

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

MARJORIE BRITO NAZARIO

AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM PROJETO RESIDENCIAL

VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

2025



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS VALPARAÍSO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

TERMO 17/2025 - VAL-DAA/CP-VALPARA/IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho apresentado em evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome completo do(a) autor(a): Marjorie Brito Nazario

Matrícula: 20201150050119

Título do trabalho: Avaliação e aprimoramento da instalação elétrica de um projeto residencial.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

☐ O documento está sujeito a registro de patente.

☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.

☐ Outra justificativa: _____.

Declaração de distribuição não-exclusiva

O(A) referido(a) autor(a) declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Valparaíso de Goiás, 25 de março de 2025.

(assinado eletronicamente)

MARJORIE BRITO NAZARIO

Autor(a) e/ou Detentor(a) dos Direitos Autorais

Documento assinado eletronicamente por:

■ Marjorie Brito Nazário, 20201150050119 - Discente, em 25/03/2025 15:34:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

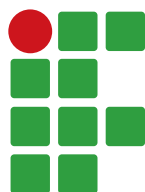
Código Verificador: 523725

Código de Autenticação: 28ce55f573



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

BR 040, KM 6, Avenida Saia Velha, S/Nº, Área 8, None, Parque Esplanada V, VALPARAÍSO DE GOIÁS / GO, CEP 72876-601
(61) 3615-9210 (ramal: 9210)



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

MARJORIE BRITO NAZARIO

AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM PROJETO RESIDENCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Valparaíso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira Eletricista.

Orientadora: PROFA. DRA. JÉSSICA SANTORO GONÇALVES PENA

VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N335a Nazario, Marjorie Brito

Avaliação e aprimoramento da instalação elétrica de um projeto residencial [recurso eletrônico] / Marjorie Brito Nazario.

2025.

Dados eletrônicos (1 arquivo).

74 f. : il. color.

Orientadora: Profa. Dra. Jéssica Santoro Gonçalves Pena.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, câmpus Valparaíso, 2025.

Modo de acesso: World Wide Web.

Arquivo de texto em formato PDF.

Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br>.

1. Sistemas de energia elétrica - Habitação. 2. Sistemas de energia elétrica - Proteção. 3. Instalações elétricas - Requisitos de segurança. 4. Instalações elétricas - Normas - Brasil. 5. Eficiência energética. I. Título. II. Pena, Jéssica Santoro Gonçalves, orient.

CDD 621.319



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS VALPARAÍSO

FOLHA DE APROVAÇÃO

TERMO 16/2025 - VAL-DAA/CP-VALPARA/IFG

MARJORIE BRITO NAZARIO

AVALIAÇÃO E APRIMORAMENTO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UM PROJETO RESIDENCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Valparaíso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira Eletricista .

Monografia defendida e aprovada, em 11 de março de 2025, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. JÉSSICA SANTORO GONÇALVES PENA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Presidente da banca / Orientador(a)

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. LARISSA MARQUES PERES
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Membro da banca

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. ALISSON LIMA SILVA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Membro da banca

Valparaíso de Goiás, 24 de março de 2025

Documento assinado eletronicamente por:

- Larissa Marques Peres, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/03/2025 00:18:38.
- Alisson Lima Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 24/03/2025 16:36:56.
- Jessica Santoro Goncalves Pena, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 24/03/2025 16:28:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 523719

Código de Autenticação: 3bb6186e9f



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

BR 040, KM 6, Avenida Saia Velha, S/Nº, Área 8, None, Parque Esplanada V, VALPARAÍSO DE GOIÁS / GO, CEP 72876-601
(61) 3615-9210 (ramal: 9210)

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha mais sincera gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, Jéssica, por sua dedicação, paciência e pelas valiosas contribuições ao longo de toda a pesquisa.

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais, Francileila e Cláudio, e ao meu irmão, Matheus, expresso meu profundo agradecimento pelo amor, apoio incondicional e incentivo constante. Sem a presença e o suporte de vocês, esta conquista não seria possível.

Aos meus padrinhos, Francileuda e Euclides, e à toda a minha família, sou grata por cada palavra de incentivo e pelo apoio oferecido durante toda a minha trajetória acadêmica.

Agradeço também a quem, com seu carinho e acolhimento, tornou esta jornada mais simples, leve e especial de ser vivida.

Aos meus amigos e colegas de curso, agradeço pela parceria, pelas trocas de conhecimento e pelos momentos de aprendizado e superação compartilhados. A convivência e as experiências vividas ao longo desse percurso foram fundamentais para meu crescimento pessoal e acadêmico.

Estendo meus agradecimentos aos professores que contribuíram para minha formação ao longo do curso. Em especial, agradeço àqueles cujas orientações foram fundamentais para me guiar em toda minha jornada até aqui.

Por fim, meu reconhecimento a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, ajudaram na realização deste trabalho, por meio de sua ajuda prática, sugestões e apoio emocional. A cada um de vocês, meu sincero e profundo muito obrigada.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar e aprimorar a proteção elétrica em sistemas residenciais, levando em consideração a crescente preocupação com a segurança e a eficiência energética. A pesquisa se baseia no estudo de um projeto de reforma residencial em Valparaíso de Goiás, que revela que a instalação elétrica anterior não atendia aos padrões normativos, necessitando de atualizações. O projeto elétrico atualizado é então desenvolvido em conformidade com as normas brasileiras que atendem à execução de instalações elétricas de baixa tensão. O estudo também destaca a importância da manutenção regular e da atualização das instalações elétricas para garantir a segurança e a eficiência energética dos sistemas residenciais, frisando que a implementação de dispositivos de proteção é fundamental para a segurança elétrica. Além disso, o trabalho sugere a utilização de dispositivos de proteção adicionais e outras técnicas de proteção para aprimorar a segurança, além de tratar sobre a necessidade de incorporar tecnologias de monitoramento e controle, a fim de garantir uma gestão eficaz dos sistemas elétricos. Embora o estudo se concentre em um único projeto de reforma residencial, ele oferece contribuições valiosas para a melhoria da segurança e eficiência dos sistemas elétricos em geral. A conclusão do trabalho reflete a importância de garantir a segurança elétrica de longo prazo, com uma visão voltada para a eficiência e a adequação das instalações aos padrões normativos.

Palavras-Chave: baixa tensão, dispositivos de proteção, instalações elétricas, normas regulamentadoras, proteção elétrica, segurança elétrica, sistemas residenciais, tecnologias de monitoramento.

Abstract

This work aims to evaluate and improve electrical protection in residential systems, considering the growing concern for safety and energy efficiency. The research is based on the study of a residential renovation project in Valparaíso de Goiás, which reveals that the previous electrical installation did not meet regulatory standards and required updates. The updated electrical project is then developed in compliance with Brazilian standards for low-voltage electrical installations. The study also highlights the importance of regular maintenance and updating of electrical installations to ensure the safety and energy efficiency of residential systems, emphasizing that the implementation of protective devices is crucial for electrical safety. Additionally, the work suggests the use of additional protective devices and other protection techniques to enhance safety, as well as addressing the need to incorporate monitoring and control technologies to ensure effective management of electrical systems. Although the study focuses on a single residential renovation project, it offers valuable contributions to improving the safety and efficiency of electrical systems in general. The conclusion of the work reflects the importance of ensuring long-term electrical safety, with a focus on efficiency and compliance of installations with regulatory standards.

Keywords: electrical installations, electrical protection, electrical safety, low voltage, monitoring technologies, protection devices, regulatory standards, residential systems.

Lista de Figuras

2.1	Ranking Nacional de Acidentes e Mortes por Choques Elétricos em 2023	20
2.2	Ranking Nacional dos Incêndios de Origem Elétrica e Fatalidades por Estado em 2023	21
2.3	Número de Descargas Atmosféricas por Ano.....	22
2.4	Esquema TN-S.....	31
2.5	Esquema TN-C-S	31
2.6	Esquema TN-C	32
2.7	Esquema TT	32
2.8	Esquema IT	33
3.1	Disjuntor Termomagnético	36
3.2	Curvas B, C e D de um Disjuntor.....	37
3.3	Interruptor Diferencial Residual	38
3.4	Dispositivo de Proteção Contra Surtos	40
4.1	Tomada Defeituosa Após Curto-Circuito	45
4.2	Quadro Elétrico Original	46
4.3	Quadro Elétrico Atualizado	49
4.4	Diagrama Unifilar	50
4.5	Planta Baixa	54
4.6	Legenda do Projeto Elétrico	55
5.1	Interruptor de Circuito de Falha à Terra.....	60
5.2	Disjuntor de Circuito por Falha de Arco.....	62

Lista de Tabelas

2.1	Histórico de Acidentes	23
2.2	Normas Técnicas	33
3.1	Dispositivos e Técnicas de Proteção	43
4.1	Tabela de Cargas	48
5.1	Dispositivos Residuais	59
A.1	Glossário de Termos.....	72

Lista de Abreviaturas e Símbolos

Lista de Abreviaturas

A	Ampére
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abracopel	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
AFCI	<i>Arc Fault Circuit Interrupter</i>
BEL	Barramento de Equipotencialização Suplementar ou Local
BEP	Barramento de Equipotencialização Principal
CPN-SP	Comitê Permanente Nacional sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção de São Paulo
DDP	Diferença de Potencial
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
DR	Dispositivo Residual
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
GFCI	<i>Ground Fault Circuit Interrupter</i>

Hz	Hertz
IDR	Interruptor Diferencial Residual
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IoT	Internet das Coisas
IT	Sistema de Aterramento Isolado de Terra
kA	KiloAmpère
mA	MiliAmpère
NR	Norma Regulamentadora
Procobre	Instituto Brasileiro do Cobre
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TN-C	Sistema de Aterramento com Terra e Neutro Combinados
TN-C-S	Sistema de Aterramento com Terra e Neutro Combinados e Separados
TN-S	Sistema de Aterramento com Terra e Neutro Separados
TT	Sistema de Aterramento Totalmente Separado
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
V	Volt
W	Watt

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	VISÃO GERAL	14
1.2	MOTIVAÇÃO	15
1.3	OBJETIVOS GERAIS	15
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	INTRODUÇÃO	18
2.2	HISTÓRICO DE ACIDENTES NO BRASIL	18
2.3	LEGISLAÇÃO VIGENTE	23
2.3.1	AS NORMAS	23
2.4	ATERRAMENTO	28
2.4.1	INTRODUÇÃO	28
2.4.2	TIPOS DE ATERRAMENTO	29
2.5	CONCLUSÃO.....	33
3	DISPOSITIVOS E TÉCNICAS DE PROTEÇÃO	35
3.1	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO	35
3.1.1	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	35
3.1.2	INTERRUPTOR E DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL.....	36
3.1.3	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS.....	38
3.2	TÉCNICAS DE PROTEÇÃO	40
3.2.1	EQUIPOTENCIALIZAÇÃO	40
3.2.2	SECCIONAMENTO AUTOMÁTICO DA ALIMENTAÇÃO	41

3.2.3	ISOLAÇÃO DUPLA OU REFORÇADA	42
3.3	CONCLUSÃO.....	42
4	ESTUDO DE CASO	44
4.1	INTRODUÇÃO	44
4.2	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS	47
4.3	ANÁLISE DO PROJETO ELÉTRICO	47
4.3.1	COMPATIBILIDADE COM AS NORMAS DA CONCESSIONÁRIA	51
4.3.2	CONFORMIDADE COM AS NORMAS NBR-5410 E 5419	51
4.4	CONCLUSÃO.....	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.1	INTRODUÇÃO	57
5.2	SISTEMA DE MONITORAMENTO	57
5.3	SETORIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO	59
5.4	DISPOSITIVOS GFCI E AFCI.....	59
5.5	PREVISÃO PARA INSTALAÇÕES FUTURAS	61
5.6	CONCLUSÃO.....	63
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	65
6.1	CONCLUSÕES GERAIS	65
6.2	TRABALHOS FUTUROS	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
	APÊNDICE.....	72

Capítulo 1

Introdução

1.1 Visão Geral

A eletricidade é uma das formas de energia mais utilizadas no mundo moderno [1] e pode ser gerada pelos diversos tipos de produção – eólica, hidrelétrica, solar, entre outras. Apesar de tão presente no cotidiano, pode ser considerada “invisível”, pois o ser humano não consegue enxergá-la. De acordo com o Comitê Permanente Nacional sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção de São Paulo (CPN-SP) [2], esse fator é o que pode expor a vida de uma pessoa ao perigo, pois ela é exposta a situações de risco sem ao menos perceber.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) [3], o Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo e, no ranking de mortes por descargas atmosféricas, ocupa o sétimo lugar, onde mais de 20% destes casos são de pessoas que estavam próximas a rede elétrica dentro de casa. Os números maiores de acidentes são relacionados a incêndios por sobrecarga, com 874 reportes e 55 vítimas, e choques elétricos, com 853 reportes e 592 vítimas fatais, onde 25 das mortes ocorreram no estado de Goiás no ano de 2022.

Além disso, um dos principais tipos de acidentes domésticos é o que envolve eletricidade. Um estudo da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel) [4] revelou que a maioria das ocorrências de acidentes é causada por choques elétricos seguidos de incêndios por descarga de energia,

causados principalmente por redes elétricas sucateadas e tentativa de manutenção sem a formação e conhecimento necessários.

Os profissionais responsáveis pela instalação elétrica devem possuir conhecimento da NBR-5410 [5], visando garantir a segurança de pessoas e animais. No entanto, uma pesquisa do Instituto Brasileiro do Cobre [6] (Procobre), revelou que apenas 29% dos entrevistados afirmaram que o seu imóvel possuía projeto elétrico, enquanto os demais não possuíam ou não sabiam responder. O estudo ainda identificou que um dos principais componentes de segurança, o Dispositivo Residual (DR), não estava presente nos domicílios. Além disso, foi identificado um baixo índice de instalação do Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS), que tem por objetivo proteger a rede elétrica interna e eletrodomésticos de sobrecargas.

1.2 Motivação

Diante da realidade apresentada, este trabalho surgiu para a compreensão e resolução dos perigos presentes em uma instalação elétrica, visando promover a segurança dos moradores, e também para o avanço na área de engenharia elétrica residencial ao identificar e propor estratégias de aprimoramento para a proteção contra acidentes de origem elétrica.

Um dos meios para evitar este tipo de acidentes no ambiente residencial é realizando a manutenção dos equipamentos e principalmente por meio de prevenção, utilizando os Dispositivos Residuais (DR) [7] e, desse modo, este trabalho realizará a análise do projeto de instalação elétrica de uma residência, visando melhorias nos sistemas de proteção.

1.3 Objetivos Gerais

O presente trabalho tem como objetivo realizar a análise crítica do sistema elétrico de potência em uma instalação residencial, identificando pontos de vulnerabilidade e riscos, tais como choques elétricos, sobrecargas, curtos-circuitos, falta de aterramento

adequado, sobretensões e falhas em dispositivos de proteção, propondo medidas para aprimorar a segurança elétrica nos projetos e instalações elétricas, focando em mitigar esses riscos e avaliando o impacto dessas medidas por meio de um estudo de caso.

1.4 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento das características e componentes dos sistemas elétricos presentes em instalações residenciais, considerando a diversidade de dispositivos;
- Utilizar tal levantamento como base para analisar a vulnerabilidade dos sistemas;
- Proporcionar uma revisão das tecnologias, práticas e normas relacionadas à proteção de sistemas elétricos, incluindo os dispositivos de segurança;
- Desenvolver estratégias para aprimorar a proteção, considerando a aplicação de dispositivos de segurança avançados; e
- Avaliar o impacto das medidas propostas.

1.5 Organização do Trabalho

A estrutura deste trabalho segue uma organização lógica e detalhada para proporcionar uma visão abrangente do tema abordado. No Capítulo 1, é apresentada uma introdução geral ao tema, destacando as motivações que impulsionaram este estudo e os objetivos específicos a serem alcançados.

O Capítulo 2 é dedicado ao referencial teórico, trazendo uma análise aprofundada sobre o setor elétrico brasileiro. São abordados os diferentes tipos de projetos elétricos, as normas técnicas brasileiras vigentes e os métodos de aterramento mais utilizados, fornecendo a base conceitual necessária para compreender o desenvolvimento do estudo.

No Capítulo 3, são discutidos os dispositivos de proteção empregados em instalações elétricas e as técnicas mais comuns utilizadas no Brasil. Esse capítulo enfatiza

a importância de medidas de segurança, detalhando o funcionamento de equipamentos como disjuntores, DR's, fusíveis e DPS's, além de explorar sua aplicabilidade em diferentes cenários.

O Capítulo 4 apresenta um estudo de caso detalhado, no qual são analisadas as características elétricas de uma residência específica. Os dados utilizados foram obtidos a partir de informações fornecidas pela empresa responsável pelo projeto elétrico, o Grupo Ancore [8]. Essa análise permite avaliar o desempenho do sistema elétrico da residência e identificar possíveis melhorias em termos de segurança e eficiência.

O Capítulo 5 expõe os resultados obtidos com a análise do projeto elétrico. São discutidas as condições atuais da instalação, apontadas limitações e apresentadas sugestões de aprimoramento, incluindo a implementação de tecnologias mais avançadas de proteção e possíveis estratégias para otimização energética.

Por fim, o Capítulo 6 aborda os resultados e trabalhos futuros, sugerindo a continuidade do estudo com o aprofundamento nas novas tecnologias de proteção e soluções inovadoras, além de explorar o uso de automação e dispositivos inteligentes para otimização da segurança e eficiência nas instalações elétricas residenciais.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Introdução

A eletricidade é responsável pelo funcionamento de grande parte dos equipamentos e sistemas em instalações residenciais. No entanto, uso inadequado e a falta de medidas de segurança nas instalações pode apresentar riscos significativos, como choques elétricos, curtos-circuitos e incêndios [9]. Por essa razão, a proteção elétrica em ambientes residenciais é um aspecto fundamental para garantir a segurança dos moradores e a integridade das edificações.

2.2 Histórico de Acidentes no Brasil

O número de acidentes e mortes causados por choque elétrico no Brasil apresentou um aumento significativo em 2023 logo após um decréscimo nesse número no ano de 2022 [9], fato que tem como causa apontada a falta de manutenção e inspeção adequadas. O gráfico da Figura ?? apresenta uma comparação entre o número de acidentes e de mortes em cada estado. A representação gráfica utiliza uma tonalidade mais escura para o total de mortes e uma mais clara para o total de acidentes. Apesar do Centro-Oeste figurar na segunda posição do ranking de regiões com menos acidentes neste período, o estado do Goiás ocupa a 5ª posição no ranking geral de acidentes e a 6ª posição em número de vítimas fatais, sendo que os homens são mais atingidos

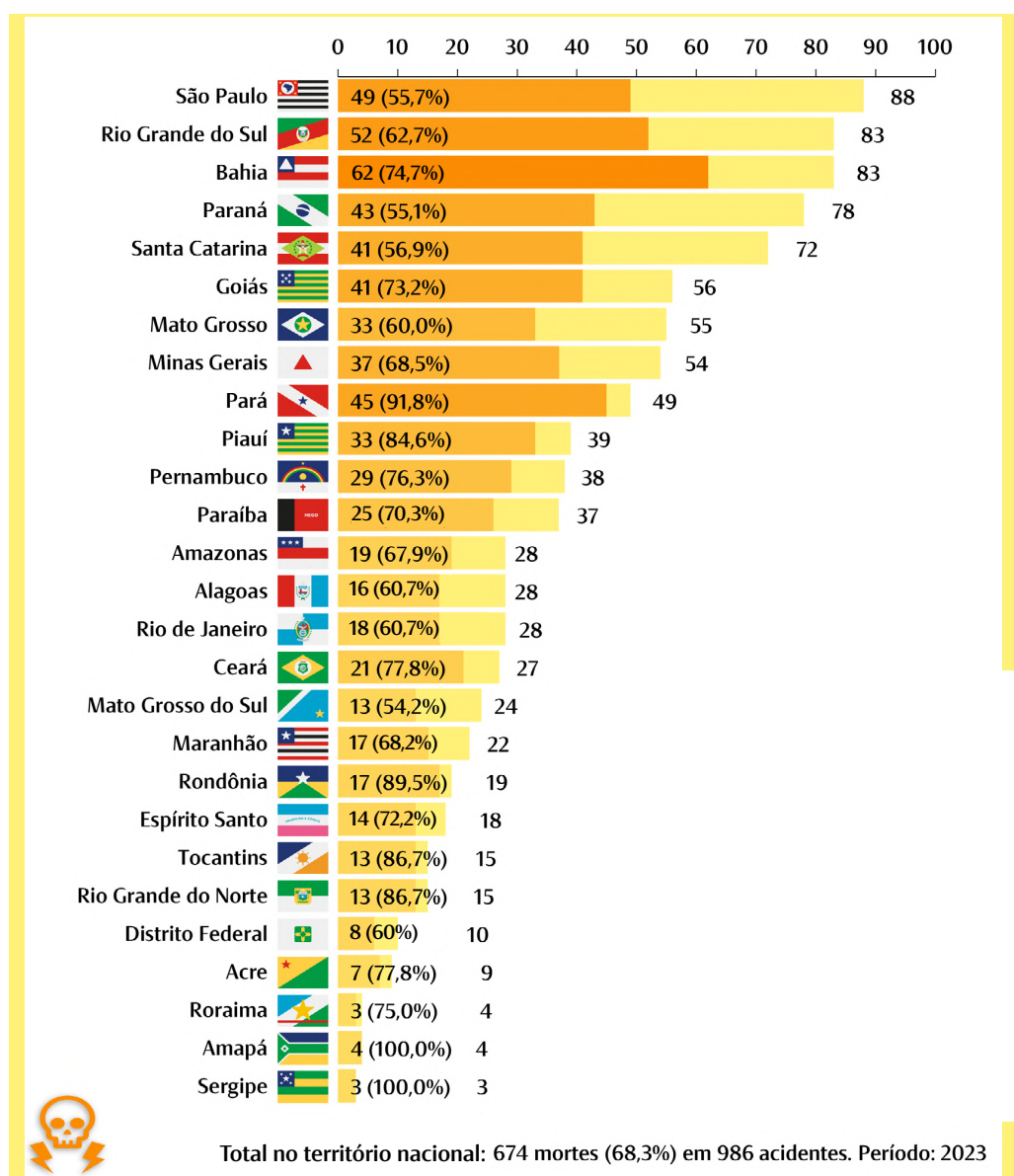
que as mulheres e pessoas entre 21 e 50 anos são as mais atingidas de maneira geral, de acordo com a Abracopel [9]. Esses acidentes podem ser facilmente evitados por meio da elaboração de projetos elétricos adequados, instalação de dispositivos de proteção, correto dimensionamento de sistemas e condutores, além da realização de manutenções periódicas para identificar e corrigir possíveis falhas [10].

Para os acidentes causados por incêndios de origem elétrica, o número de ocorrências e de vítimas aumentou em 11,7% em comparação com o ano anterior, registrando 963 casos e, no período de 2019 a 2023, este aumento foi de 42,7%. No entanto, apesar desse aumento, houve uma redução de 8% no número de mortes [9]. No Ranking Nacional dos Incêndios de Origem Elétrica e Fatalidades por Estado em 2023, visto na Figura 2.2 e que apresenta a proporção entre mortes e acidentes por estado, a região Centro-Oeste está, também, na quinta posição, porém o estado do Goiás agora ocupa a 19ª posição no ranking de acidentes e a 10ª posição em número de mortes, onde o maior número de fatalidades se concentra nas pessoas acima de 60 anos e nas crianças de até 5 anos, fato que se deve a incapacidade de desocupar o local do incêndio e a falta de mobilidade [9].

Este tipo de acidente começa com o superaquecimento dos condutores [9], fazendo com que o revestimento isolante pegue fogo e, ao danificar essa proteção, os danos causam a combustão de materiais próximos. Muitas vezes, estes acidentes acontecem devido ao uso de condutores elétricos fora do estabelecido pela NBR-5410, principalmente por seu preço atrativo, e também quando há o subdimensionamento dos cabos devido ao valor de mercado [11]. Segundo o INMETRO [12], quatorze marcas de fios e cabos possuíam irregularidades em amostras coletadas no ano de 2024, onde os fios possuíam condutores de cobre misturados com alumínio, mesmo que a norma diga que o condutor deve ser 99% de cobre. Além dos condutores, a maioria dos incêndios ocorre em instalações elétricas internas devido à falha de dispositivos de proteção, que pode ocorrer quando há um subdimensionamento do sistema.

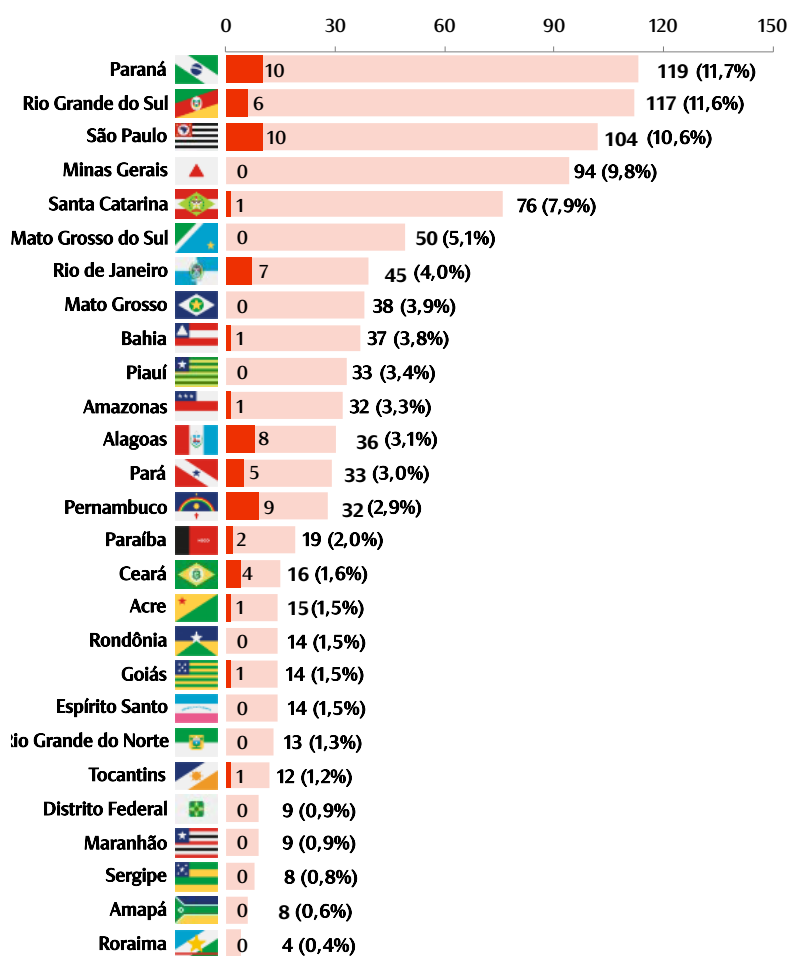
O gráfico de Número de Descargas Atmosféricas por Ano, visto na Figura 2.3 apresenta o número de raios registrados no período de 2019 a 2023. Cada ponto no gráfico representa o total de descargas atmosféricas ocorridas em um ano específico. A análise desse gráfico permite observar tendências, como a diminuição e aumento na

Figura 2.1: Ranking Nacional de Acidentes e Mortes por Choques Elétricos em 2023



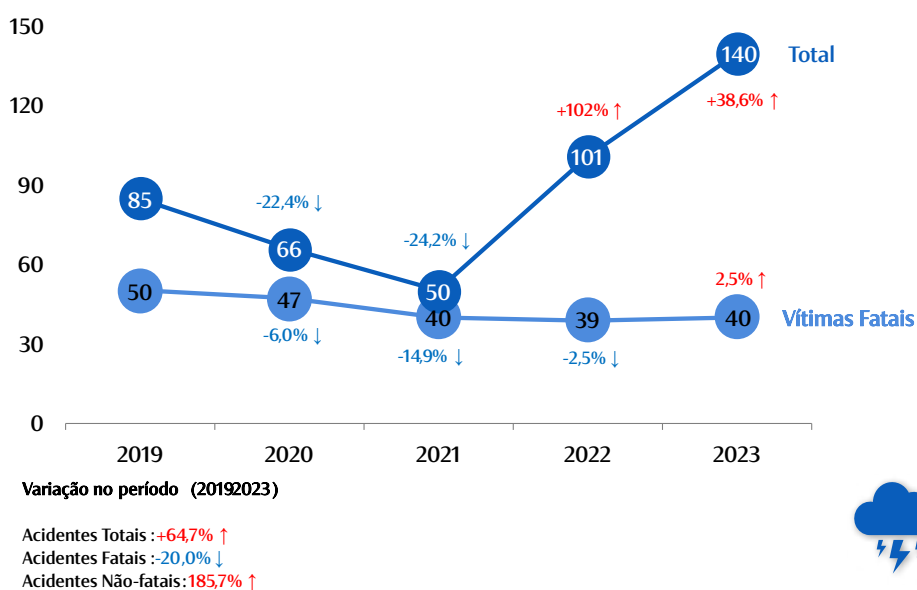
Fonte: Abracopel [9]

Figura 2.2: Ranking Nacional dos Incêndios de Origem Elétrica e Fatalidades por Estado em 2023



Fonte: Abracopel [9]

Figura 2.3: Número de Descargas Atmosféricas por Ano



Fonte: Abracopel [9]

quantidade de descargas atmosféricas ao longo do tempo. Em relação aos acidentes causados por descargas atmosféricas, o gráfico indica que houve um aumento de 180% nos registros entre os anos de 2019 a 2023 e, ainda, é possível que este número seja ainda maior, uma vez que acidentes do tipo podem ser confundidos com choques elétricos - o que também afetaria o ranking de choques no país [9]. Com 40 mortes e 142 acidentes com danos patrimoniais e sem vítimas, a região central continua na mesma posição da classificação de incidentes, porém o Goiás figura na quarta posição do ranking de fatalidades, onde os homens de 21 a 30 anos são o grupo etário mais atingido [9].

Enquanto o risco de choques elétricos e descargas aumenta durante períodos chuvosos, a ocorrência de incêndios é mais comum em períodos secos, devido ao uso intensificado de aparelhos de ar-condicionado, que frequentemente apresentam falhas internas [13]. Segundo a Abracopel, a maioria destes acidentes poderia ser evitada com sistemas de aterramento e o uso de dispositivos de segurança, realizando as instalações de maneira correta com profissionais capacitados e treinados para esta função. Condições climáticas diversas, como chuva intensa e tempestades que ocorrem não coincidentemente na mesma época em que o número de acidentes sobe, também são causadoras naturais da elevação desse número. Em ambientes residenciais, no

entanto, maior parte dos acidentes é causada por eletrodomésticos e eletroeletrônicos, como as máquinas de lavar e as geladeiras, seguida pela falha no isolamento de condutores elétricos, além do uso de extensões e dispositivos adaptadores (T's ou Benjamins) sem regulamentação [9]. A Tabela 2.1 traz o histórico de acidentes de forma resumida.

Tabela 2.1: Histórico de Acidentes

	Choques Elétricos	Incêndios	Descargas Atmosféricas
Tendência	Crescimento em 2023, após queda em 2022	Crescimento de 11,7% em 2023	de Aumento de 180% entre 2019 e 2023
Goiás	10 ^a posição no número de mortes	19 ^a posição no número de mortes	4 ^a posição no número de mortes
Causas	Falta de manutenção e inspeção	Condutores fora do padrão	Falta de aterramento e condições climáticas
Maiores atingidos	Homens entre 21 e 50 anos	Crianças e idosos	Homens entre 21 e 30 anos

Fonte: Abracopel [9]

2.3 Legislação Vigente

2.3.1 As Normas

Um projeto elétrico residencial é aquele que define a potência instalada, os tipos de equipamentos a serem utilizados e o dimensionamento dos disjuntores. É nele, também, que se estuda o dimensionamento dos dispositivos de proteção, obrigatórios pela NBR-5410 [5].

Quando este projeto não existe ou não é executado da maneira correta, pode acarretar em riscos à segurança de vida e patrimonial. O choque elétrico é o primeiro a se pensar, porém mesmo sendo um dos mais perigosos, não é o único. Os outros riscos

atrelados a falta do projeto elétrico são o de incêndio por sobrecarga, sobretensão por descarga atmosférica, que afetam a vida [4], e a baixa eficiência energética, qualidade de energia e danos a equipamentos, que levam a falhas frequentes na distribuição de energia. Além disso, sem um projeto elétrico é difícil saber se a construção está em acordo com a norma local da distribuidora de energia e seus regulamentos.

As principais normas que regem a concepção do projeto elétrico de baixa tensão e, por consequência, a segurança nas instalações residenciais, são a NBR-5410 e a NBR-5419, além das normas da concessionária de energia local, como é o caso da Norma Técnica 01, da Equatorial - GO.

2.3.1.1 NBR-5410

A NBR-5410 - Instalações elétricas de baixa tensão, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a norma que estabelece as condições mínimas a serem atendidas para o projeto elétrico, sua execução e a manutenção de instalações de baixa tensão, visando garantir a segurança das pessoas e dos bens materiais e o pleno funcionamento do sistema elétrico [5], sendo aplicada a instalações elétricas de edificações residenciais, comerciais, industriais e similares que operem em até 1000 V em corrente alternada e 1500 V em corrente contínua, com frequência nominal de 60 Hz, e abrange tanto áreas internas quanto externas, incluindo locais definidos como áreas molhadas (piscinas, banheiros, saunas) e ambientes com atmosferas explosivas. Também se aplica a toda fiação e linha que não sejam cobertas pelas normas dos equipamentos e às linhas elétricas fixas de sinal (exceto as dos circuitos internos dos equipamentos), em instalações novas e reformas em instalações existentes, onde estabelece que qualquer modificação no sistema elétrico deve atender aos seus critérios técnicos. Não se aplica em modificações destinadas a acomodar novos equipamentos ou substituição de equipamentos existentes, pois não caracterizam uma reforma geral da instalação [5].

Ela aborda a proteção contra choques elétricos, contra sobrecorrentes, define a seção mínima para condutores para o fator citado anteriormente, estabelece os requisitos para instalação de interruptores, tomadas e iluminação e para o aterramento do sistema, definindo critérios para o correto dimensionamento de circuitos e condutores

e regulando a instalação de dispositivos de proteção. Além disso, prioriza a segurança contra riscos térmicos, determinando medidas para minimizar riscos de incêndios causados por falhas elétricas, incluindo o uso de materiais adequados. Também atua para garantir a segurança contra descargas atmosféricas e falhas de isolamento, definindo padrões para essa proteção [5].

A norma também especifica os materiais a serem utilizados nas instalações, devendo estes possuírem a certificação para as condições específicas de cada ambiente, garantindo que cabos, quadros de distribuição, interruptores e tomadas atendam aos padrões de eficiência e segurança. Ela reforça a importância de realizar inspeções e manutenções regulares nos sistemas, como a verificação de conexões e a análise dos dispositivos de proteção instalados. Para garantir a segurança, ela destaca a importância que os profissionais envolvidos na execução do projeto e da instalação sejam devidamente qualificados, assim como estabelecido na Norma Regulamentadora NR-10, onde os profissionais qualificados são os que possuem conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido. Além disso, para os trabalhadores, estabelece que:

- a) Profissionais capacitados devem receber capacitação e devem trabalhar apenas sob orientação e responsabilidade de profissional autorizado e habilitado;
- b) Profissionais autorizados são os profissionais qualificados, capacitados ou habilitados com permissão da empresa [14].

Em resumo, a NBR-5410 é essencial para a proteção dos sistemas, sendo prática indispensável para assegurar a confiabilidade, a longevidade e a segurança dos sistemas elétricos, permitindo que sistemas elétricos operem dentro de condições seguras, minimizando riscos e promovendo a sustentabilidade das instalações.

2.3.1.2 NBR-5419

A NBR-5419, publicada pela ABNT, lida com os requisitos para projeto, implementação e inspeção do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), sendo essencial para garantir a segurança contra esse tipo de sobrecarga para pessoas e equipamentos, e define as zonas de proteção em uma edificação, os sistemas de

aterramento e a proteção de equipamentos elétricos, sendo essencial para minimizar os riscos de danos, interrupções operacionais e impactos à vida [15].

A norma também fornece orientações para a proteção contra sobretensões transitórias em instalações elétricas. É dividida em quatro partes, sendo elas:

- a) Princípios Gerais: fornece os conceitos básicos e estabelece os requisitos para um sistema de proteção adequado;
- b) Gerenciamento de Risco: detalha o processo de avaliação de riscos, permitindo implementar medidas de mitigação baseadas nas características estruturais e ambientais;
- c) Requisitos para o Sistema de Proteção: define os métodos de projeto, a escolha de materiais e a instalação de sistemas de proteção externos (captadores) e internos (dispositivos de proteção contra surtos);
- d) Ensaio de Componentes: estabelece o procedimento para os testes de desempenho dos componentes do sistema [15].

A aplicação desta norma é essencial para a conformidade com as normas de segurança e para prevenir os danos tais quais a NBR-5410.

2.3.1.3 Norma Técnica 01 - Concessionária Equatorial GO

A Norma Técnica 01 - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (NT-01) estabelece diretrizes para o fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, sendo essencial para garantir que novos projetos, reformas e ampliações de instalações sejam realizados de acordo com as legislações locais e normas vigentes, assegurando a qualidade e segurança no fornecimento de energia.

A norma estabelece que, para a execução de uma instalação residencial, é necessário seguir as diretrizes e padrões técnicos definidos, que incluem:

- a) Padrão de Entrada: O cliente deve utilizar um dos padrões presentes na norma, conforme as especificações para a instalação de medidores e padrões de entrada de energia;

- b) Condições de Instalação: a instalação deve conter materiais em conformidade com as normas e deve ser realizada de acordo com a NBR-5410, para que atinja o requisito para a segurança;
- c) Definição do tipo de instalação: a unidade consumidora deve possuir carga instalada igual ou inferior a 75 KW;
- d) Instalação de Medição: a medição deve ser instalada em locais apropriados, como muros ou postes auxiliares.

A norma da concessionária é essencial para garantir um sistema elétrico seguro, eficiente e sustentável que, ao atender aos requisitos, esteja em conformidade com a lei e não gere problemas posteriores. Para engenheiros e técnicos, funciona como um guia essencial para a execução de instalações de qualidade dentro dos padrões regulamentares [16].

2.3.1.4 Norma Regulamentadora NR-10

A NR-10 estabelece os requisitos e condições mínimas para garantir a segurança em instalações elétricas e em serviços com eletricidade. Seu objetivo principal é proteger os trabalhadores que interagem com sistemas elétricos, prevenindo acidentes por meio da adoção de medidas técnicas e administrativas. Ela abrange tópicos como a desenergização segura de circuitos, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's), a obrigatoriedade de treinamentos periódicos e a documentação detalhada das instalações elétricas. Além disso, a norma enfatiza a necessidade de análise de riscos antes de qualquer intervenção e a implementação de procedimentos de segurança que assegurem a integridade física dos trabalhadores em todas as etapas do trabalho elétrico.

Os principais requisitos mínimos estabelecidos pela NR-10 incluem:

- a) Medidas de Controle: Implementação de medidas preventivas para controlar riscos elétricos, incluindo a realização de análises de risco antes das atividades;
- b) Documentação: Manter esquemas elétricos atualizados, documentação de inspeções, medições e registros dos treinamentos realizados;

- c) Prontuário de Instalações Elétricas: Obrigatório para estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW, contendo procedimentos técnicos, documentação de aterramento e registros de qualificação dos trabalhadores;
- d) Proteção Coletiva e Individual: Priorizar medidas de proteção coletiva como desenergização, e quando não for possível, utilizar EPIs adequados ao risco elétrico;
- e) Segurança em Projetos: Projetar instalações elétricas considerando dispositivos de desligamento, impedimento de reenergização e identificação de circuitos;
- f) Qualificação e Treinamento: Garantir que os trabalhadores sejam qualificados, capacitados e autorizados para atividades em instalações elétricas, com treinamentos periódicos e reciclagem a cada dois anos;
- g) Sinalização de Segurança: Implementar sinalização adequada para identificar áreas de risco, delimitações e bloqueios em dispositivos de manobra;
- h) Emergências: Estabelecer procedimentos para situações de emergência, garantindo que os trabalhadores estejam aptos a realizar resgates e primeiros socorros.

2.4 Aterramento

2.4.1 Introdução

O aterramento elétrico é o elemento que vai garantir a segurança das pessoas e o bom funcionamento do sistema elétrico como um todo, uma vez que as tensões são medidas com relação a terra [6]. Segundo a NBR-5410 [5], toda instalação precisa de uma infraestrutura de aterramento denominada eletrodo de aterramento, constituído de condutores que estejam em contato direto com a terra para formar uma malha de aterramento. Existem vários meios para realizar o aterramento de um sistema elétrico, e a escolha destes depende do motivo de sua aplicação.

2.4.2 Tipos de Aterramento

A Parte 3 da NBR-5419 [15] menciona diferentes categorias de aterramento para a proteção de instalações elétricas e segurança de equipamentos. Os principais tipos são o aterramento de proteção, o aterramento de equipotencialização, de descarga atmosférica, de sistemas elétricos e o de linhas de comunicação. As categorias de aterramento, de acordo com a norma, são divididas em:

- a) Aterramento de proteção, que garante a segurança de pessoas e equipamentos ao desviar as correntes de falha para a terra, prevenindo choques elétricos e protegendo contra sobretensões, devendo interligar todas as partes metálicas expostas de uma instalação elétrica a um sistema de aterramento comum, para que em caso de falha no sistema a corrente seja desviada para a terra de forma segura, minimizando os riscos de choque e, além de buscar proteger o usuário de possíveis descargas atmosféricas, também facilita o funcionamento dos dispositivos de proteção ao realizar este desvio;
- b) Aterramento de Equipotencialização, que mantém todos os elementos metálicos de uma instalação no mesmo potencial elétrico, conectando diferentes partes e sistemas elétricos a um ponto comum de aterramento, reduzindo a diferença de potencial (DDP) entre eles e minimizando o risco de choques e danos a equipamentos;
- c) Aterramento de Descarga Atmosférica, específico para sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e projetado para conduzir a corrente de uma descarga atmosférica (raio) para a terra de forma segura, protegendo a estrutura e os equipamentos. Deve ser dimensionado para suportar as correntes de surto geradas;
- d) Aterramento de Sistemas Elétricos, que estabiliza a tensão de operação e garante a segurança do sistema, incluindo o aterramento de neutros nos sistemas de distribuição elétrica, visando proteger contra sobretensões e falhas de isolamento;
e
- e) Aterramento de Linhas de Comunicação, que protege os equipamentos contra

interferências eletromagnéticas, sendo importante em instalações que utilizam cabos de comunicação [15].

Já a norma NBR-5410 [5] traz três esquemas de aterramentos diferentes no que diz respeito ao tipo de ligação: o TN, dividido em TN-S, TN-C-S e TN-C, o TT e o IT. A definição do tipo adequado para a instalação depende das características dela e das especificações das normas locais, e são designados pela seguinte simbologia:

a) 1ª Letra - Indicar a alimentação em relação à terra:

T - ponto diretamente aterrado;

I - nenhum ponto aterrado.

b) 2ª Letra - Situação das massas em relação à terra:

T - diretamente aterradas;

N - ligadas ao ponto de alimentação aterrada;

I - massas isoladas, não aterradas.

c) Outras letras - Especificam o aterramento da massa:

S - neutro e proteção por condutores distintos;

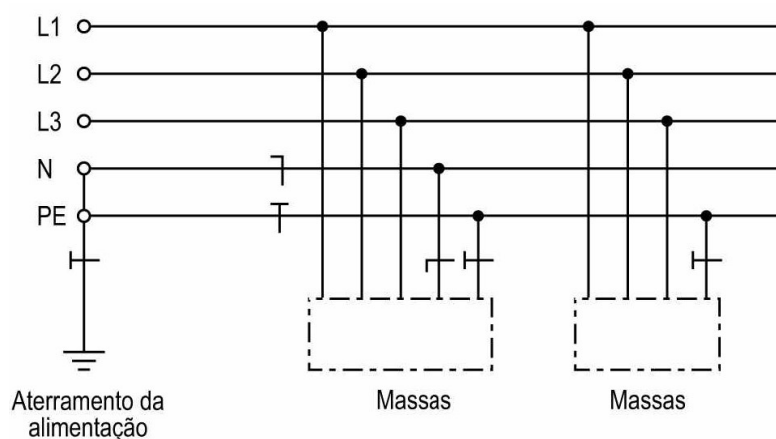
C - neutro e proteção em um único condutor.

2.4.2.1 Aterramento TN

O aterramento TN é o mais comum e consiste na ligação do neutro com o solo (Terra-Neutro) para garantir que o potencial do solo seja próximo ao do neutro possuindo um ponto de alimentação diretamente aterrado, e costuma ser mais utilizado em redes de baixa tensão com boa proteção contra choques [15].

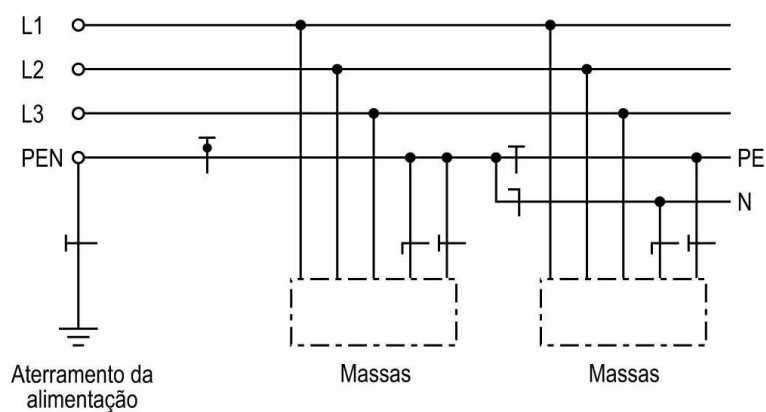
Pode ser dividido entre TN-S, onde o condutor neutro e o de proteção são distintos, como pode ser observado na Figura 2.4, TN-C-S, no qual o neutro e o condutor são combinados em um único condutor em uma parte da instalação, conforme visto na Figura 2.5, e TN-C, visto na Figura 2.6, onde o neutro e o condutor são combinados em um único condutor em toda a instalação, e seu uso é desaconselhado por possuir o fio terra e o neutro constituídos pelo mesmo condutor [5].

Figura 2.4: Esquema TN-S



Fonte: NBR-5410 [5]

Figura 2.5: Esquema TN-C-S

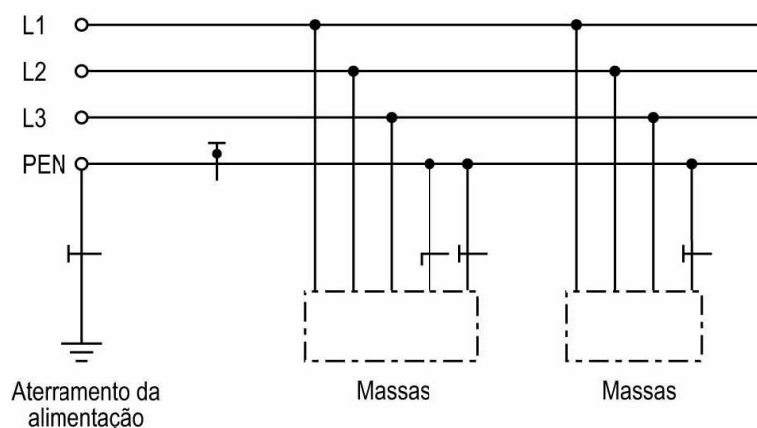


Fonte: NBR-5410 [5]

2.4.2.2 Aterramento TT

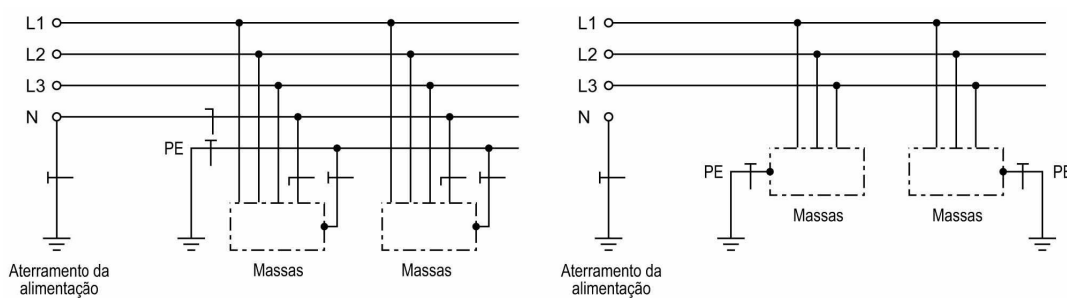
O aterramento TT, visto na Figura 2.7, é caracterizado pela ligação independente do neutro e dos equipamentos com o solo por meio dos eletrodos de aterramento, sendo mais utilizado em redes de média tensão e oferece a proteção contra descargas atmosféricas [15].

Figura 2.6: Esquema TN-C



Fonte: NBR-5410 [5]

Figura 2.7: Esquema TT

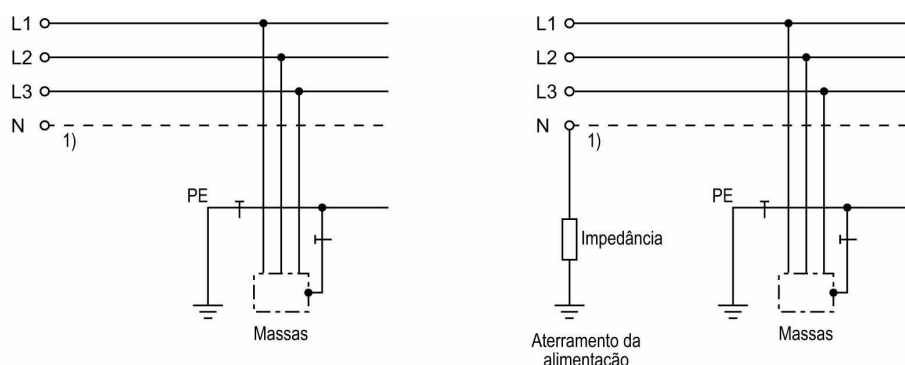


Fonte: NBR-5410 [5]

2.4.2.3 Aterramento IT

O aterramento IT, por fim, é utilizado em locais onde se faz necessário garantir a continuidade do serviço, como hospitais. O neutro dele não é ligado ao solo, e sim a um transformador isolador para garantir a continuidade de alimentação caso haja falha no aterramento. Este é o aterramento mais indicado, porém não é realizado com frequência devido ao seu alto custo e complicada estrutura [15].

Figura 2.8: Esquema IT



Fonte: NBR-5410 [5]

2.5 Conclusão

As normas técnicas são essenciais para garantir a segurança, a qualidade e a eficiência das instalações elétricas, orientando engenheiros e técnicos na elaboração de projetos e na execução de obras de acordo com critérios rigorosos que minimizam riscos e asseguram a confiabilidade do sistema. Além disso, promovem a padronização, assegurando que os projetos sigam procedimentos consistentes que facilitam a fiscalização e a manutenção. A Tabela 2.2 apresenta um resumo sobre o papel de cada uma das normas citadas.

Tabela 2.2: Normas Técnicas

Norma	Descrição
NBR-5410	Define os requisitos para instalações elétricas de baixa tensão, garantindo a execução e a manutenção seguras
NBR-5419	Estabelece diretrizes para a proteção contra descargas atmosféricas
NT-01	Detalha aspectos do fornecimento de energia, incluindo padrão de entrada, condições de instalação e critérios para medição
NR-10	Define medidas para garantir a segurança em instalações e serviços elétricos, incluindo controle de riscos, proteção dos trabalhadores e procedimentos de segurança

Fonte: NBR-5410 [5], NBR-5419 [15] e Norma Técnica 01 [16]

O aterramento é um dos pilares fundamentais da segurança e eficiência das instalações elétricas, sendo indispensável para a dissipação segura das correntes de falha e para a proteção tanto dos equipamentos quanto das pessoas. Ao longo deste capítulo, foram discutidos os princípios essenciais que asseguram a estabilidade da rede elétrica, a redução de interferências e a mitigação dos riscos de choques elétricos e incêndios, conforme estabelecido pelas normas técnicas como a NBR-5410 e a NBR-5419. É importante salientar que a implementação de um sistema de aterramento deve ser feita por profissionais que possuam conhecimento técnico suficiente para executá-lo em conformidade com as normas, para que assim seja eficiente a proteção das pessoas contra riscos elétricos e a integridade dos equipamentos. Dessa forma, um sistema de aterramento bem planejado e executado não só previne acidentes e falhas, mas também garante que as instalações operem com a máxima segurança e durabilidade, refletindo o compromisso com a qualidade, a sustentabilidade e o rigor normativo [17].

Capítulo 3

Dispositivos e Técnicas de Proteção

3.1 Dispositivos de Proteção

3.1.1 Disjuntor Termomagnético

Um disjuntor é um dispositivo de manobra e proteção que funciona estabelecendo, conduzindo e interrompendo a corrente elétrica em um circuito que esteja funcionando em condições normais ou anormais, como durante curto-circuitos [18].

O disjuntor termomagnético é capaz de desarmar-se automaticamente ao detectar calor atípico no circuito, o que pode indicar fuga de corrente, sendo um equipamento de proteção essencial para circuitos elétricos, prevenindo danos em situações de sobrecarga ou curto-circuito. Ele tem duas funções principais: a proteção térmica e a proteção magnética. A proteção térmica desliga o circuito quando a corrente elétrica ultrapassa o limite seguro por um tempo prolongado, gerando calor excessivo que pode danificar os fios ou equipamentos. Já a proteção magnética atua de forma instantânea em casos de curto-circuito, desligando o circuito rapidamente ao detectar a corrente elevada, que ocorre em situações de curto [19]. Pode ser classificado pelo número de polos: monopolar, bifásico ou trifásico, e ainda pela corrente de curto circuito, sendo de curva B, C ou D. O dimensionamento correto é essencial para que cumpra sua função de trazer mais segurança [20]. A Figura 3.1 traz o exemplo de um disjuntor monopolar comumente utilizado em instalações residenciais.

Figura 3.1: Disjuntor Termomagnético



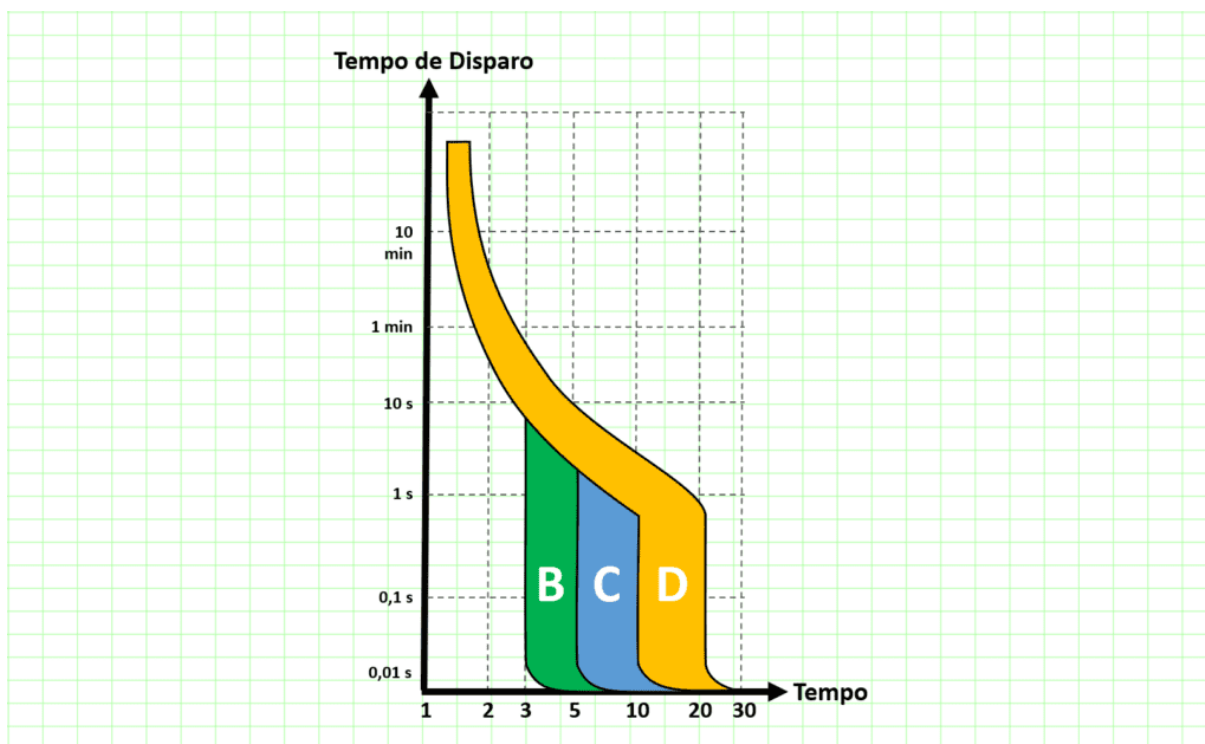
Fonte: Catálogo de Produtos Steck (2024) [22]

A curva do disjuntor representa o tempo que ele suporta com a corrente acima de sua capacidade nominal, pois em equipamentos sensíveis, é imprescindível que a resposta seja rápida para evitar danos. A curva do tipo B é direcionada para cargas resistivas, que não possuem alta corrente de partida, como é o caso de tomadas residenciais. A curva do tipo C, por outro lado, é adequada em casos onde a corrente de partida seja um pouco mais elevada, como durante o uso de motores elétricos e são amplamente utilizados em sistemas de cargas indutivas. Por fim, a curva de tipo D é necessária quando há cargas de grande intensidade, como em transformadores, e os disjuntores com esta curva são projetados para lidar com correntes de partida muito altas [21], e o gráfico com as curvas pode ser visto na Figura 3.2.

3.1.2 Interruptor e Disjuntor Diferencial Residual

O Interruptor Diferencial Residual (IDR) protege contra choques elétricos para garantir a segurança de pessoas e animais. Seu funcionamento é baseado em detecção de uma possível fuga de corrente. Se for maior que determinado valor, o IDR desliga a energia ao interromper o circuito. Em uma instalação sem o dispositivo, uma falha do tipo poderia causar choques e levar à morte [23].

Figura 3.2: Curvas B, C e D de um Disjuntor



Fonte: Schneider [21]

Existem os IDRs de uso geral, que são instalados nos quadros para proteger todos os circuitos, e os de uso específico, que são utilizados em determinados circuitos, como os de tomada para chuveiros, ar-condicionados e outros tipos de circuitos específicos. O tipo especificado pela norma a ser instalado em residências é o IDR de 30 mA, porém existem os de 100 mA, utilizados em indústrias, e os de alta sensibilidade, com 10 mA, utilizados em hospitais e laboratórios [5].

O IDR é amplamente utilizado em instalações residenciais, sendo sua principal função a proteção das pessoas contra choques elétricos. Por sua natureza mais simples, o IDR apresenta um custo mais baixo e é adequado para circuitos de baixa potência, típicos em ambientes residenciais. Em contrapartida, o DDR combina as funções de proteção contra choques elétricos e correntes de fuga com a proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos. Este dispositivo se destaca por sua maior abrangência, pois além de garantir a proteção contra falhas de isolamento, também desempenha a função tradicional de disjuntores, desligando o circuito em situações de sobrecarga ou curto-circuito. Devido a essa funcionalidade adicional, o DDR é mais utilizado em ambientes industriais ou comerciais, onde a proteção contra diferentes tipos de falhas

Figura 3.3: Interruptor Diferencial Residual



Fonte: Catálogo de Produtos Steck (2024) [22]

elétricas é essencial. A prevalência do uso dos IDR's em residências se justifica por sua proteção mais específica e adequada para esse tipo de instalação, sendo ao mesmo tempo mais simples e econômico. Por outro lado, os DDR's são recomendados em contextos nos quais a proteção contra sobrecarga e curto-circuito, além das falhas de isolamento, seja igualmente necessária [24]. A Figura 3.3 mostra o dispositivo mais utilizado em sistemas residenciais, o IDR.

Para a correta instalação de um dispositivo diferencial, é necessário que seja escolhido o disjuntor ou interruptor que possua igual ou maior valor que a capacidade de corrente do disjuntor do circuito ao qual ele será integrado [25].

3.1.3 Dispositivo de Proteção Contra Surtos

O Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS), visto na Figura 3.4 é um dispositivo projetado para proteger equipamentos elétricos e eletrônicos contra danos causados por picos de tensão, mais comumente causados por descargas atmosféricas. Ele atua detectando a presença dos surtos e desviando-os para o sistema de aterramento, agindo como uma espécie de válvula de segurança. Quando o objetivo for proteger contra sobretensões de origem atmosférica, como a queda de raios, os DPS devem ser instalados próximo ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal e, caso seja para proteger contra sobretensões provocadas por

descargas diretas sobre a edificação, devem ser instalados no ponto de entrada da linha [5]. Existem diferentes tipos de DPS, divididos entre três classes:

- Classe I: dispositivos capazes de drenar correntes parciais geradas por raios. Recomendado para áreas urbanas periféricas e rurais, expostas a descargas atmosféricas diretas;
- Classe II: dispositivos que protegem contra correntes induzidas por descargas atmosféricas indiretas em edifícios;
- Classe III: dispositivos instalados próximo a equipamentos conectados à rede elétrica, de dados ou telefônica, fornecendo proteção adicional [5].

Eles devem ser selecionados com base em algumas características, como o nível de proteção, máxima tensão de operação, suporte a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga/impulso e suporte à corrente de curto circuito [5].

O DPS é acionado quando há uma sobretensão para limitá-la, descarregando os surtos para a terra e permitindo a passagem de corrente que a instalação suporta. No entanto, para explicar a finalidade do equipamento, é preciso compreender os tipos de surto na instalação.

3.1.3.1 Tipos de Surto

Os surtos em um sistema elétrico podem ser endógenos ou exógenos. Os endógenos são os surtos que existem normalmente na rede elétrica, e os exógenos são os de origem atmosférica. Alguns exemplos de surtos endógenos são os de manobra, que são causados por variações abruptas de carga, como acionamento de motores ou curto-circuitos. Os exógenos, por outro lado, surgem quando um raio atinge um ponto durante uma tempestade, podendo ser considerados induzidos, quando os raios caem próximos a uma linha ou uma edificação, ou conduzidos, quando atingem diretamente uma linha de energia [26].

Figura 3.4: Dispositivo de Proteção Contra Surtos



Fonte: Catálogo de Produtos Steck (2024) [22]

3.2 Técnicas de Proteção

3.2.1 Equipotencialização

A equipotencialização é a técnica que tem por objetivo garantir que todas as partes metálicas de uma instalação elétrica que não são condutoras em condições normais e que podem se tornar condutoras devido a falhas sejam mantidas no mesmo potencial elétrico, impedindo-as de apresentarem diferença de potencial entre si para que não haja a circulação de corrente, causando choques elétricos. Além de prevenir os choques, também melhora a eficácia do aterramento e reduz os riscos de incêndio [5].

Seu funcionamento consiste na interligação de todos os componentes metálicos, como tubos, esquadrias e carcaças, a um sistema de aterramento ou a uma barra de equipotencialização, normalmente feita de cobre ou outro material que possua alta condutividade e assegura que qualquer potencial elétrico gerado por falhas ou correntes de fuga seja distribuído entre todas as partes metálicas do sistema [27].

3.2.1.1 Barramento de Equipotencialização Principal (BEP)

O Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) é um componente crucial em sistemas de equipotencialização, servindo como a via de interligação para todos os elementos que devem ser integrados à equipotencialização principal. Ele assegura que todos os sistemas da instalação elétrica compartilhem o mesmo potencial, evitando que ocorram diferenças perigosas que possam causar acidentes. O termo "barramento" refere-se à função de interligação, e não a uma forma ou estrutura específica, o que significa que o BEP pode ser uma barra, uma chapa, um cabo ou outro tipo de condutor, desde que desempenhe sua função de forma adequada [5].

3.2.1.2 Barramento de Equipotencialização Suplementar ou Local (BEL)

O Barramento de Equipotencialização Suplementar ou Local (BEL) tem a função de interligar os elementos de uma equipotencialização suplementar ou localizada, que são necessários em áreas específicas onde um controle adicional de equipotencialidade é exigido. Esse tipo de barramento é usado em locais onde há maior risco de choques elétricos ou onde é necessário um controle mais rigoroso das condições elétricas, como em áreas sensíveis a distúrbios eletromagnéticos. O BEL complementa a equipotencialização principal, oferecendo proteção adicional em pontos críticos da instalação [5].

3.2.2 Seccionamento Automático da Alimentação

É uma técnica de proteção, exigida pela norma de instalações elétricas de baixa tensão, que desenergiza automaticamente partes de uma instalação em caso de falhas como curto-circuitos e sobrecargas, interrompendo a alimentação. Ela ocorre quando um dispositivo de proteção detecta uma falha no sistema elétrico e interrompe o fornecimento de energia para a área afetada, sendo essencial para evitar acidentes de origem elétrica [5].

3.2.3 Isolação Dupla ou Reforçada

A isolação dupla é caracterizada pelo uso de duas camadas de material isolante em torno de um condutor ou dispositivo elétrico. Essa proteção adicional garante que, caso uma camada de isolamento falhe, a segunda camada ainda forneça segurança ao usuário. Um dos principais benefícios da isolação dupla é que ela elimina a necessidade de aterramento, já que as duas camadas de material isolante são suficientes para garantir a segurança. Por outro lado, a isolação reforçada utiliza uma única camada de material isolante, mas com maior espessura e resistência. A isolação reforçada oferece um nível de segurança equivalente ao da isolação dupla, mas com uma camada única de material de alta qualidade e resistência [5].

Em termos de comparação, a isolação dupla é mais adequada para equipamentos de baixo risco e uso mais portátil, enquanto a isolação reforçada é mais resistente e pode ser utilizada em instalações mais robustas e exigentes, frequentemente associada a ambientes industriais. Ambas as técnicas são fundamentais para garantir a segurança elétrica, e a escolha entre uma ou outra depende do tipo de equipamento, do ambiente em que será utilizado e das exigências de proteção específicas [5].

3.3 Conclusão

A proteção elétrica em sistemas residenciais envolve a utilização de dispositivos como disjuntores termomagnéticos, interruptores diferenciais residuais (IDR), disjuntores diferenciais residuais (DDR) e dispositivos de proteção contra surtos (DPS), cada um com funções específicas para garantir a segurança e a eficiência das instalações elétricas. O dimensionamento correto desses dispositivos e a escolha adequada das curvas de atuação dos disjuntores são essenciais para a proteção contra curto-circuitos, sobrecargas e choques elétricos. Além disso, a aplicação de técnicas como equipotencialização, seccionamento automático da alimentação e isolação dupla ou reforçada contribui significativamente para a prevenção de acidentes elétricos e para a preservação dos equipamentos. A conformidade com as normas técnicas vigentes e a adoção de práticas adequadas reforçam a importância de manter as instalações elétricas seguras e eficientes a longo prazo.

Tabela 3.1: Dispositivos e Técnicas de Proteção

Dispositivo/Técnica		Função
Disjuntor magnético	Termo-	Protege contra curtos-circuitos e sobrecargas, desarmando automaticamente ao detectar calor atípico no circuito.
Interruptor diferencial Residual (IDR)	Diferen-	Garante a segurança de pessoas e animais, desligando a energia ao detectar fuga de corrente.
Disjuntor Diferencial Residual (DDR)	Diferencial	Combina a função do IDR com proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos.
Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS)	Pro-	Protege equipamentos elétricos e eletrônicos contra picos de tensão, desviando surtos para o aterramento.
Equipotencialização		Mantém componentes metálicos no mesmo potencial elétrico, prevenindo choques e melhorando a eficácia do aterramento.
Seccionamento Automático da Alimentação	Au-	Desenergiza automaticamente partes da instalação em caso de falhas, prevenindo acidentes elétricos.
Isolação Reforçada	Dupla ou	Proporciona segurança adicional, dispensando aterramento em alguns casos e garantindo a segurança mesmo em falhas do isolamento.

Fonte: NBR-5410 [5] e Schneider [21]

Capítulo 4

Estudo de Caso

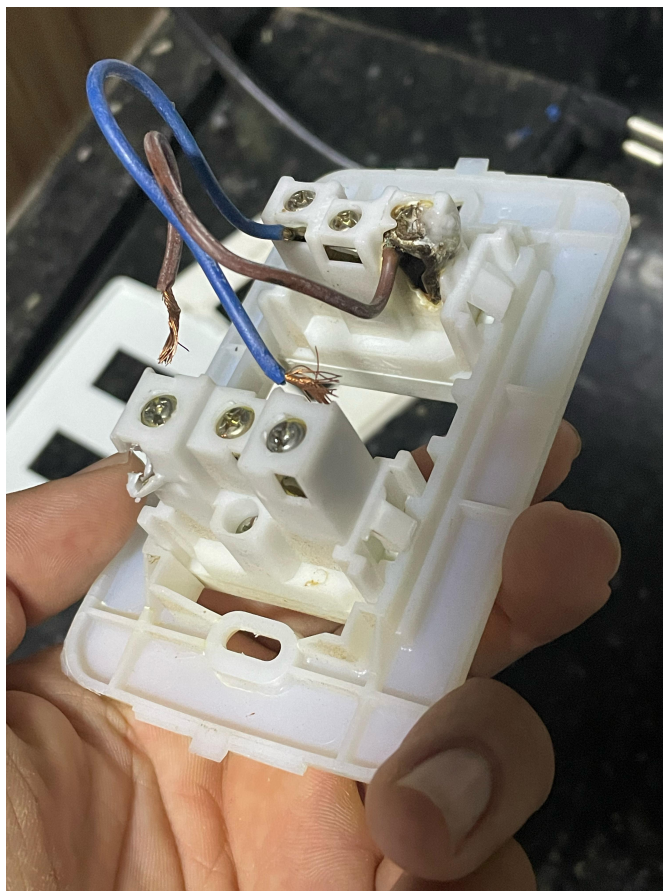
4.1 Introdução

Este trabalho apresenta a análise de um projeto de reforma residencial realizado pelo Grupo Ancore [8]. Fundado em 2023, o Grupo Ancore - Arquitetura e Engenharia tem como objetivo transformar a experiência de obra de seus clientes, integrando de forma inovadora, tecnológica e eficiente as etapas de projeto e execução. A missão da empresa é proporcionar tranquilidade, qualidade e segurança em construções e reformas, reduzindo o estresse e as dificuldades comuns ao processo construtivo.

O Grupo Ancore se destaca pela utilização de tecnologia de ponta e softwares avançados. A empresa oferece soluções completas, abrangendo desde o planejamento até a entrega final, e prioriza a qualidade e a inovação em seus projetos. Com sede em Valparaíso de Goiás, atende clientes em todo o Brasil em diversas áreas, incluindo projetos arquitetônicos, elétricos, estruturais e hidrossanitários. No que se refere à execução de obras, sua atuação abrange principalmente a região Centro-Oeste.

A residência analisada, por se tratar de uma construção antiga, apresentava várias deficiências em sua infraestrutura elétrica, que não atendia aos padrões normativos vigentes. Os novos proprietários identificaram a necessidade de modernização devido às limitações da instalação existente, como a fiação inadequada para a demanda atual. Entre as irregularidades detectadas estavam tomadas inoperantes por causa de curtos-circuitos, conforme visto na Figura 4.1, condutores subdimensionados, de

Figura 4.1: Tomada Defeituosa Após Curto-Circuito



Fonte: Grupo Ancore [8]

0,75 mm² com *jumps*, onde a norma pede um diâmetro de 2,5 mm², quadro elétrico não condizente com a demanda, visto na Figura 4.2 chuveiros com cabos de 2,5 mm², que não foram atualizados mesmo após a troca dos disjuntores. Devido a potência do chuveiro escolhido, de 7500 W [8], os cabos de alimentação dele deveriam ser de 6 mm², ou seja: a fiação poderia pegar fogo a qualquer momento. O condutor de entrada da casa também não suportava a nova demanda elétrica, e a instalação carecia de um projeto de aterramento adequado.

Diante dessas condições, a residência necessitava de ampliações, como a instalação de ar-condicionados, a reconfiguração de pontos de tomada e a modernização do sistema elétrico. Durante a visita *in loco*, a equipe do Grupo Ancore constatou que a instalação não comportaria as novas demandas, tornando indispensável a elaboração de um novo projeto elétrico adequado às normas vigentes.

Figura 4.2: Quadro Elétrico Original



Fonte: Grupo Ancore [8]

4.2 Localização e Características

O empreendimento, localizado no bairro Morada Nobre da cidade de Valparaíso de Goiás - GO, trata-se de uma residência térrea com uma área total construída de 263,23 m².

O imóvel, considerado uma residência de médio porte, é composto por três quartos, três banheiros (sendo um externo), uma cozinha, um escritório, uma sala de jantar, uma sala de estar e uma garagem, sendo um dos quartos uma suíte.

A localização do empreendimento em uma região de clima tropical, influencia na escolha dos materiais elétricos. Por exemplo, neste caso foram utilizados condutores com isolamento PVC com classe D, encordoamento 5 ou 6 (450/750 V) e um cabo unipolar para o circuito de alimentação do quadro, o que garante a durabilidade da instalação.

Este capítulo aborda a análise do projeto de acordo com os requisitos essenciais da NBR-5410 e a NBR-5419, visando garantir aos padrões de segurança, funcionalidade e eficiência estabelecidos pelas normas, assegurando um ambiente seguro para os usuários finais.

4.3 Análise do Projeto Elétrico

Conforme visto na Tabela 4.1 e na Figura 4.3, o sistema foi dividido em 14 circuitos cabeados e quatro reservas, que visam atender futuras demandas dos proprietários, sendo os circuitos divididos com disjuntores de 10 A para iluminação, 20 A para os banheiros internos e cozinha e 16 A para as demais dependências e disjuntores de 40 A, 16 A e 10 A para as TUE's dos chuveiros, ar-condicionados e motores respectivamente, utilizando cabos de 1,5 mm² a 6 mm² conforme recomendado pela norma NBR-5410 [5], sendo que a escolha dessa divisão considera as possíveis ampliações e manutenções.

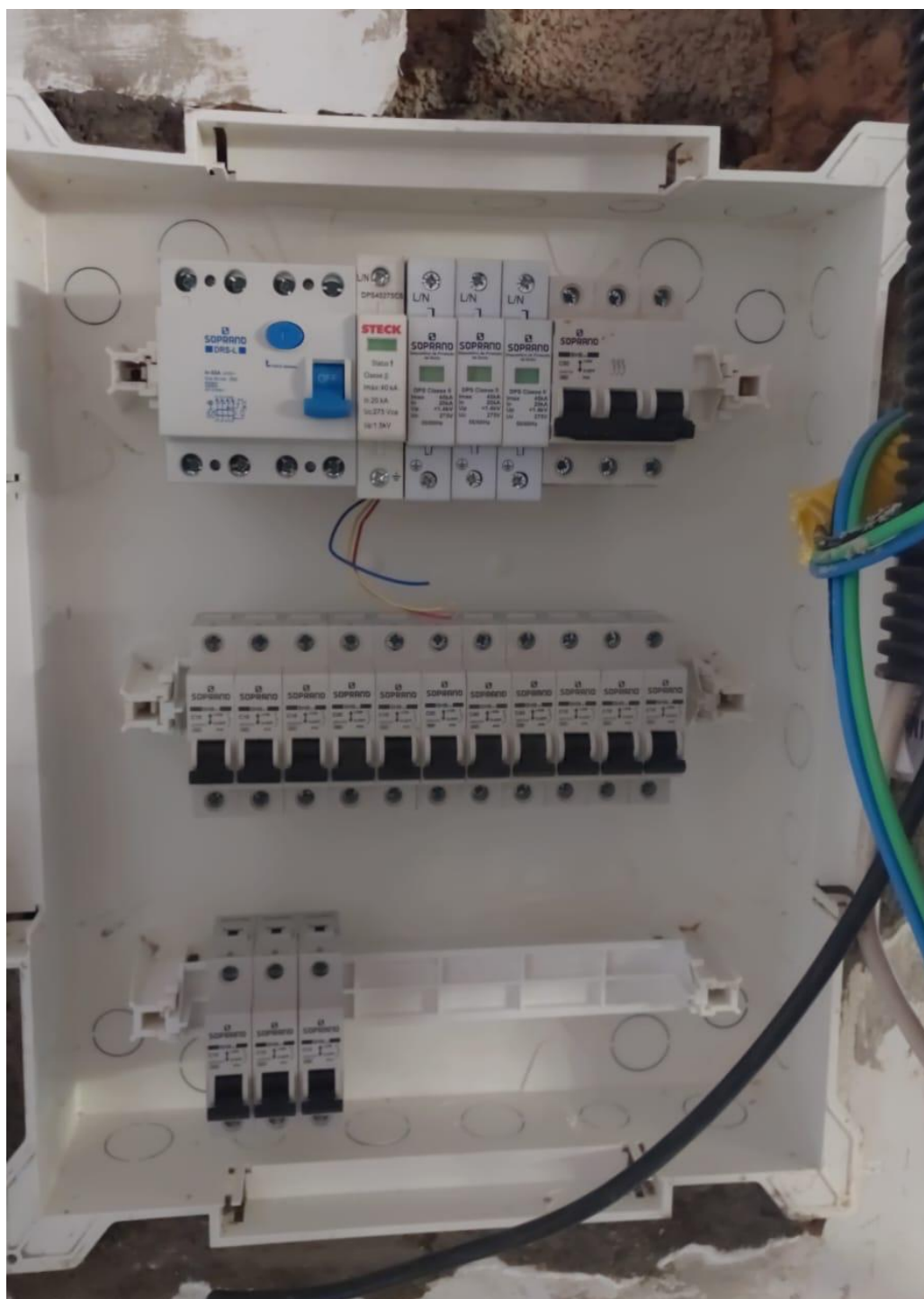
O diagrama visto na Figura 4.4 apresenta o disjuntor geral de 50 A e corrente de curto-circuito de 3 kA ligado ao DPS de 275 V e 40 kA e um IDR de 63 A, além dos disjuntores monofásicos para os circuitos de tomada e iluminação que contam com

Tabela 4.1: Tabela de Cargas

QGBT										Carga Instalada (kW): 40,72 kW Carga Instalada (kVA): 40,72 kVA		Tensão (V): 380 V IDemanda (A): 42,73 A		Alimentador: (3x40x1x0,6/110) - HEPR 0,6/11kV Demanda total (kVA): 28,09 kVA									
Nº	Circuito	POTÊNCIA (VA)								Tensão (V)	Circuito	Fases	P (VA)	FP	L (m)	Ib (A)	Cabo (mm²)	DI	FASES				
		2160	3100	1500	3987	2686	4000	7500	1500										600	1000	2184	R	S
1	TUG's QUARTOS									220	Monofásico	R	2160	2160	0,80	18,28	9,82	2,5	16	C	2160	0	0
2	TUG's Sala e Escritório		1							220	Monofásico	S	3100	3100	0,80	10,82	14,09	2,5	16	C	0	3100	0
3	TUG's Copa e Sala de Jantar			1						220	Monofásico	T	1500	1500	0,88	17,96	6,82	2,5	16	C	0	0	1500
4	TUG's Cozinha				1					220	Monofásico	R	3987	3987	0,80	14,47	18,12	4,0	20	C	3987	0	0
5	TUG's Área Gourmet e WC Gourmet					1				220	Monofásico	S	2686	2686	0,84	28,12	12,21	2,5	16	C	0	2686	0
6	TUG's WC Social e Suite						1			220	Monofásico	S	4000	4000	0,90	11,93	18,18	4,0	20	C	0	4000	0
7	TUE's Chuveiro Social							1		220	Monofásico	T	7500	7500	1,00	9,94	34,09	6,0	40	C	0	0	7500
8	TUE's Chuveiro Suite								1	220	Monofásico	R	7500	7500	1,00	8,76	34,09	6,0	40	C	7500	0	0
9	TUE's Ar Condicionado Suite								1	220	Monofásico	S	1500	1500	0,80	13,08	6,82	2,5	16	C	0	1500	0
10	TUE's Ar Condicionado Quarto 1								1	220	Monofásico	T	1500	1500	0,80	15,57	6,82	2,5	16	C	0	0	1500
11	TUE's Ar Condicionado Quarto 2								1	220	Monofásico	T	1500	1500	0,80	10,27	6,82	2,5	16	C	0	0	1500
12	TUEs Motor do Portão								1	220	Monofásico	S	600	600	0,80	11,61	2,73	2,5	10	C	0	600	0
13	Iluminação Q1,Q2, S, WC,SUITE e SOCIAL,Circ Int, Escritório									220	Monofásico	T	1000	1000	0,95	15,95	4,55	1,5	10	C	0	0	1000
14	Iluminação Copa, S. Jantar, Cozinha, A. Gourmet, W.C. A. Gourmet, Garagem.									220	Monofásico	S	2184	2184	0,97	23,28	9,93	1,5	10	C	0	2184	0
15	Reserva									220	Monofásico	S	0	0	0		0,00	0,0	0	C	0	0	0
16	Reserva									220	Monofásico	T	0	0	0		0,00	0,0	0	C	0	0	0
17	Reserva									220	Monofásico	R	0	0	0		0,00	0,0	0	C	0	0	0
18	Reserva									220	Monofásico	S	0	0	0		0,00	0,0	0	C	0	0	0
Geral										380	Trifásico	RST	40717	40717	0,89	20	61,94	50	C	13647	14070	13000	

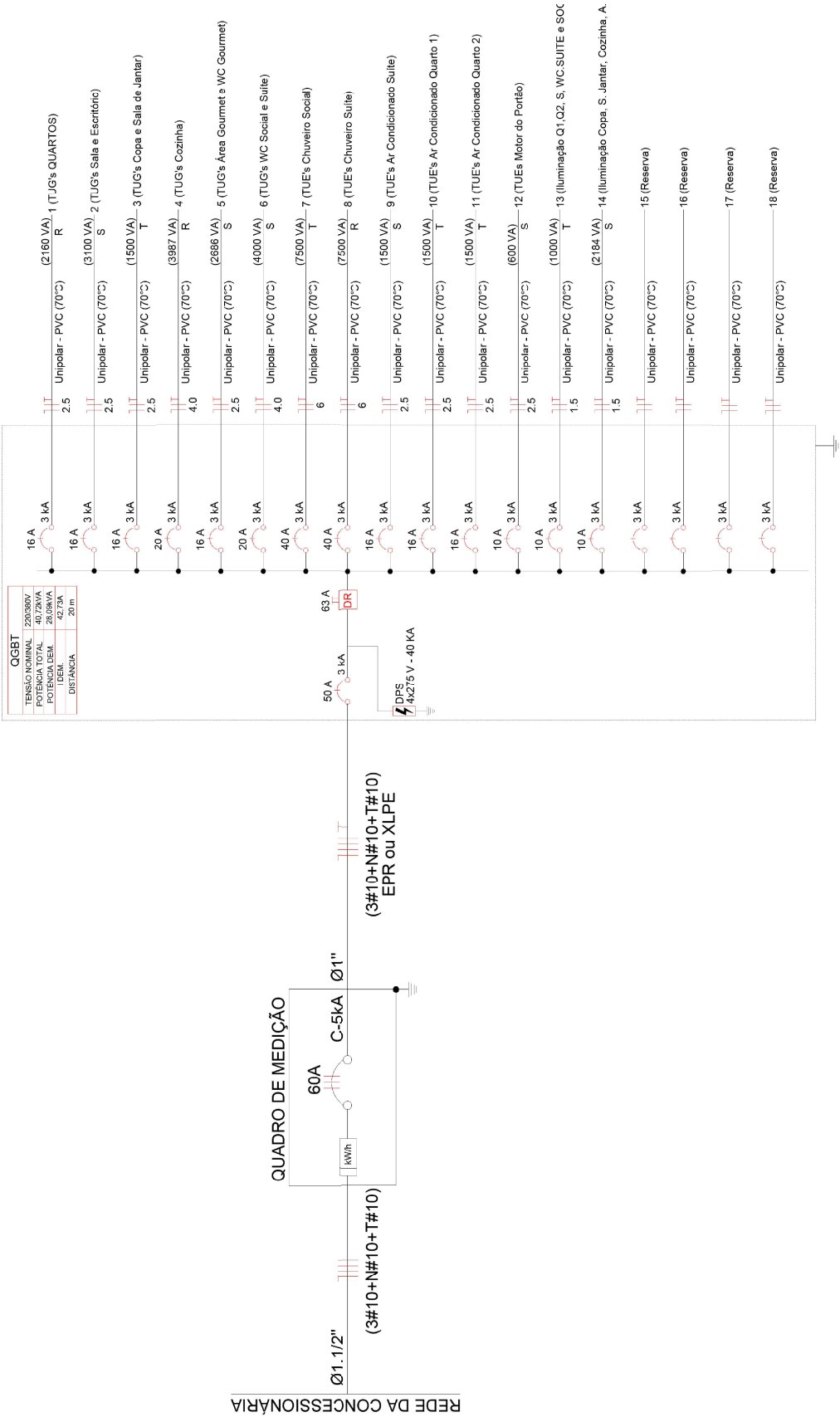
Fonte: Gruppo Ancore [8]

Figura 4.3: Quadro Elétrico Atualizado



Fonte: Grupo Ancore [8]

Figura 4.4: Diagrama Unifilar



Fonte: Grupo Ancore [8]

cabeamento para a terra individual, dispositivos que foram utilizados por exigência da NBR-5410 [5]. Este sistema foi projetado para atender à demanda dos novos moradores e reduzir os riscos de falhas elétricas preexistentes, como a ausência do sistema de aterramento, a falta dos dispositivos de proteção e o subdimensionamento dos condutores.

4.3.1 Compatibilidade com as Normas da Concessionária

A Norma Técnica Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão [16], da Equatorial, estabelece que os materiais e as técnicas utilizadas devem seguir os padrões definidos na NBR-5410, além de que seja adotada apenas para instalações com carga de 75 kW ou inferior, o que é o caso da instalação analisada.

Também diz que o projeto deve incluir a instalação de um ponto de medição para que a energia fornecida seja medida corretamente, o que foi realizado pelo lado de fora da residência. Por fim, exige que o projeto seja documentado, como feito no memorial descritivo e, se necessário, submetido à aprovação da concessionária da cidade, visando garantir que as exigências regulamentares sejam atendidas antes da execução da obra [16].

4.3.2 Conformidade com as Normas NBR-5410 e 5419

A NBR-5410 é utilizada para regulamentar aspectos como dimensionamento de circuitos, proteção contra sobrecorrentes e choques elétricos, aterramento e distribuição de pontos de tomadas e alimentação.

O projeto inicia-se com o levantamento das cargas previstas em cada cômodo. De acordo com a Seção 4.2.5 da NBR-5410 [5], a instalação deve possuir tantos circuitos quanto necessários, sendo que cada um deve poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida, ou seja, para que não haja um caminho adicional para a corrente, que pode ser causado por condutores expostos, erros de instalação, curto-circuitos, etc., e para que atenda aos seguintes requisitos:

- a) que a falha de um circuito faça com que toda uma área permaneça sem alimen-

tação;

- b) que as cargas sejam acionadas apenas quando haja necessidade;
- c) que viabilize a criação de diferentes ambientes;
- d) que minimize paralisações de uma ocorrência;
- e) que facilite ações de manutenção.

Todas as cargas foram classificadas entre cargas de iluminação, tomadas de uso geral (TUG's) e tomadas de uso específico (TUE's) e a demanda total do circuito foi calculada de acordo com a seção 4 da norma NBR-5410, que especifica que a carga do equipamento é a potência nominal absorvida e pode ser dada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e o fator de potência ou, ainda, caso o equipamento possua a informação da potência fornecida, deve ser levado em consideração o rendimento e o fator de potência. O cálculo da demanda resultou em um consumo estimado de 40,72 KVA, compatível com a ligação trifásica [5].

O dimensionamento dos circuitos seguiu as diretrizes das seções 4 e 9, que determinam que em cada cômodo deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto e, também:

1. que em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², seja prevista uma carga de 100 VA;
2. que para cômodos com área acima de 6 m², deve ser acrescida a carga de 60 VA para cada 4 m² inteiros;
3. que para banheiros, deve ser previsto um ponto de tomada acima do lavatório;
4. que em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço e locais análogos, seja previsto um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, contando que acima da bancada da pia sejam previstas no mínimo duas tomadas de corrente;
5. que em varandas seja previsto um ponto de tomada, salvo exceções quando a varanda não possa comportar o ponto de tomada;

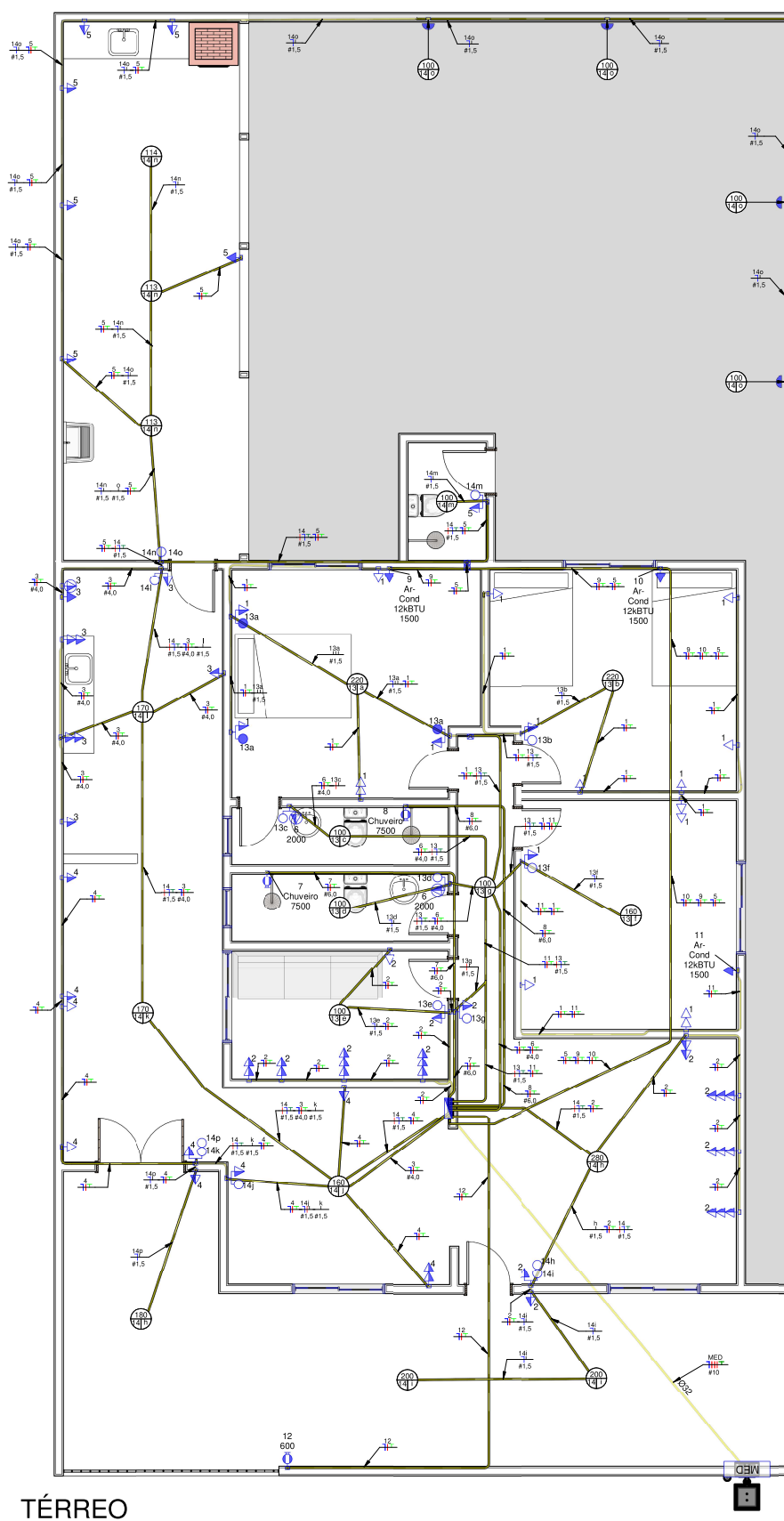
6. que em salas e dormitórios seja previsto um ponto de tomada para cada 5 m ou fração, de perímetro;
7. que nos demais cômodos sejam previstas um ponto de tomada se o cômodo for igual ou inferior a 2,5 m², ou esteja entre 2,5 m² e 6 m², ou um ponto para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área for superior a 6 m².
8. que em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço e locais análogos, a carga de pelo menos três tomadas seja de 600 VA e para as demais 100 VA, ou quando houver mais que 6 pontos na dependência, que sejam duas tomadas de 600 VA e as restantes de 100 VA;
9. que nos demais cômodos, seja prevista a carga de 100 VA por ponto de tomada [5].

Estas especificações foram todas atendidas na elaboração da planta baixa do projeto elétrico, que pode ser vista na Figura 4.5, e a legenda de componentes é vista na Figura 4.6.

Para o sistema de aterramento, foi seguido o esquema TN-S, contando com um condutor de proteção individual para cada circuito, conforme disposto no diagrama unifilar da Figura 4.4. Para a realização deste sistema, considerando as limitações impostas pela reforma, optou-se por uma abordagem mais simplificada para o sistema de aterramento. Isso foi motivado pelo desejo do cliente de minimizar os danos à sua residência. Nesse sentido, foi utilizada uma caixa de inspeção e uma haste de aterramento para realizar o aterramento, garantindo assim a segurança elétrica da instalação sem comprometer a integridade da estrutura existente. A NBR-5410 estabelece que, em instalações de baixa tensão, o condutor de proteção deve estar aterrado e não deve conduzir corrente em condições normais de operação, garantindo uma tensão próxima de 0 V em relação à terra [5], aumentando a segurança dos usuários.

Para o sistema de proteção, a seção 5 da NBR-5410 [5] prevê que sejam utilizados DPS's ou outros meios que garantam uma atenuação dos surtos de tensão e DR's para a proteção contra choques elétricos. No projeto, foi dimensionado um IDR de 63 A e sensibilidade 30 mA, ligado em série com o disjuntor geral e que atende à

Figura 4.5: Planta Baixa



Fonte: Grupo Ancore [8]

Figura 4.6: Legenda do Projeto Elétrico

	Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Média 2P+T, 10A, a 110cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Alta 2P+T, 10A, a 210cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Baixa 2P+T, 20A, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Média 2P+T, 20A, a 110cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada Alta 2P+T, 20A, a 210cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Tomada de Piso 2P+T, 10A
	Tomada de Piso 2P+T, 20A
	Ponto de Força com placa saída de fio, a 230cm do piso acabado
	Ponto de Força com placa saída de fio, a "x" cm do piso acabado
	Interruptor simples de uma seção, embutido em caixa 4x2
	Conjunto de 2 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2
	Conjunto de 3 Interruptores simples, embutido em caixa 4x2
	Interruptor paralelo (three-way), embutido em caixa 4x2
	Pulsador
	Ponto para campainha
	Ponto de Telefone, RJ11, a 30cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Dimer (Variador de Luminosidade)
	Sensor de presença, embutido em caixa 4x2
	Condutores Neutro, Fase, Terra e Retorno, respectivamente
	Ponto de luz embutido no teto
	Ponto de luz na parede a 210cm do piso acabado
	Eletroduto corrugado flexível embutido no teto ou na parede
	Eletroduto de PEAD embutido no piso
	Quadro geral de luz e força embutido a 1,50 do piso acabado
	Caixa para medidor
	Caixa de passagem no piso
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

Fonte: Grupo Ancore [8]

necessidade de possuir corrente nominal igual ou superior a corrente nominal do disjuntor termomagnético geral do quadro de distribuição. Já o DPS escolhido foi o de classe II, 275 V e 40 kA [8], ideal para sistemas residenciais [?], instalado dentro do quadro de distribuição, também atendendo à necessidade da residência e complementando o sistema ao minimizar os impactos dos picos de tensão, o qual, de acordo com a norma NBR-5419 [15], é uma medida preventiva crucial para que não hajam danos a equipamentos e sistemas elétricos.

4.4 Conclusão

A execução do projeto de reforma da instalação elétrica da residência apresentou resultados satisfatórios, atendendo plenamente as exigências das normas NBR-5410, NBR-5419 e da Norma Técnica da concessionária de energia (Equatorial). A atualização do sistema elétrico, passando de monofásico para trifásico, garantiu a capacidade necessária para suprir a nova demanda, eliminando os problemas de sobrecarga e desarmamento frequente do disjuntor geral.

A substituição da infraestrutura elétrica obsoleta por um sistema corretamente dimensionado, incluindo a instalação de dispositivos de segurança (DPS e DR) e o novo quadro geral com previsões para futuras ampliações, garantiu maior proteção contra surtos elétricos e choques. A implantação do sistema de aterramento TN-S trouxe mais segurança, reduzindo consideravelmente os riscos para os moradores. Além disso, a divisão adequada dos circuitos e a reserva de circuitos adicionais para futuras demandas ofereceram flexibilidade e facilitaram futuras manutenções, e a escolha de condutores e materiais compatíveis com a necessidade contribuiu para a durabilidade e a segurança da instalação.

Com isso, o projeto não apenas atendeu às normas regulamentadoras, mas também trouxe melhorias em eficiência e segurança, criando uma base sólida para possíveis expansões e garantindo um ambiente mais seguro e funcional para os usuários finais.

Capítulo 5

Resultados e Discussões

5.1 Introdução

Como discutido no Capítulo 4, foi constatado que o projeto elétrico para a reforma da residência está em conformidade com as normas que gerem as instalações elétricas residenciais no Brasil e com a norma da concessionária local, garantindo um padrão de segurança para a referida instalação. Os dispositivos e métodos aplicados atendem aos requisitos mínimos normativos, assegurando a proteção contra sobrecorrentes, choques e sobretensões, bem como a correta implementação do sistema de aterramento para residências onde há apenas uma reforma, e não uma construção nova.

Entretanto, é importante destacar que a incorporação de novas tecnologias pode ser considerada para complementar e aprimorar ainda mais a segurança e a eficiência do sistema elétrico. Estas inovações serão abordadas no decorrer deste capítulo.

5.2 Sistema de Monitoramento

Embora o projeto esteja dentro dos padrões exigidos, foram identificadas oportunidades de aprimoramento por meio de implementação de novas técnicas de proteção elétrica, como por exemplo automatizando os sistemas elétricos por meio do uso de dispositivos eletromecânicos, permitindo o acompanhamento do desempenho da rede elétrica e, ainda, com a implementação de medidores de energia, é possível garantir a

segurança e a continuidade do serviço elétrico nas instalações, pois o monitoramento adequado permite a identificação de problemas que afetem a qualidade da energia e a operação da rede. Esse monitoramento em tempo real ajuda a otimizar o uso da energia além de ser essencial para assegurar a confiabilidade da rede e prevenir falhas que poderiam desencadear eventos indesejáveis [28], como incêndios causados por um eventual superaquecimento por sobrecarga.

Além disso, os dispositivos de monitoramento, como os *Smart Meters*, podem identificar curtos-circuitos em tempo real, prevenindo danos aos aparelhos eletrônicos ao interromper a alimentação do local afetado e, ao perceber quedas de tensão e outros problemas relacionados à qualidade de energia, envia sinais de alerta sobre irregularidades para o consumidor. Também permite o acompanhamento do consumo de energia ao identificar possíveis falhas que indiquem condutores defeituosos e aparelhos funcionando de maneira ineficiente [29], o que permite que o usuário possa realizar manutenção no sistema antes que seu financeiro seja afetado. Por fim, ele permite que profissionais com acesso aos dados fornecidos possam identificar e agir sobre os pontos críticos de forma eficiente.

O *Schneider PowerTag Flex 63 A 3P+N* é um dispositivo que serve a esse propósito, sendo um sensor de energia sem fio projetado para monitorar em tempo real parâmetros elétricos como energia ativa, potência ativa, corrente, tensão e fator de potência em sistemas trifásicos com neutro de até 63 A. Este dispositivo é ideal para aplicações de gerenciamento de energia, monitoramento de cargas e garantia de disponibilidade de energia, integrando-se a sistemas de automação residencial [30].

Embora o *PowerTag Flex*, da Schneider, tenha um custo de aproximadamente R\$ 1.457,99 [31], considerado elevado em comparação com outras soluções de monitoramento, seu investimento é justificado pela gama de funcionalidades oferecidas. Sua integração com sistemas de automação residencial proporciona maior controle e otimização do consumo energético, resultando em economia a longo prazo e maior segurança para a instalação elétrica. Dessa forma, o *PowerTag* se destaca como uma escolha vantajosa para quem busca eficiência, segurança e confiabilidade, mesmo considerando seu investimento inicial mais alto.

5.3 Setorização de Dispositivos de Proteção

Outro método para aprimorar a segurança na instalação é setorizar os dispositivos diferenciais ao invés de utilizar apenas um para todos os circuitos, uma vez que uma falha em um único circuito faz com que toda a instalação seja desligada. Dessa forma, os dispositivos poderiam ser aplicados por seção, principalmente dividindo os circuitos que pertencem a áreas molhadas dos circuitos de áreas secas, utilizando DR's mais sensíveis para tal, ou separando os circuitos de ar-condicionado, conhecidos por serem os que mais possuem falhas [9], dos circuitos restantes.

Uma recomendação de segmentação é a seguinte: um DR monofásico de 40 A e sensibilidade 30 mA para cada circuito de TUE dos chuveiros, considerados os circuitos de áreas molhadas e, portanto, de maior risco, e um DR trifásico, também de 40A e sensibilidade 30mA, para os outros circuitos de TUG's e TUE's de ar-condicionado da instalação. Apesar desse sistema ficar mais caro que o instalado devido ao número de dispositivos diferenciais, dessa forma a instalação elétrica contaria com dispositivos que, em caso de fuga de corrente, desligariam apenas o seu setor específico, e não o sistema geral. Os custos dessa alteração são apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Dispositivos Residuais

Item	Valor
DR 63A Tetrapolar	R\$ 219,90
DR 40A Tetrapolar	R\$ 219,90
DR 40A Bipolar*(2)	R\$ 299,80

Fonte: Leroy Merlin [32]

5.4 Dispositivos GFCI e AFCI

Visando maior segurança, o uso de *Ground Fault Circuit Interrupter* (GFCI), ou Interruptor de Circuito de Falha à Terra, visto na Figura 5.1, também é uma possível escolha e, em países como os Estados Unidos da América (EUA), já é uma realidade.

Figura 5.1: Interruptor de Circuito de Falha à Terra



Fonte: Electriduct [34]

Este é um dispositivo que guarda a vida das pessoas contra falhas à terra, onde mede a corrente para verificar se ela não excedeu o limite estabelecido, detectando uma possível falha e, caso a encontre, desenergiza o circuito [33]. Apesar de existirem cinco tipos deste dispositivo, os que se aplicam em instalações residenciais são o tipo A e B, sendo implementados em sistemas trifásicos. Possui três versões: a de tomada, a portátil e a de circuito. Pode ser usado em conjunto ou substituindo o DR específico de um circuito ou tomada desde que atenda aos requisitos de proteção estabelecidos na NBR-5410.

Em conjunto, o DR pode ser instalado no quadro de distribuição para proteger a instalação geral, enquanto os GFCI's são aplicados em pontos estratégicos, como áreas úmidas, fornecendo uma proteção adicional localizada. Quando utilizado como substituto, o GFCI é instalado diretamente em tomadas ou disjuntores, garantindo proteção contra choques elétricos por fuga de corrente. Essa abordagem pode ser vantajosa em reformas ou em locais de maior risco, proporcionando maior segurança e flexibilidade na proteção elétrica. Para o caso da reforma, o que melhor se encaixa no propósito é o de tomada, com sensibilidade de 6 mA a 10 mA para correntes de fuga, sendo mais uma proteção que garantiria a segurança prevista pela NBR-5410, pois é uma solução mais fácil de ser aplicada.

Além dele, o *Arc Fault Circuit Interrupter* (AFCI) ou Disjuntor de Circuito por Falha de Arco, visto na Figura 5.2 também seria uma ótima opção para proteção extra na residência, pois detecta arcos elétricos, prevenindo incêndios causados por conexões defeituosas, como fiações soltas, cabos danificados e outros problemas que os disjuntores convencionais não são capazes de detectar. Ele opera monitorando as características da corrente de um circuito, devendo captar se o arco é benigno ou maligno ao contabilizar em um período preestabelecido se uma onda anormal aparece pelo menos 4 vezes consecutivas para desenergizar o circuito [33].

Os arcos benignos são os de baixa intensidade, ocorrendo em situações normais como pequenas faíscas ao ligar ou desligar dispositivos, sem oferecer grande perigo. Já os arcos malignos são de alta intensidade, geralmente causados por curtos-circuitos, podendo provocar queimaduras graves, destruição de equipamentos e até morte, e alguns tipos são o arco elétrico em série, paralelo e o de fase à terra. O arco em série surge entre partes do mesmo condutor e é de difícil detecção, podendo causar incêndios com correntes baixas. Já o arco paralelo é o que acontece entre fase e neutro, geralmente devido a falhas no isolamento, sendo detectável por proteções convencionais. Por fim, o arco de fase à terra acontece entre fase e terra e pode causar falhas severas, danificar equipamentos e aumentar o risco de choques elétricos e incêndios [35].

Como já citado, os incêndios de origem elétrica no Brasil vêm crescendo a cada ano [9] e, mesmo que a causa seja tratada como curto-circuito, na maior parte das vezes a causa são os arcos elétricos. Nos EUA, a *National Electrical Code* (NEC) exige a instalação de AFCI's em circuitos desde 1999 [36]. Em outros países, normas semelhantes estão seguindo o mesmo percurso ao reconhecer sua importância na segurança elétrica.

5.5 Previsão para Instalações Futuras

Por fim, uma melhoria que visa otimizar a instalação e o consumo, é incluir a previsão de um sistema fotovoltaico a ser instalado no futuro. É essencial planejar a instalação de dutos e canaletas que permitam a passagem dos cabos entre os pontos onde os

Figura 5.2: Disjuntor de Circuito por Falha de Arco



Fonte: Earu Electric [37]

painéis solares seriam instalados e o quadro de distribuição, além de prever espaço suficiente no quadro de disjuntores para a instalação de dispositivos de proteção e controle necessários ao sistema fotovoltaico.

Embora a previsão desse sistema em um projeto elétrico não tenha como foco principal a segurança, ela garante que, caso o usuário queira utilizá-lo posteriormente, ele possa fazê-lo sem precisar alterar a configuração do quadro elétrico ou realizar modificações significativas na estrutura da residência. Isso não só facilita a instalação futura do sistema fotovoltaico, mas também contribui para a segurança geral do processo, reduzindo a necessidade de intervenções no sistema elétrico e, conseqüentemente, os riscos de falhas ou erros de instalação.

Ao planejar adequadamente os pontos de conexão, os dutos e os espaços necessários para componentes adicionais, como inversores e disjuntores específicos para o sistema fotovoltaico, o projeto assegura que a infraestrutura esteja preparada para receber o sistema solar de forma eficiente e segura. Essa abordagem minimiza os riscos de sobrecargas elétricas ou curtos-circuitos no momento da instalação do sistema, já que as conexões e os dispositivos de proteção estarão devidamente dimensionados para a futura integração. Além disso, ao antecipar a necessidade de equipamentos de segurança, como disjuntores exclusivos para o sistema fotovoltaico e

a instalação de um aterramento adequado, o projeto garante que o sistema elétrico da residência estará pronto para operar em conformidade com as normas de segurança, evitando danos tanto aos componentes do sistema quanto aos usuários da residência.

Além do sistema fotovoltaico, considerando a crescente demanda por carros elétricos no Brasil [38], deixar uma previsão no quadro para o sistema de carregamento deste tipo de automóvel é uma estratégia inteligente para adequar o sistema elétrico às necessidades desta nova realidade. A previsão de uma tomada para carregamento de carros elétricos deve ser feita desde o início do projeto, considerando fatores como a localização da tomada, a capacidade de carga e a compatibilidade com os padrões de carregamento de veículos elétricos. Além disso, é importante considerar a instalação de uma infraestrutura de carregamento que seja segura, eficiente e fácil de usar.

Dessa forma, a previsão no projeto não só facilita a implementação de ambos os sistemas, mas também assegura que a residência estará adaptada para receber a tecnologia de forma segura, sem a necessidade de modificações invasivas ou de riscos à integridade da instalação elétrica. A segurança elétrica se torna, portanto, um benefício indireto dessa previsão, proporcionando um processo de adaptação mais simples e menos dispendioso no futuro, sem comprometer a eficiência e a funcionalidade do sistema.

5.6 Conclusão

A partir dos resultados obtidos por meio de uma análise detalhada do projeto de acordo com as normas brasileiras e da concessionária de energia local, o estudo revelou que o projeto está integralmente alinhado com as exigências regulamentares e técnicas vigentes, não apresentando necessidade de ajustes ou correções para os requisitos mínimos obrigatórios.

No entanto, durante a análise, foram identificadas oportunidades para melhorias extras que podem contribuir para a melhoria da segurança, eficiência e sustentabilidade do projeto. A implementação da setorização da proteção diferencial residual, o uso de GFCI's e AFCI's e a adoção de tecnologias de monitoramento inteligente representam um passo importante para aprimorar a proteção elétrica residencial, apesar

dos dispositivos GFCI e AFCI possuírem um preço mais elevado que os DR's, o que poderia não ser o essencial para essa residência em específico. Ainda assim, de um modo geral, essas estratégias não apenas aumentam a segurança dos usuários, como também reduzem falhas e facilitam a manutenção do sistema elétrico. Além disso, a incorporação de previsão para implementação de um sistema fotovoltaico e de carregamento de carros elétricos também reduz os riscos em futuras manutenções, além de reduzir desperdícios e promover maior sustentabilidade. Assim, as técnicas de aprimoramento sugeridas podem servir como referência para futuras melhorias, contribuindo para a inovação no setor de proteção elétrica residencial e garantindo instalações mais seguras, eficientes e preparadas para as demandas futuras.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões Gerais

O presente trabalho teve como objetivo avaliar e aprimorar projetos de proteção elétrica em sistemas residenciais, utilizando como base o estudo de caso de uma reforma em uma residência localizada em Valparaíso de Goiás. Durante o desenvolvimento, foram abordados os principais conceitos relacionados à segurança elétrica, dispositivos e técnicas de proteção, além de uma análise detalhada do projeto elétrico existente, identificando pontos suscetíveis a melhorias, como é o caso do acréscimo de proteções elétricas e de previsões para instalações futuras.

No Capítulo 1, foram apresentados os objetivos e a motivação do estudo, destacando a importância da segurança elétrica em ambientes residenciais, principalmente diante do aumento de acidentes elétricos no Brasil.

O Capítulo 2 trouxe a fundamentação teórica, abordando as normas técnicas vigentes, como a NBR-5410 e a NBR-5419, além da Norma Técnica 01 da concessionária local, essenciais para garantir a segurança e a conformidade das instalações elétricas. Também foram detalhados os diferentes tipos de aterramento e sua importância para a proteção do sistema elétrico.

No Capítulo 3, foram discutidos os principais dispositivos de proteção, como disjuntores termomagnéticos, dispositivos diferenciais residuais (IDR e DDR), dispositivos de proteção contra surtos (DPS), além das técnicas de proteção como equipotencialização,

seccionamento automático da alimentação e isolação dupla ou reforçada. A escolha adequada desses dispositivos e técnicas foi ressaltada como fundamental para mitigar riscos como curto-circuitos, choques elétricos e surtos de tensão.

O Capítulo 4 apresentou o estudo de caso da reforma residencial, evidenciando as inadequações da instalação elétrica anterior e as soluções propostas para atualizar o sistema de acordo com as normas e aumentar a segurança e eficiência. A transição do sistema elétrico para um arranjo trifásico, a implantação de um sistema de aterramento TN-S e o redimensionamento dos circuitos foram etapas importantes para garantir a confiabilidade da instalação.

Por fim, no Capítulo 5, foram discutidos os resultados da implementação das melhorias propostas, como o uso de dispositivos de monitoramento, a setorização dos dispositivos diferenciais e a previsão de futuras instalações, como sistemas fotovoltaicos e infraestrutura para carregamento de veículos elétricos. Foi reforçada a importância do uso de tecnologias avançadas, como o *Schneider PowerTag Flex 63A 3P+N*, para o monitoramento em tempo real da rede elétrica, proporcionando maior controle e segurança.

6.2 Trabalhos Futuros

Como continuidade deste estudo, recomenda-se o aprofundamento no estudo de novas tecnologias de proteção e de soluções já utilizadas em outros países, mas ainda não amplamente adotadas no Brasil. Além disso, a análise de melhorias nos sistemas existentes por meio da automação pode trazer ganhos significativos em segurança e eficiência. O uso de dispositivos inteligentes e a integração com tecnologias de Internet das Coisas (IoT) permitem o monitoramento contínuo das condições elétricas, oferecendo controle remoto e alertas automáticos em casos de anomalias na rede elétrica. A adoção de técnicas mais sustentáveis, como a previsão de sistemas fotovoltaicos e a preparação da infraestrutura elétrica para o carregamento de veículos elétricos, também são importantes para alinhar as instalações residenciais com as tendências globais de eficiência energética. Essas iniciativas, quando associadas a soluções tecnológicas avançadas e à automação, têm o potencial de promover uma evolução significativa na

segurança elétrica residencial, proporcionando maior praticidade e conforto ao usuário, além de contribuir para um consumo de energia mais consciente e sustentável.

Referências Bibliográficas

- [1] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do Brasil. Redes e fluxos do território: Logística de energia. Rio de Janeiro, 2015.
- [2] JUNIOR, L. C. de M. *Manual de treinamento curso básico segurança em instalações e serviços com eletricidade - NR 10*. [S.l.]: AES Eletropaulo, 2005.
- [3] ELER, G. Brasil, o país dos raios. *Superinteressante*, 2020.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE. *Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica. 2020 – ano base 2019*. [S.l.], 2020.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5410 - Instalações elétricas em baixa tensão*. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.abnt.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- [6] PROCOBRE. *Raio X das Instalações Elétricas Residenciais Brasileiras*. <https://abracopel.org/estatisticas/>. Acesso em 20 de novembro de 2023.
- [7] SILVA, M. D. P. da. Prevenção de acidentes nas instalações elétricas. *Projeto de Graduação, Escola Politécnica/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*, 2016.
- [8] GRUPO ANCORE ARQUITETURA E ENGENHARIA. *Grupo Ancore Arquitetura e Engenharia*. [S.l.]. Disponível em: <https://grupoancore.com.br>. Acesso em: 10 de março de 2025.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE. *Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica. 2024 – ano base 2023*. [S.l.], 2024.

- [10] REZENDE, P. L. C. Desenvolvimento de projetos elétricos prediais de baixa tensão. 2023.
- [11] SOUZA, D. F. de; JÚNIOR, W. A. M.; MARTINHO, E. Irregular low-voltage electrical cables. 2023.
- [12] INMETRO. *Parceria entre Inmetro e Fantástico, da Globo, é retomada após 25 anos.* 2025. <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/parceria-entre-inmetro-e-fantastico-da-globo-e-retomada-apos-25-anos>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2025.
- [13] CASTRO, R. L. de. Uma análise das causas, consequências e medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica. *Repositório Institucional - UFC*, 2021.
- [14] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). *NR-10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Brasil, 2004. Norma Regulamentadora.
- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5419 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida*. [S.l.], 2015.
- [16] EQUATORIAL ENERGIA. *NT-01: Norma Técnica 01 - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão*. [S.l.]. Acesso em 20 de novembro de 2024.
- [17] SANTOS, N. B. K. dos. Aterramento elétrico, uma revisão bibliográfica. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação-REASE*, 2023.
- [18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 60947-2: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão*. [S.l.], 2023.
- [19] ENERBRAS. *Disjuntores Termomagnéticos*. 2025. <https://enerbras.com.br/disjuntores-termomagneticos/>. Acesso em: 20 de março de 2025.
- [20] RIBEIRO, E. J. Benefícios dos equipamentos de proteção nas instalações elétricas residenciais. *Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS*, 2023.
- [21] SCHNEIDER ELECTRIC. *O que são as curvas dos disjuntores e para que servem?* [S.l.]. <https://blog.se.com/br/gestao-de-energia/2022/>

10/11/o-que-sao-as-curvas-dos-disjuntores-e-para-que-servem/.
Acesso em: 26 de janeiro de 2025.

- [22] STECK. *Catálogo de Produtos Janeiro/2024*. <https://www.steck.com.br/produtos/residencial>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2025.
- [23] SILVA, J. C. de S. Dimensionamento e uso de interruptores diferenciais residuais em residências da cidade de Coronel João Pessoa/RN. *Repositório Institucional - Teófilo Otoni*, 2021.
- [24] PEREIRA, L. F. de S. A importância do projeto elétrico residencial. 2023.
- [25] HENRIQUE, G.; ARANTES, S. A. et al. Dimensionamento e projeto de instalações elétricas para condomínio. *Revista de Trabalhos Acadêmicos da FAM*, v. 6, n. 1, 2021.
- [26] FINDER. *Guia para aplicação de Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS 2012.2*. 2012.
- [27] DAMASCENO, M. N. L.; YRIODA, N. T. Equipotencialização: Segurança e funcionalidade nas instalações elétricas da faculdade de tecnologia.
- [28] CAIRES, L. E. Aplicação de redes inteligentes nas instalações elétricas residenciais. *Biblioteca Digital USP*, 2012.
- [29] YILDIZ J.I. BILBAO, J. D. A. S. B. Recent advances in the analysis of residential electricity consumption and applications of smart meter data. *Applied Energy*, 2017.
- [30] SCHNEIDER ELECTRIC. *Sensor energia POWERTAG ACTI9 3PN 63A FLEX A9MEM1570*. [S.l.]. <https://www.se.com/br/pt/product/A9MEM1570/sensor-energia-powertag-acti9-3pn-63a-flex-a9mem1570/>. Acesso em: 05 de março de 2025.
- [31] Dimensional - A Sonepar Company. *Módulo Sensor Sem Fio Modbus 3p 63a 230 - 400 Vca - A9MEM1570 - Schneider*. [S.l.]. <https://encr.pw/modulo-sensor-sem-fio-modbus-3p-63a-230-400-vca>. Acesso em: 05 de março de 2025.
- [32] Leroy Merlin. *Leroy Merlin - Sua casa com a nossa cara*. 2025. <https://www.leroymerlin.com.br>. Acesso em: 05 de março de 2025.

- [33] BECERRA, M. J. J. Revisión de estado normativo, estado de arte e implementación de gfci y afci. *Repositorio Institucional Séneca*, 2023.
- [34] ELECTRIDUCT. *GFCI Inline Portable Cords*. [S.l.]. <https://www.electriduct.com/GFCI-Inline-Portable-Cords.html>. Acesso em: 02 de março de 2025.
- [35] SCHNEIDER ELECTRIC. *Vai uma ajudinha: Como prevenir um arco elétrico nas instalações?* [S.l.], 2023. <https://blog.se.com/br/gestao-de-energia/seguranca-eletrica/2023/07/18/vai-uma-ajudinha-como-prevenir-um-arco-eletrico-nas-instalacoes/>. Acesso em 20 de março 2025.
- [36] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). *National Electrical Code*. 2023. ed. [S.l.], 2023.
- [37] EARU Electric. *Circuit Breakers*. <https://earu-electric.com/pt/circuit-breaker/>. Acesso em: 02 de março 2025.
- [38] SALES, J. L. Análise de viabilidade econômica de uma estação de recarga para carros elétricos no brasil. *Biblioteca Digital UFOP*, 2024.
- [39] ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. *PRODIST - Módulo 1 - Glossário de Termos Técnicos*. [S.l.]. <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 26 de outubro de 2023.

Apêndice

Tabela A.1: Glossário de Termos

Termo	Conceito
Baixa Tensão	Tensão superior a 50 V em corrente alternada ou 120 V em corrente contínua, e igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada ou 1500 V em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.
Carga	É a caracterização da demanda do sistema, em um determinado ponto de interesse, definida por uma ou mais das seguintes grandezas: demanda de capacidade ou potência ativa, demanda de energia ativa e demanda de energia reativa.
Carga Instalada	Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).
Consumidor	Pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicita à distribuidora ou à comercializadora o fornecimento de energia elétrica e assume a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos da ANEEL, assim vinculando-se aos contratos de fornecimento, de conexão, de uso ou de adesão, conforme cada caso.

Termo	Conceito
Demanda	Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico por parcela das cargas instaladas em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.
Desequilíbrio de tensão	Fenômeno caracterizado por qualquer diferença verificada nas amplitudes entre as três tensões de fase de um determinado sistema trifásico, ou na defasagem elétrica de 120° entre as tensões de fase do mesmo sistema, expresso em percentual como sendo a relação entre a tensão de sequência negativa e a tensão de sequência positiva.
Desligamento automático	Retirada de operação de equipamento ou instalação por atuação de sistema de proteção ou de controle.
Instalação elétrica	conjunto de equipamentos necessários ao funcionamento de um sistema elétrico. Linhas, redes e subestações de distribuição, linhas de transmissão e usinas de geração são exemplos de instalações elétricas.
Normas e padrões da distribuidora	Normas, padrões e procedimentos técnicos definidos pela distribuidora, que apresentam as especificações de materiais e equipamentos, e estabelecem os requisitos e critérios de projeto, montagem, construção, operação e manutenção dos sistemas de distribuição.
Potência elétrica	Quantidade de energia elétrica que cada equipamento elétrico pode consumir, por unidade de tempo, expressa em Watt (W) e seus múltiplos.
Sobrecarga	Condição de operação com carregamento acima do valor nominal do equipamento.
Tensão nominal – Vn	Valor eficaz de tensão pelo qual o sistema é projetado, expresso em volts ou quilovolts.

Termo	Conceito
Unidade consumidora	Conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores, acessórios e, no caso de conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, a subestação, caracterizado por recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de conexão, medição individualizada, pertencente a um único consumidor, localizado em um mesmo imóvel ou em imóveis contíguos.

Fonte: PRODIST - Módulo 1 [39]