5410.pdf). Acesso em: 5 jan. 2025.

## APÊNDICE A

Os anexos em PDF (melhor qualidade) estão disponíveis em:

[https://drive.google.com/drive/folders/10NNTc\\_r7SYW6lJ1b\\_n\\_wjElesE0Ck3Sy?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/10NNTc_r7SYW6lJ1b_n_wjElesE0Ck3Sy?usp=sharing)

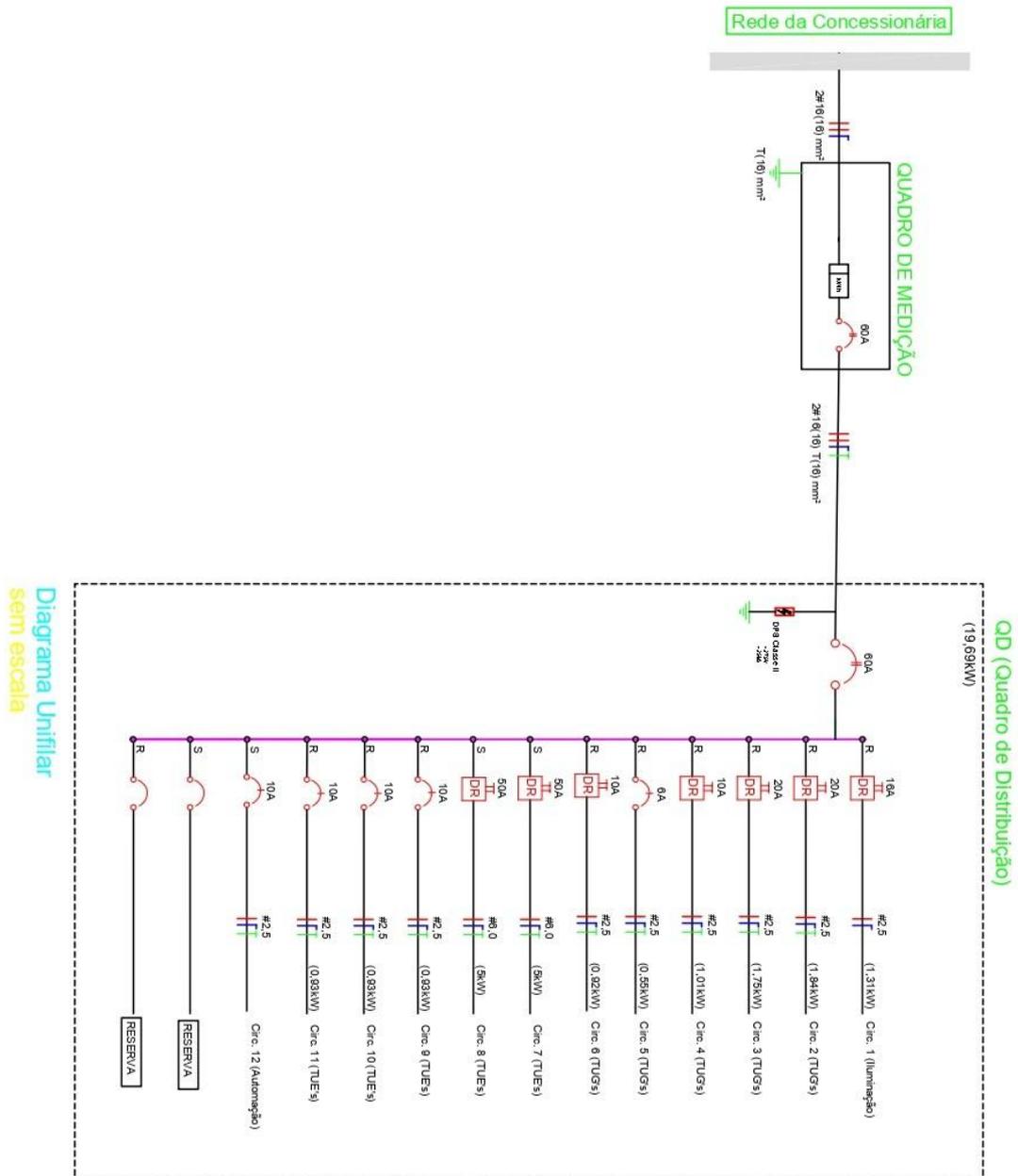
### DIAGRAMA ELÉTRICO RESIDENCIAL



Planta Eléctrica  
1:100

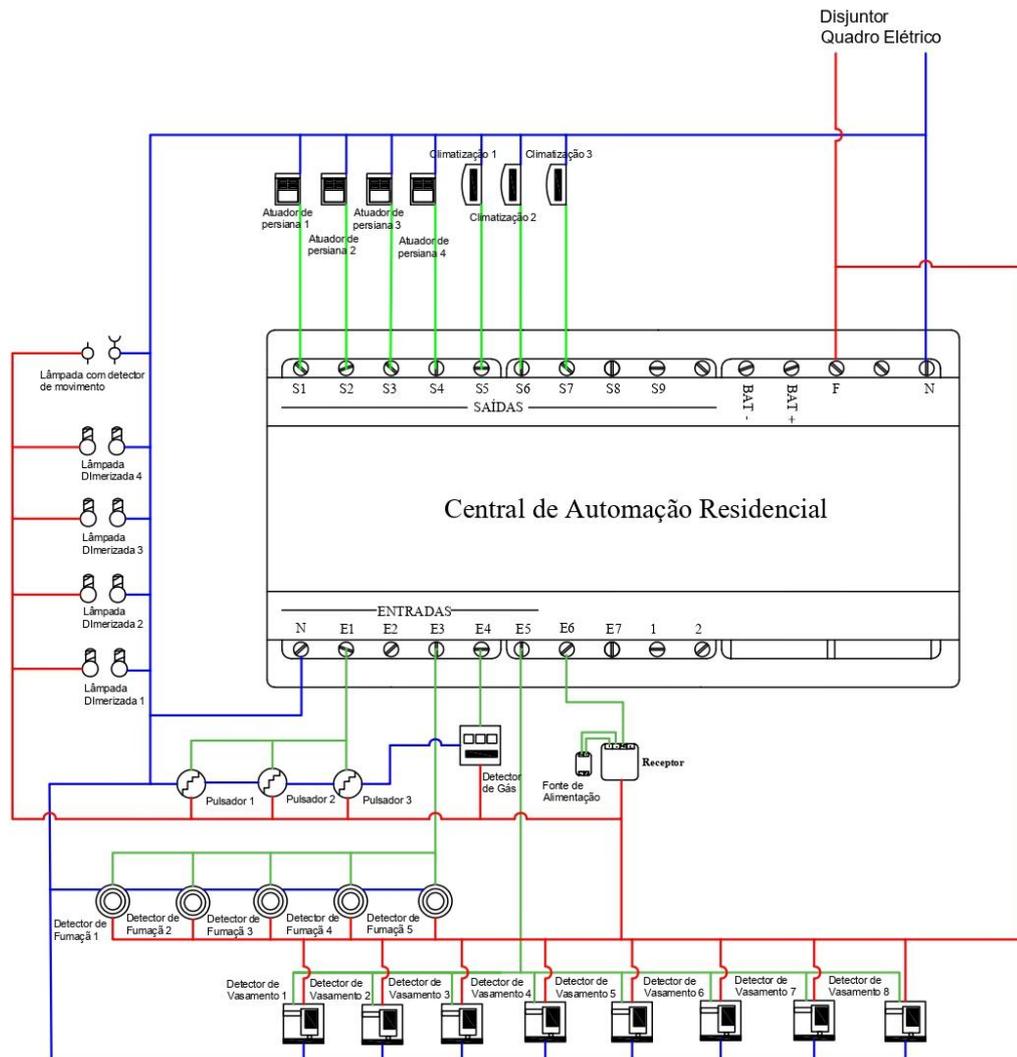
## APÊNDICE B

### DIAGRAMA UNIFILAR



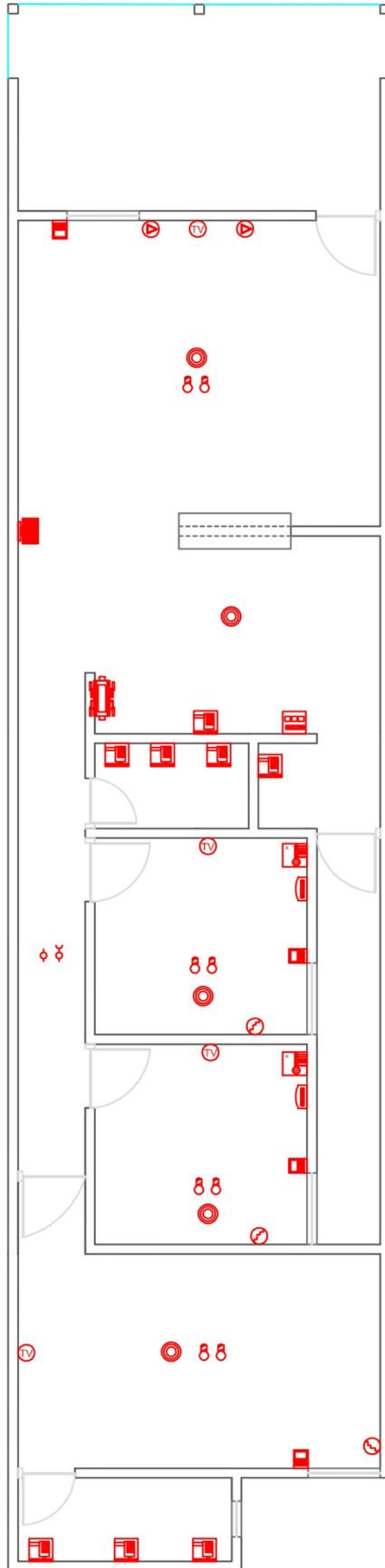
## APÊNDICE C

### QUADRO DE AUTOMAÇÃO OU CENTRAL DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL



## APÊNDICE D

### PLANTA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

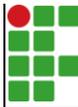


Planta Eléctrica  
1:100

## APÊNDICE E

### LEGENDA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

<b>Legenda - Automação</b>	
	Atuador de persianas motorizado
	Detector de Fumaça
	Lâmpadas Dimerizadas
	Roteador
	Central de Automação Residencial
	Detector de Vazamento
	Lâmpadas com detector de movimento
	Pulsadores ou Interruptores Magnéticos
	Sensor de Temperatura
	Climatização automática
	Detector de Gás
	Home Theater
	Televisão

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC

<b>Assunto:</b>	TCC
<b>Assinado por:</b>	Francisco Filho
<b>Tipo do Documento:</b>	Dissertação
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Francisco Camilo Felix Filho, ALUNO (201922240009) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CAMPUS CAJAZEIRAS, em 07/03/2025 07:23:02.

Este documento foi armazenado no SUAP em 07/03/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1410400

Código de Autenticação: 4b56ff7d9f

