

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS ITAJAÍ
DEPARTAMENTO DE ELETROELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

LUIZ FERNANDO DE SOUZA PEREIRA

**A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL:
UM ESTUDO DE CASO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE CAMBORIÚ-SC**

ITAJAÍ, 2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS ITAJAÍ
DEPARTAMENTO DE ELETROELETRÔNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

LUIZ FERNANDO DE SOUZA PEREIRA

**A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL:
UM ESTUDO DE CASO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE CAMBORIÚ-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Orientador:
Prof. M.Sc. Tarcísio Pollnow Kruger

ITAJAÍ, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca do IFSC.

Pereira, Luiz Fernando de Souza
A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL: UM ESTUDO
DE CASO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA NA CIDADE
DE CAMBORIÚ-SC / Luiz Fernando de Souza Pereira ;
orientador, Tarcisio Pollnow Kruger, 2023.
102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto
Federal de Santa Catarina, Campus Itajaí, Graduação em
Engenharia Elétrica , Itajaí, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Elétrica . 2. Projeto elétrico. 3.
Residências. 4. Segurança. 5. Instalações elétricas. I.
Kruger, Tarcisio Pollnow. II. Instituto Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Elétrica . III. Título.

**A IMPORTÂNCIA DO PROJETO ELÉTRICO RESIDENCIAL:
UM ESTUDO DE CASO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA
RESIDÊNCIA NA CIDADE DE CAMBORIÚ-SC**

LUIZ FERNANDO DE SOUZA PEREIRA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do curso de engenharia elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Itajaí, 02 de março de 2023

Banca Examinadora:

Tarcísio Pollnow Kruger, Msc. Engenheiro Eletricista
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

Marcelo dos Santos Coutinho, Msc. Engenheiro Eletricista
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

Tiago Drummond Lopes, Dr. Engenheiro Eletricista
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Dedico este trabalho a Deus, por permitir que eu me tornasse engenheiro eletricitista. Dedico também a minha namorada, aos meus queridos pais, avós e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, permitindo que eu tivesse saúde e sabedoria para alcançar meus objetivos.

À minha namorada e melhor amiga, Gabrielle Luize, sou grato por todas as palavras de ânimo, pelo carinho, e por sempre estar ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis. Sem dúvidas, esse sonho não teria se concretizado sem o seu apoio, amo você.

Aos meus pais, Anivaldo e Adriana, que me incentivaram nos momentos difíceis e sempre me apoiaram para que eu seguisse em busca do meu sonho, dando todo o suporte necessário.

Aos meus irmãos, José e Fernanda, que sempre torceram por mim e me ajudaram a nunca desistir.

Aos meus avós, em especial meu avô, Pedro, que faleceu recentemente, e que me ajudou financeiramente no início desta caminhada para que eu conseguisse efetuar a matrícula em engenharia elétrica no estado do Paraná quando eu passei no curso pela primeira vez. Obrigado vô, certamente sem a sua ajuda eu não teria conseguido.

Aos amigos que fiz durante meu período de estágio nas empresas Vieira Santos Engenharia Integrada e Atribi Engenharia, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus amigos Daniel e Yan, que me deram muitas caronas durante a faculdade e me ajudaram ao longo do curso. Devo gratidão também aos meus amigos Felipe e Jefferson, pela grande amizade que criamos dentro destes 5 anos. Pude vivenciar diversos momentos épicos ao lado de vocês, jamais esquecerei das piadas, brincadeiras e discussões sadias.

Aos professores, por todos os conselhos e ajudas, em especial ao meu professor orientador, Tarcísio.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

“Eu faço da dificuldade a minha motivação. A
volta por cima vem na continuação”.

(CHARLIE BROWN JR, 2007)

RESUMO

Nas residências unifamiliares brasileiras, a falta de projeto elétrico, muitas das vezes, acaba culminando em residências mal dimensionadas, sem segurança, e contribuindo para o alto índice de acidentes envolvendo a eletricidade. Pensando nisso, este trabalho visa apresentar a importância do projeto de instalações elétricas residenciais, trazendo informações acerca dos riscos causados pela falta do projeto elétrico, e os benefícios que o mesmo traz para os usuários. Para alcançar tal objetivo, efetuou-se um estudo de caso de uma residência localizada no município de Camboriú – SC, onde foi realizado um levantamento dos procedimentos para elaboração de um projeto elétrico residencial conforme a norma NBR 5410 da ABNT. A primeira etapa deste estudo baseou-se na coleta de informações da instalação presente através da análise visual realizada in loco, e um questionário disponibilizado ao proprietário, a fim de apresentar as falhas elétricas encontradas no imóvel e os riscos presentes no local. Posteriormente, foi realizado também a previsão de cargas e o dimensionamento de cabos, dispositivos de proteção, tomadas, pontos de iluminação e eletrodutos. Por fim, foi efetuado o projeto elétrico da residência conforme a norma e estimou-se o custo da instalação elétrica utilizando os materiais dimensionados no projeto, realizando uma comparação com o custo da instalação atual.

Palavras-chave: Projeto elétrico; Residências; Segurança; Instalações elétricas.

ABSTRACT

In Brazilian single-family homes, the lack of an electrical project often ends up resulting in badly dimensioned homes, without security, and contributing to the high rate of accidents involving electricity. Thinking of this, this study aims to present the importance of the design of residential electrical installations, bringing information about the risks caused by the lack of electrical design, and the benefits that it brings to users. To achieve this objective, a case study was carried out of a residence located in the municipality of Camboriú - SC, where a survey of the procedures for the elaboration of a residential electrical project according to the ABNT NBR 5410 standard was carried out. The first stage of this study was based on the collection of information from the present installation through visual analysis carried out *in loco*, and a questionnaire made available to the owner, in order to present the electrical faults found in the property and the risks present in the place. Subsequently, loads were forecast and cables, protection devices, sockets, lighting points and conduits were dimensioned. Finally, the electrical design of the residence was carried out according to the standard and estimate the cost of the electrical installation using the materials dimensioned in the project, making a comparison with the cost of the current installation.

Keywords: Electrical design; Residences; Safety; Electrical installations.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Geração de energia elétrica por diferentes fontes em Santa Catarina..... | 23 |
| Figura 2 – Mortes por choque elétrico e localidade | 27 |
| Figura 3 – Maiores causas de mortes por choque elétrico em residências em 2021 | 28 |
| Figura 4 – Acidentes em residências por choque e os principais tipos eletrodomésticos/eletroeletrônicos | 29 |
| Figura 5 – Acidentes e mortes por incêndio por sobrecarga e localidade | 31 |
| Figura 6 – Maiores causas de incêndios e mortes por sobrecarga em 2021 | 31 |
| Figura 7 – Incêndio no quadro de medição de uma edificação | 32 |
| Figura 8 – Exemplo de um QD para fornecimento bifásico | 38 |
| Figura 9 – Advertência a ser fixada no quadro de distribuição..... | 39 |
| Figura 10 – Identificação dos contutores por cor | 41 |
| Figura 11 – Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação..... | 45 |
| Figura 12 – Quadro de distribuição | 55 |
| Figura 13 – Chuveiro com a instalação elétrica inapropriada..... | 57 |
| Figura 14 – Circuito do chuveiro sem o condutor de proteção | 57 |
| Figura 15 – Tomada na área de serviço com multiplicador de tomadas | 58 |
| Figura 16 – Extensão na área de serviço | 58 |
| Figura 17 – Tomada sobreposta na área de serviço | 59 |
| Figura 18 – Arquitetônico da residência | 60 |
| Figura 19 – Cadastro elétrico da residência..... | 61 |
| Figura 20 - Esquema TN-S..... | 73 |
| Figura 21 – Esquema unifilar..... | 74 |
| Figura 22 – Planta baixa do projeto elétrico | 75 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Efeitos dos choques elétricos dependentes da intensidade de corrente | 26 |
|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Potência instalada nas unidades geradoras brasileiras..... | 22 |
| Tabela 2 – Consumo de energia elétrica em Santa Catarina | 24 |
| Tabela 3 – Quadro de distribuição - Espaço Reserva | 39 |
| Tabela 4 – Previsão de cargas de iluminação..... | 62 |
| Tabela 5 – Previsão de cargas de tomadas de uso geral | 63 |
| Tabela 6 – Previsão de cargas de tomadas de uso específico | 64 |
| Tabela 7 – Quadro de divisão da instalação | 65 |
| Tabela 8 – Dimensionamento dos condutores | 67 |
| Tabela 9 – Dimensionamento dos condutores do circuito 3 pelo método da queda de tensão | 68 |
| Tabela 10 – Dimensionamento dos condutores de entrada | 68 |
| Tabela 11 – Dimensionamento dos eletrodutos | 69 |
| Tabela 12 – Dimensionamento do eletroduto de entrada..... | 69 |
| Tabela 13 – Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores..... | 70 |
| Tabela 14 – Dimensionamento dos disjuntores..... | 71 |
| Tabela 15 – Dimensionamento do disjuntor geral | 72 |
| Tabela 16 – Dimensionamento do DPS | 72 |
| Tabela 17 – Dimensionamento do IDR | 72 |
| Tabela 18 – Custo da instalação com projeto elétrico..... | 76 |
| Tabela 19 – Custo da instalação sem projeto elétrico (estimado)..... | 76 |
| Tabela 20 – Valor da instalação com e sem o projeto elétrico de acordo com o valor da obra | 77 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Causas de incêndios em edificações em Santa Catarina atendidas pelo 7ºBBM | 33 |
| Gráfico 2 – Evento causal de incêndios acidentais | 34 |
| Gráfico 3 – Equipamentos causadores de incêndios acidentais | 34 |
| Gráfico 4 – Causas de incêndios em edificações em Itajaí-SC | 35 |
| Gráfico 5 – Evento causal de incêndio em Itajaí-SC | 36 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRACOPEL | Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade |
| ANEEL | Agencia Nacional de Energia Elétrica |
| APE | Autoprodução |
| BEM | Balanco Energético Nacional |
| BIM | <i>Building Information Modeling</i> |
| BT | Baixa Tensão |
| CAD | <i>Computer Aided Design</i> |
| CBMSC | Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina |
| CELESC | Centrais Elétrica de Santa Catarina |
| CGH | Central Geradora Hidrelétrica |
| DDR | Disjuntor Diferencial Residual |
| DPS | Dispositivo de Proteção contra Surtos |
| DR | Diferencial Residual |
| DTM | Disjuntor Termomagnético |
| EOL | Central Geradora Eólica |
| EPE | Empresa de Pesquisa Energética |
| EPR | <i>Ethylene Propylene Rubber</i> |
| IDR | Interruptor Diferencial Residual |
| IFSC | Instituto Federal de Santa Catarina |
| MME | Ministério de Minas e Energia |
| NBR | Norma Brasileira |
| NR | Norma Regulamentadora |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PVC | <i>Polyvinyl Chloride</i> |
| QD | Quadro de Distribuição |
| QM | Quadro de Medição |
| TUE | Tomada de Uso Específico |
| TUG | Tomada de Uso Geral |
| UC | Unidade Consumidora |
| UFV | Central Geradora Solar Fotovoltaica |

| | |
|------|----------------------------------|
| UHE | Usina Hidrelétrica |
| UTE | Usina Termelétrica |
| UTN | Usina Termonuclear |
| XLPE | <i>Cross-linked Polyethylene</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 19 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA | 20 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 20 |
| 1.2.1 | Objetivo geral | 20 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 21 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 22 |
| 2.1 | MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA | 22 |
| 2.1.1 | Matriz elétrica de Santa Catarina | 23 |
| 2.2 | ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA..... | 24 |
| 2.2.1 | Choques elétricos | 25 |
| 2.2.1.1 | <i>Acidentes com choque elétrico no Brasil</i> | 26 |
| 2.2.1.1.1 | <i>Acidentes com choque elétrico em Santa Catarina</i> | 29 |
| 2.3 | INCÊNDIO POR SOBRECARGA OU CURTO-CIRCUITO | 29 |
| 2.3.1 | Acidentes com incêndio por sobrecarga e curto-circuito no Brasil | 30 |
| 2.3.1.1 | <i>Acidentes com incêndio por sobrecarga ou curto-circuito em Santa Catarina</i> 32 | |
| 2.3.1.1.1 | <i>Acidentes com incêndio por sobrecarga ou curto-circuito em Itajaí</i> 35 | |
| 2.4 | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS | 36 |
| 2.4.1 | Instalações elétricas de baixa tensão | 37 |
| 2.4.2 | Componentes das instalações elétricas de baixa tensão | 37 |
| 2.4.2.1 | <i>Quadro de medição - QM</i> | 37 |
| 2.4.2.2 | <i>Quadro de distribuição - QD</i> | 38 |
| 2.4.2.3 | <i>Condutores elétricos</i> | 39 |
| 2.4.2.3.1 | <i>Identificação dos condutores</i> | 40 |
| 2.4.2.3.2 | <i>Dimensionamento dos condutores</i> | 41 |
| 2.4.2.4 | <i>Eletrodutos</i> | 42 |
| 2.4.2.4.1 | <i>Dimensionamento dos eletrodutos</i> | 43 |
| 2.4.2.5 | <i>Dispositivos de proteção</i> | 43 |
| 2.4.2.5.1 | <i>Disjuntor Termomagnético</i> | 43 |
| 2.4.2.5.2 | <i>Dispositivo de proteção contra surtos - DPS</i> | 44 |
| 2.4.2.5.3 | <i>Diferencial residual - DR</i> | 45 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 2.4.2.6 | <i>Aterramento</i> | 47 |
| 2.4.3 | Projeto de instalações elétricas | 48 |
| 2.4.3.1 | <i>Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial</i> | 48 |
| 2.4.3.1.1 | Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial em Santa Catarina 49 | |
| 2.4.3.1.2 | Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial em Camboriú ... | 49 |
| 2.4.3.2 | <i>Normas aplicáveis</i> | 49 |
| 2.4.3.2.1 | NBR 5410/2004 | 49 |
| 2.4.3.2.2 | N-321.0001 | 50 |
| 2.4.3.3 | <i>O software Revit</i> | 51 |
| 3 | DESENVOLVIMENTO | 53 |
| 3.1 | ESTUDO DE CASO | 53 |
| 3.1.1 | Informações da Residência | 53 |
| 3.1.1.1 | <i>Informações das instalações elétricas</i> | 53 |
| 3.1.1.1.1 | Questionário..... | 54 |
| 3.1.1.1.2 | Análise visual..... | 54 |
| 3.1.1.2 | <i>Estado atual da instalação elétrica</i> | 54 |
| 3.1.1.3 | <i>Cadastro arquitetônico</i> | 59 |
| 3.1.1.4 | <i>Cadastro elétrico</i> | 60 |
| 3.1.2 | Projeto elétrico | 62 |
| 3.1.2.1 | <i>Previsão de cargas</i> | 62 |
| 3.1.2.1.1 | Previsão de cargas de iluminação | 62 |
| 3.1.2.1.2 | Previsão de cargas de tomadas..... | 63 |
| 3.1.2.2 | <i>Divisão da instalação</i> | 64 |
| 3.1.2.3 | <i>Dimensionamento dos condutores</i> | 65 |
| 3.1.2.3.1 | Tipo de condutor | 65 |
| 3.1.2.3.2 | Tipo de instalação..... | 65 |
| 3.1.2.3.3 | Corrente de circuito..... | 66 |
| 3.1.2.3.4 | Número de condutores carregados..... | 66 |
| 3.1.2.3.5 | Fator de temperatura | 66 |
| 3.1.2.3.6 | Fator de agrupamento | 66 |
| 3.1.2.3.7 | Corrente corrigida | 67 |
| 3.1.2.3.8 | Seção do condutor..... | 67 |
| 3.1.2.4 | <i>Dimensionamento dos eletrodutos</i> | 68 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 3.1.2.5 | <i>Dimensionamento dos disjuntores</i> | 69 |
| 3.1.2.5.1 | Capacidade de condução de corrente dos condutores | 69 |
| 3.1.2.5.2 | Corrente nominal do disjuntor | 70 |
| 3.1.2.6 | <i>Dimensionamento dos DPS</i> | 72 |
| 3.1.2.7 | <i>Dimensionamento de Dispositivos Residuais (DR's)</i> | 72 |
| 3.1.2.8 | <i>Aterramento</i> | 73 |
| 3.1.2.9 | <i>Modelagem do projeto</i> | 73 |
| 3.1.3 | Custos | 76 |
| 4 | CONCLUSÃO | 78 |
| | REFERÊNCIAS | 79 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO | 84 |
| | ANEXO A – MÉTODO DE INSTALAÇÃO | 86 |
| | ANEXO B – NÚMERO DE CONDUTORES CARREGADOS | 92 |
| | ANEXO C – FATORES DE CORREÇÃO DE TEMPERATURA | 93 |
| | ANEXO D – FATORES DE CORREÇÃO DE AGRUPAMENTO | 94 |
| | ANEXO E – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE | 95 |
| | ANEXO F – DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES DA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA | 96 |
| | ANEXO G – ORÇAMENTO DOS MATERIAIS - INSTALAÇÃO MONOFÁSICA | 97 |
| | ANEXO H – ORÇAMENTO DOS MATERIAIS - INSTALAÇÃO BIFÁSICA | 98 |
| | ANEXO I – ORÇAMENTO DO POSTE – INSTALAÇÃO MONOFÁSICA | 100 |
| | ANEXO J – ORÇAMENTO DO POSTE - INSTALAÇÃO BIFÁSICA | 101 |
| | ANEXO K – ORÇAMENTO DO PROJETO ELÉTRICO | 102 |

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes experimentos conhecidos no campo da eletricidade foi realizado por Benjamin Franklin em 1752. Este experimento contou com uma pipa erguida até as nuvens por meio de um fio de metal conectado a uma chave de metal durante uma tempestade. Com este experimento, Franklin concluiu que a carga dos raios era como qualquer carga elétrica comum. Isso serviu de base para a sua invenção dos Para-Raios (SILVA, 2022a). Outro cientista importante para a área da eletricidade foi Nikola Tesla. A corrente alternada, usada e defendida por ele, ampliou a potência da transmissão elétrica, e o sistema desenvolvido por ele permitia que a energia elétrica produzida pudesse viajar por longas distâncias (SILVA, 2022b). Isso possibilitou todo o desenvolvimento tecnológico atual.

A energia elétrica tornou-se fundamental na vida das pessoas. Só no Brasil, segundo o IBGE, 99,8% das residências brasileiras possuem acesso à energia elétrica, conseqüentemente, a busca por profissionais que executam serviços de instalações elétricas ficaram cada vez maiores. As instalações elétricas residenciais são compostas por diversos elementos, que vão desde condutores básicos em qualquer instalação até dispositivos de automação, aplicados em instalações mais complexas. O conhecimento desses elementos e de sua forma correta de utilização é necessário aos projetistas para garantir instalações confortáveis e seguras a seus usuários (BARBOSA, 2019).

A segurança das instalações elétricas é um aspecto fundamental e está previsto em algumas normas brasileiras. As normas existem para padronizar, trazer igualdade às instalações elétricas e melhorar o âmbito de qualidade das mesmas e foi criada justamente para garantir a segurança de equipamentos e pessoas (SILVA *et al.*, 2019). A NBR 5410, por exemplo, oferece condições adequadas para a operação segura de instalações elétricas de baixa tensão, enquanto a NR 10 trata da segurança dos serviços e instalações para proteção dos profissionais no ambiente de trabalho. A instalação elétrica é uma das partes da edificação que possui alto índice de acidentes, devido à má execução, falta de projetos, mão de obra desqualificada e o mau uso, trazendo riscos aos moradores do imóvel a longo ou curto prazo (MAMEDE FILHO, 2010). “De acordo com os dados do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, a 2ª maior causa de incêndios no Estado são instalações elétricas inadequadas.” (ABRACOPEL, 2017, p.07). A dispensa de projetos elétricos

residenciais combinada com a falta de conhecimento nesta área por parte da população acaba contribuindo para que o número de acidentes envolvendo instalações elétricas seja tão expressivo.

A fim de aumentar a segurança das residências brasileiras e conseqüentemente diminuir o risco de acidentes envolvendo instalações elétricas, a elaboração de um projeto elétrico por um profissional qualificado é essencial e de extrema importância.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente não há a popularização de informações sobre a importância de efetuar um projeto elétrico residencial, isto acaba contribuindo para a não realização de projetos elétricos. Outro ponto importante para a recusa de se efetuar um projeto é a ideia de que os gastos serão maiores. Assim, o cliente passa a escolher o “mais barato”, deixando a segurança em segundo plano.

Levando em consideração que um projeto dimensionado corretamente visa não só a segurança, mas também evita o desperdício, o fator monetário pode, muitas das vezes, não ser o motivo para a não realização de um projeto que segue a norma NBR 5410.

Com o avanço no uso de tecnologias e a maior dependência de energia elétrica, faz-se cada vez mais necessário que ela chegue até nós com maior qualidade, e que seja usada de forma segura e eficiente.

Assim sendo, esta proposta de trabalho de conclusão de curso tem como finalidade a elaboração de um estudo de caso de uma residência unifamiliar na cidade de Camboriú, a fim de apontar os problemas nela encontrados e corrigi-los com a elaboração de um projeto elétrico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Efetuar um estudo de caso de uma residência unifamiliar, a fim de comprovar a importância da realização de um projeto elétrico residencial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se a instalação presente na residência segue os padrões da NBR 5410;
- Avaliar possíveis riscos presentes na instalação;
- Efetuar um projeto elétrico da residência estudada conforme a NBR 5410;
- Estimar o custo da execução do projeto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

A energia elétrica é uma das principais descobertas da humanidade. Grande parte do progresso tecnológico alcançado no Brasil e no mundo se deve ao uso da eletricidade. O desenvolvimento do país eleva a necessidade de obter energia elétrica, seja para a geração de luz, para o funcionamento de aparelhos elétricos, eletrônicos e motores, entre tantas outras aplicações importantes para a sociedade (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Segundo dados de outubro de 2022, o Brasil possui no total 24.158 unidades geradoras em operação, sejam elas: pequenas centrais hidrelétricas, usinas hidrelétricas, usinas termoeletricas, além de eólica e solar, totalizando 186.734.356,94 kW de potência instalada (ANEEL, 2022), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Potência instalada nas unidades geradoras brasileiras

| Tipo | Quantidade | Potência Fiscalizada (kW) | Potência Fiscalizada (%) |
|--------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| UHE | 220 | 103.202.557,00 | 55,27 |
| UTE | 3233 | 45.660.176,09 | 23,45 |
| EOL | 1311 | 22.866.548,86 | 12,25 |
| UFV | 18118 | 6.543.392,10 | 3,50 |
| PCH | 536 | 5.619.848,57 | 3,01 |
| UTN | 3 | 1.990.00,00 | 1,07 |
| CGH | 737 | 852.844,32 | 0,46 |
| Total | 24158 | 186.734.356,94 | 100,00 |

Fonte: ANEEL (2022)

Quando se compara os valores da Tabela 1, percebe-se que mais da metade da matriz elétrica brasileira é proveniente de usinas hidroelétricas. Ampliando a análise para fontes de energia renováveis, o valor chega a mais de 83%, um ótimo percentual se comparado à maioria dos países desenvolvidos.

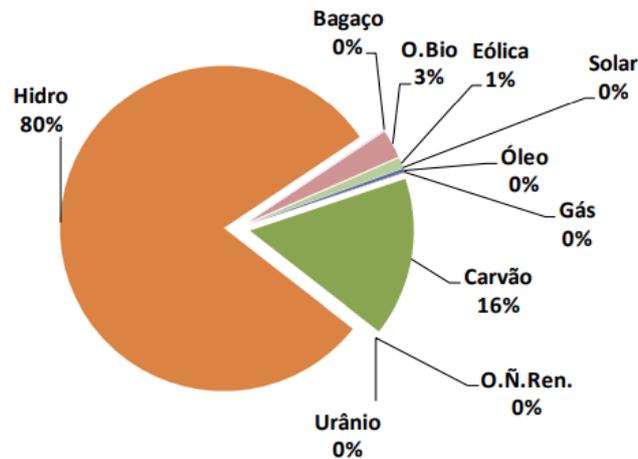
A geração de energia elétrica no Brasil atingiu 656,1 TWh em 2021, resultado 4% acima de 2020. Deste valor, 82,6% foram gerados pelas centrais elétricas de serviço público, com destaque para a geração eólica, que alcançou 72,3 TWh, representando um aumento de 26,7% em relação a 2020 (EPE, 2022a). A autoprodução (APE) atingiu 114 TWh em 2021 com 17,4 % de toda a produção. Desse

total, 65,9 TWh foram consumidos pela própria unidade geradora. Este modelo de produção é muito utilizado nos setores de Papel e Celulose, Siderurgia, entre outros, que buscam soluções mais eficientes e sustentáveis (EPE, 2022a).

2.1.1 Matriz elétrica de Santa Catarina

Em 2016, o Ministério de Minas e Energia (MME) publicou um estudo realizado em 2015 sobre as matrizes elétricas estaduais. A Figura 1 apresenta o percentual de geração de energia elétrica por diferentes fontes no estado de Santa Catarina.

Figura 1 – Geração de energia elétrica por diferentes fontes em Santa Catarina



Fonte: MME (2016)

O estudo mostra a grande capacidade de geração hidrelétrica no estado, já que a fonte para este tipo de geração representa 53,4% da oferta interna brasileira (EPE, 2022a).

Em relação ao consumo de eletricidade, o Estado se destaca pelo seu alto consumo per capita. Segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2022 realizado pela EPE, Santa Catarina é o Estado que mais consome energia elétrica por habitante (EPE, 2022b). Estes dados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Consumo de energia elétrica em Santa Catarina

| SETOR | CONSUMO (GWh) | % |
|---------------------------|----------------------|----------|
| Industrial | 11.551 | 41,4 |
| Residencial | 6.617 | 23,7 |
| Comercial | 4.527 | 16,2 |
| Rural | 3.782 | 13,6 |
| Iluminação Pública | 617 | 2,2 |
| Poder Público | 384 | 1,4 |
| Serviço Público | 393 | 1,4 |
| Consumo Próprio | 14 | 0,1 |

Fonte: EPE (2022b)

2.2 ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

A falta de conhecimento e preparo por parte dos profissionais que atuam na área de instalações elétricas gera desconforto e perigo ao consumidor, uma vez que a baixa qualidade dos materiais e serviços acaba elevando as chances de ocorrerem acidentes a longo e curto prazo (BORGES e GASPAR, 2019).

Segundo Silva (2021), a falta de mão de obra qualificada contribui para os altos índices de choques elétricos. As irregularidades encontradas nos circuitos elétricos podem levar a sérios riscos de acidentes devido a instalação inadequada.

A falta da elaboração do projeto elétrico residencial acarreta inúmeras consequências ao longo dos anos. De acordo com Simon (2013), a defasagem das instalações elétricas em relação ao consumo atual, a falta de dimensionamento e a falta de conscientização da sociedade brasileira são os principais fatores que justificam o elevado índice de instalações irregulares no Brasil.

Os principais fatores que ocasionam problemas nas instalações elétricas são a falta do condutor de proteção – fio terra, mal dimensionamento dos circuitos, disjuntores e a falta de dispositivos de segurança. Nesse caso, a falta do DDR (Disjuntor Diferencial Residual), IDR (Interruptor Diferencial Residual) e o fio terra, podem ocasionar acidentes como curtos-circuitos, choques elétricos e incêndios (MENDONÇA *et al.*, 2019).

Anualmente são divulgados dados que contabilizam o número de acidentes envolvendo a eletricidade no Brasil. São valores que alcançam diversas centenas de casos, somando apenas os noticiados e registrados, logo, permitindo deduzir que os números de acidentes com eletricidade são ainda maiores no país (NUNES, 2016).

A Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) é a única associação nacional que elabora e divulga estatísticas referente a acidentes envolvendo eletricidade. Todo ano, a ABRACOPEL divulga o Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica com base no ano anterior. Este anuário conta com dados coletados de janeiro a dezembro, estruturados em alguns critérios como:

- Acidentes com choque elétrico;
- Acidentes com incêndio por sobrecarga ou curto-circuito.

2.2.1 Choques elétricos

A corrente elétrica, quando atravessa o corpo humano, causa diversas perturbações, fazendo com que o organismo reaja desde uma pequena contração superficial até uma violenta contração muscular, podendo levar o indivíduo à óbito.

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2013, p. 48):

O choque elétrico é o principal e mais grave risco elétrico derivado das redes de energia elétrica. O choque elétrico decorre da corrente elétrica, ou seja, o fluxo de elétrons que circula quando existe um caminho denominado circuito elétrico, estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos diferentes, como um condutor energizado e a terra. Se você encostar em ambos simultaneamente formará o circuito elétrico e permitirá que a corrente circule através do seu corpo.

A gravidade do problema ocasionado por um choque elétrico em uma pessoa depende de vários fatores, como o tempo de exposição a corrente elétrica, por exemplo. Os fatores definem a intensidade de corrente que circulará pelo corpo. As partes do corpo que normalmente são afetadas são os pés, mãos, tronco e tórax (BORTOLUZZI, 2009).

Pereira (2007, p. 03) relata que:

As correntes mais perigosas são as que atravessam o corpo de mão a mão, da mão esquerda para os pés ou da cabeça para os pés, pois afetam diretamente o coração. Se a superfície de contato do corpo estiver úmida ou

suada e os pés molhados, a intensidade de corrente pode assumir valores muito elevados, produzindo efeitos gravíssimos.

No Quadro 1 pode-se observar a relação entre a intensidade de corrente elétrica e seus efeitos fisiológicos sobre o corpo humano.

Quadro 1 – Efeitos dos choques elétricos dependentes da intensidade de corrente

| Corrente (mA) | Reações Fisiológicas Habituais |
|----------------------|---------------------------------------|
| 500 | Parada cardíaca |
| 30 | Risco de fibrilação cardíaca |
| 10 | Sem efeito perigoso até 5 segundos |
| 0,5 | Pequena contração muscular |
| 0,1 | Leve formigamento |

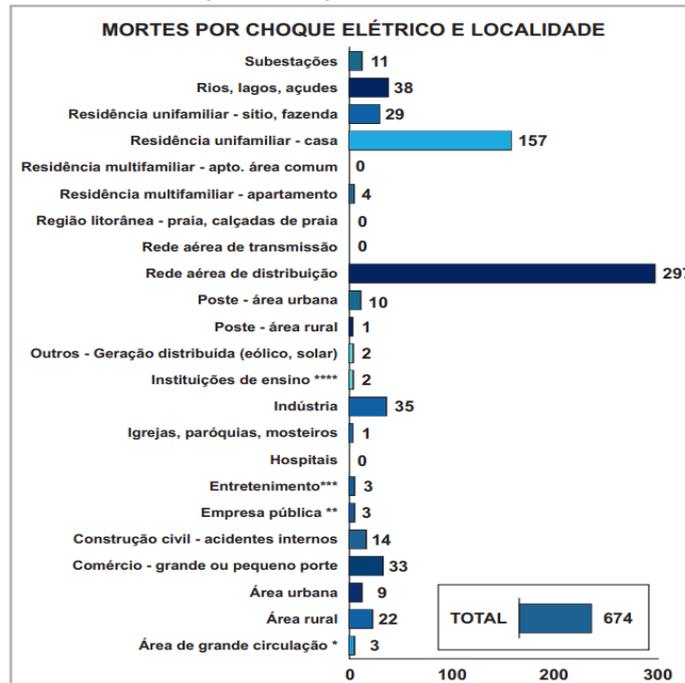
Fonte: Adaptado de Simens (2003)

2.2.1.1 *Acidentes com choque elétrico no Brasil*

Segundo Martinho *et al.* (2022), em 2021, o choque elétrico foi o maior causador de fatalidades envolvendo a eletricidade no Brasil, totalizando 674 óbitos. A Figura 2 retrata as mortes por choque elétrico por tipo de edificação ou logradouro. Um dado preocupante é o alto número de mortes por choque elétrico envolvendo residências unifamiliares, totalizando 186 fatalidades, representando 27,6% do total.

Comparando o número de mortes entre residências unifamiliares e multifamiliares, tem-se que o índice de fatalidade é 46,5 vezes maior em casas e sítios do que em apartamentos. Um dos fatores que justificam esta diferença é a ausência de dispositivos de segurança em residências, onde a obrigatoriedade de um projeto elétrico não se aplica.

Figura 2 – Mortes por choque elétrico e localidade



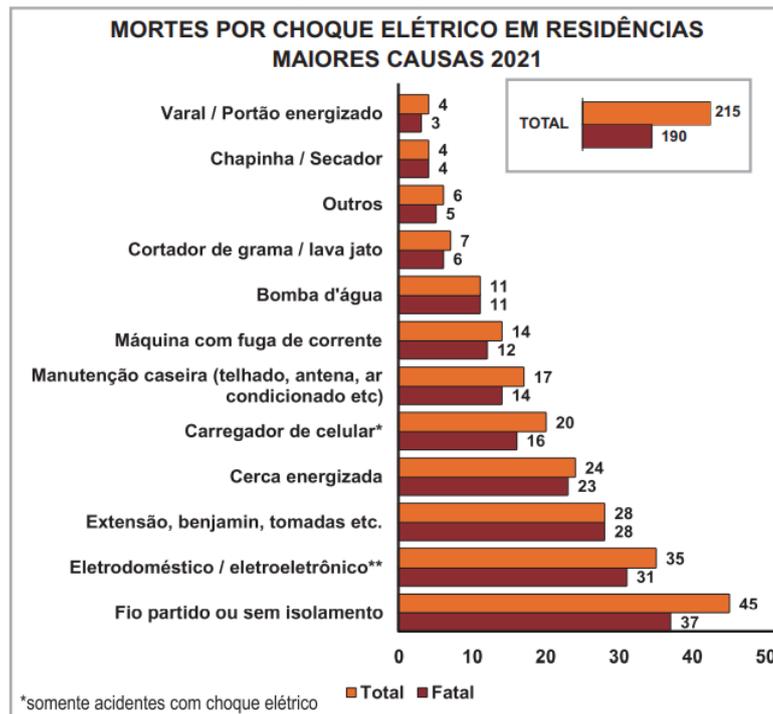
Fonte: Martinho *et al.* (2022)

Martinho *et al.* (2022, p.27) diz que:

O Brasil tem um número significativo de acidentes com choque elétrico, situação que, na maioria das vezes, poderia ser evitada com a execução de projetos elétricos e a instalação de dispositivos de proteção como DR, por exemplo, ou ainda o dimensionamento correto de condutores. Uma outra prática que deveria ser seguida é a revisão da instalação elétrica ao menos a cada 5 anos, pois com esta prática se detecta possíveis problemas possibilitando programar as adequações.

O Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica de 2022 relata também as maiores causas de fatalidades em ambientes residenciais, conforme pode ser visto na Figura 3.

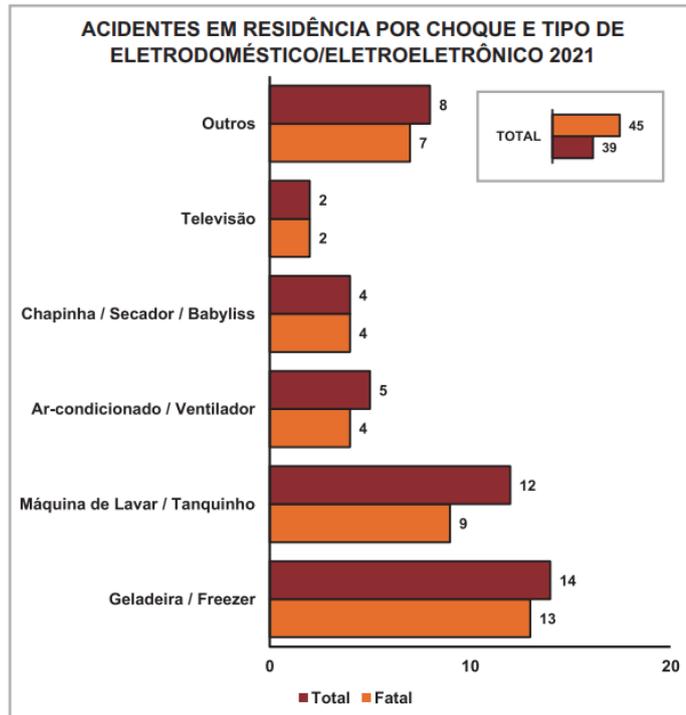
Figura 3 – Maiores causas de mortes por choque elétrico em residências em 2021



Fonte: Martinho *et al.* (2022)

Observa-se que a maior causa de acidentes e mortes envolvendo o choque elétrico em residências é classificado como “Fio partido ou sem Isolamento”. Este conjunto abrange as diversas situações de toque acidental em fios sem isolamento, como tomadas e instalações provisórias. Em seguida, os eletrodomésticos aparecem como segundo maior causador de fatalidades envolvendo o choque elétrico, tendo as geladeiras/freezers e a máquina de lavar roupas como os principais causadores, como podemos ver na Figura 4. Por fim, as extensões e benjamins completam a terceira maior causa de acidentes.

Figura 4 – Acidentes em residências por choque e os principais tipos eletrodomésticos/eletroeletrônicos



Fonte: Martinho *et al.* (2022)

2.2.1.1.1 Acidentes com choque elétrico em Santa Catarina

Além dos números nacionais, o Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica de 2022 relata também os índices regionais e estaduais. Em Santa Catarina, o estudo apontou ao menos 33 mortes por choque elétrico em 2021, representando uma taxa de 4,497 mortes/milhão de habitantes, valor este, maior que o índice nacional (3,160 mortes/milhão) (MARTINHO *et al.*, 2022). Estes números tendem a ser maiores, visto que o estudo realizado é composto apenas pelas informações eletrônicas disponíveis nos meios de comunicação e colaboradores espalhados pelo país que atuam no setor elétrico e que informam acidentes nas suas respectivas regiões.

2.3 INCÊNDIO POR SOBRECARGA OU CURTO-CIRCUITO

Os circuitos elétricos precisam ser dimensionados para uma potência elétrica máxima, a fim de determinar qual a seção transversal do condutor que deverá ser

utilizada para este circuito e, ainda, determinar qual será a corrente nominal do disjuntor de proteção.

O curto-circuito é causado pela junção de dois ou mais cabos sem revestimento isolante, ocasionando um superaquecimento nos condutores devido ao aumento da corrente elétrica, podendo ocasionar um incêndio.

A sobrecarga em um circuito elétrico ocorre quando há a alimentação de diversas cargas em um mesmo circuito, excedendo a sua carga nominal. Neste caso, a corrente elétrica passa a ser maior que a suportada na instalação elétrica, como fios, cabos e tomadas, podendo ocasionar um incêndio. Outra causa de sobrecarga elétrica é o mal dimensionamento de cabos e disjuntores, fazendo com que a carga de um circuito exceda o valor máximo suportado.

De acordo com Martinho *et al.* (2022 p.49):

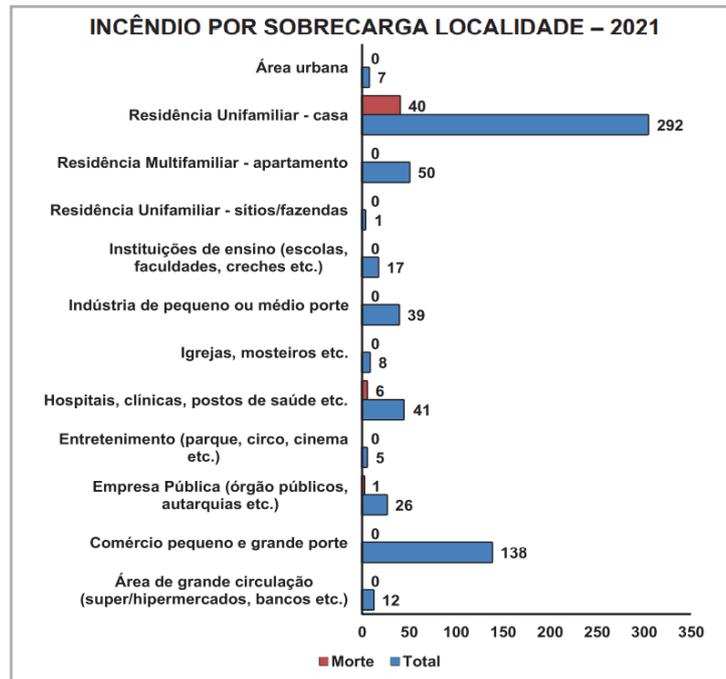
Os incêndios de origem elétrica têm como elemento inicial o superaquecimento dos condutores elétricos, inflamando o revestimento isolante normalmente plástico que os protegem de contato entre si, ou mesmo dos materiais em sua volta. Ao danificar a isolação devido a alta temperatura, os elementos laterais da instalação podem entrar em combustão, e iniciar, assim, um incêndio de origem elétrica.

2.3.1 Acidentes com incêndio por sobrecarga e curto-circuito no Brasil

Segundo Martinho *et al.* (2022), em 2021, o Brasil registrou 637 incêndios ocasionados por sobrecarga, vitimando 47 pessoas. A Figura 5 mostra o número de incêndios e mortes por sobrecarga com relação ao tipo de edificação. Um dado preocupante é o alto número de mortes ocasionadas pelos incêndios por sobrecarga envolvendo residências unifamiliares, totalizando 40 fatalidades, representando 85,11% das mortes registradas.

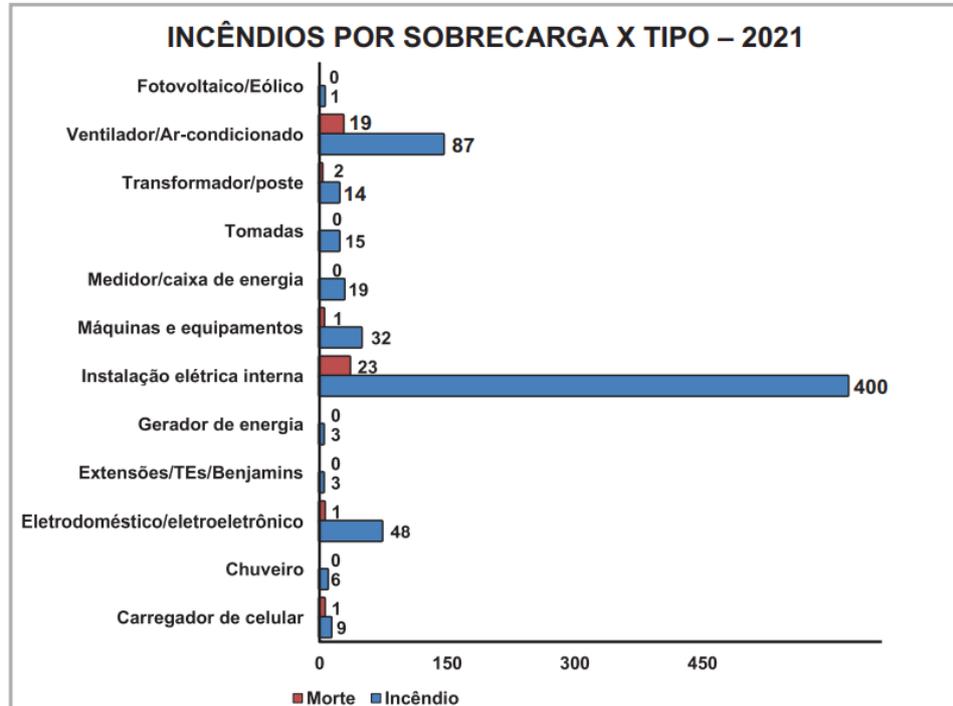
Martinho *et al.* (2022) relata também as maiores causas de incêndios por sobrecarga no ano de 2021, conforme a Figura 6.

Figura 5 – Acidentes e mortes por incêndio por sobrecarga e localidade



Fonte: Martinho *et al.* (2022)

Figura 6 – Maiores causas de incêndios e mortes por sobrecarga em 2021



Fonte: Martinho *et al.* (2022)

Nota-se que a maioria dos incêndios aconteceram nas instalações elétricas internas, promovidas pelo mal dimensionamento das instalações e falhas nos dispositivos de proteção.

2.3.1.1 *Acidentes com incêndio por sobrecarga ou curto-circuito em Santa Catarina*

Um levantamento do Corpo de bombeiros de Santa Catarina relatou que, em 2016, 60% dos incêndios em edificações aconteceram em residências unifamiliares, totalizando 781 imóveis. Destes, 69% foram causados por interferência humana, seja de forma indireta, geralmente por imprudência nas instalações elétricas, uso inadequado de eletrodomésticos, imprudência ou negligência, ou de forma direta, geralmente com dolo (CBMSC, 2017).

Dados do Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica relatam que, em 2021, Santa Catarina foi o terceiro estado com o maior número de incêndios por sobrecarga, totalizando 62 acidentes (Martinho *et al.*, 2022). O alto consumo e a falta de manutenção nas instalações certamente contribuem para o alto índice no estado. A Figura 7 mostra um incêndio ocasionado por uma sobrecarga no quadro de medição de uma edificação em Santa Catarina.

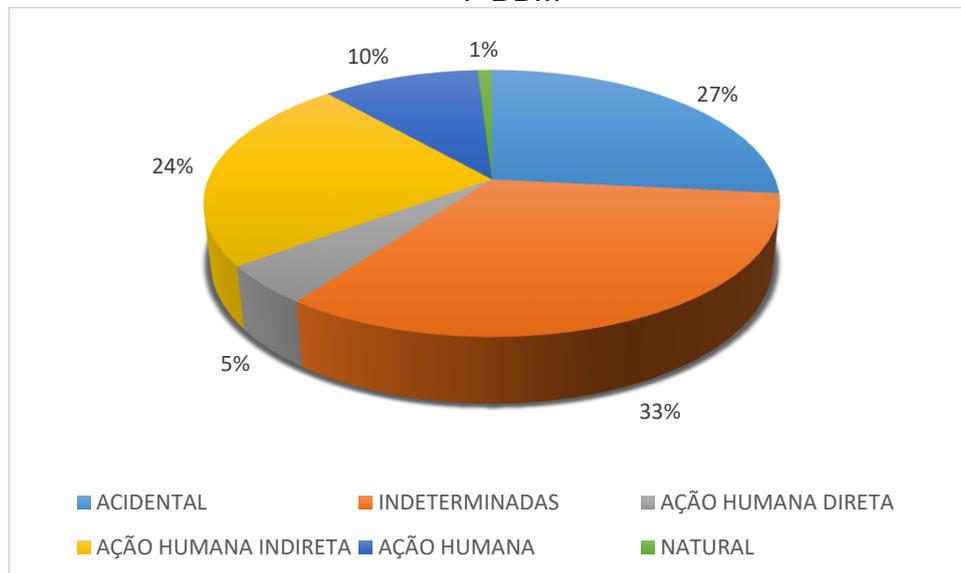
Figura 7 – Incêndio no quadro de medição de uma edificação



Fonte: Ducati (2022)

Segundo Ducati (2022), de 01 de janeiro à 03 de outubro de 2022, o 7º Batalhão de Bombeiros Militar de Santa Catarina (7º BBM), registrou 105 investigações de incêndios. As investigações são geradas somente em incêndios envolvendo edificações, onde é realizada uma perícia no local, a fim de tipificar o incêndio ocorrido. Das 105 investigações geradas no batalhão, 28 tiveram causas acidentais, que incluem causas termoelétricas (DUCATI, 2022). O Gráfico 1 mostra as principais causas de incêndios em edificações registradas no período mencionado.

Gráfico 1 – Causas de incêndios em edificações em Santa Catarina atendidas pelo 7ºBBM

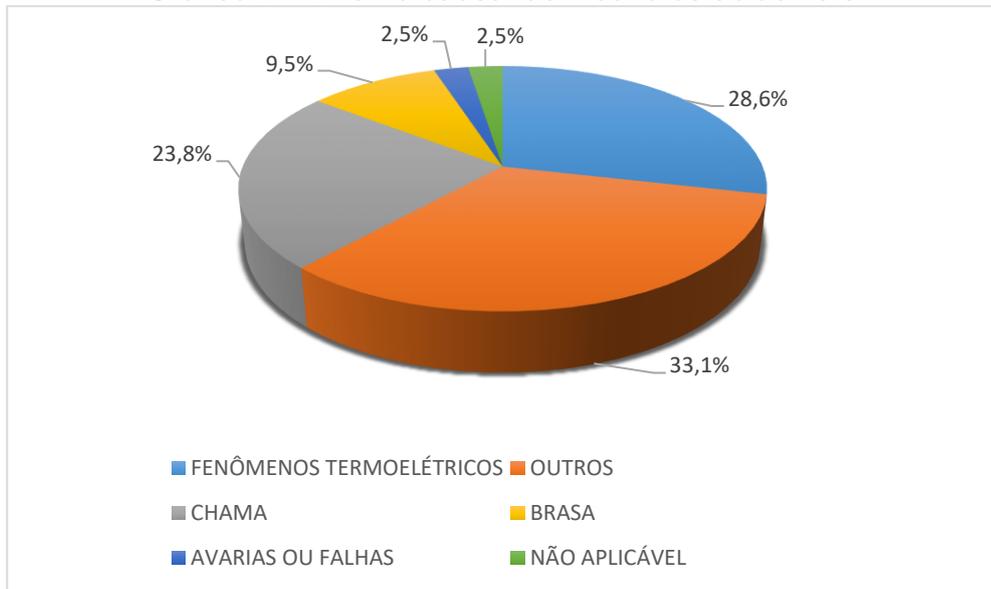


Fonte: Ducati (2022)

Ainda segundo Ducati (2022), o maior evento causal de incêndios acidentais no mesmo período foram os fenômenos termoelétricos, ocasionados por falhas elétricas, curto-circuito e sobrecarga, representando 28,6% dos eventos causais de incêndios de origem acidental em SC, como mostra o Gráfico 2.

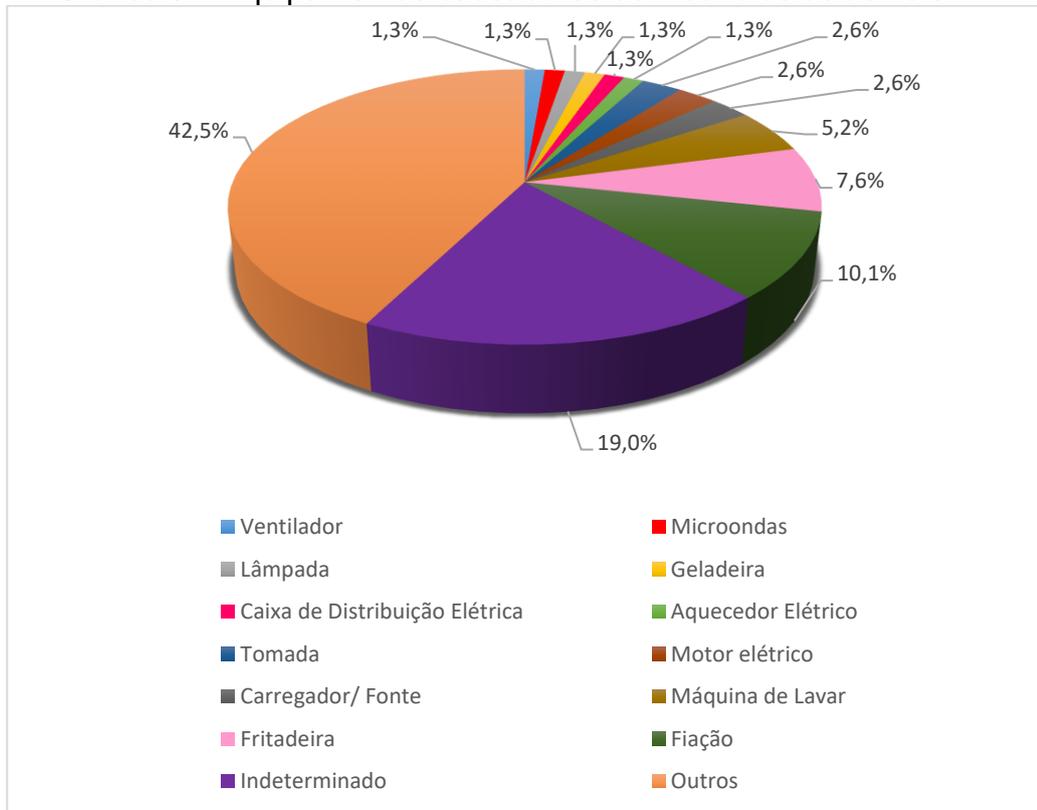
Segundo Ducati (2022), a fiação é a maior causadora de incêndios acidentais em edificações nas cidades atendidas pelo Batalhão em Santa Catarina. O Gráfico 3 apresenta os principais equipamentos que geraram incêndios no mesmo período.

Gráfico 2 – Evento causal de incêndios acidentais



Fonte: Ducati (2022)

Gráfico 3 – Equipamentos causadores de incêndios acidentais



Fonte: Ducati (2022)

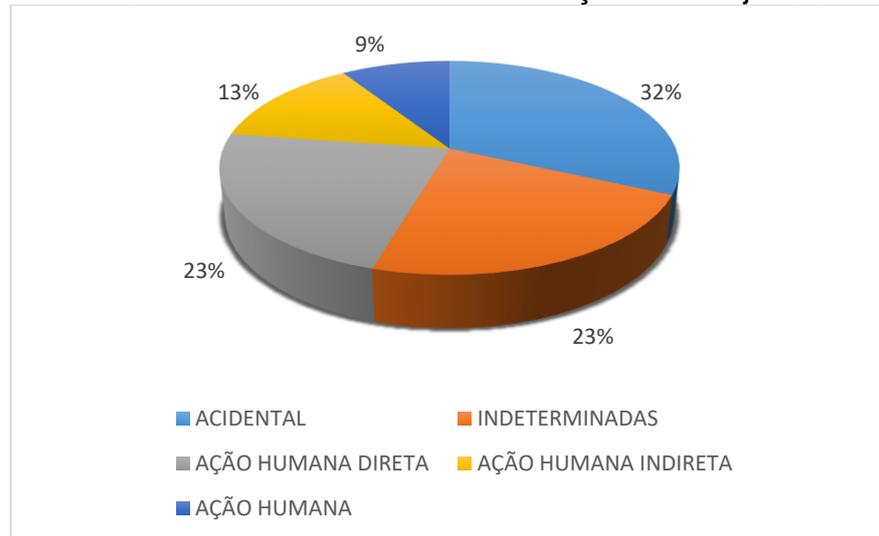
É notório que, após a fiação, a fritadeira é o principal causador de incêndios acidentais com 7,6%. A falta de dispositivos de segurança e o dimensionamento

incorreto dos circuitos são fatores que ajudam a colaborar com este índice. Por fim, na terceira colocação, têm-se a máquina de lavar, equipamento presente em mais de 2/3 das residências brasileiras e que, na maioria das vezes, não possui a instalação elétrica necessária para garantir a segurança do consumidor (ADABO, 2020).

2.3.1.1.1 Acidentes com incêndio por sobrecarga ou curto-circuito em Itajaí

Segundo o 7º BBM, de 01 de janeiro à 03 de outubro de 2022, a cidade de Itajaí, registrou 44 investigações de incêndios sendo 14 acidentais, como mostra o Gráfico 4 (DUCATI, 2022).

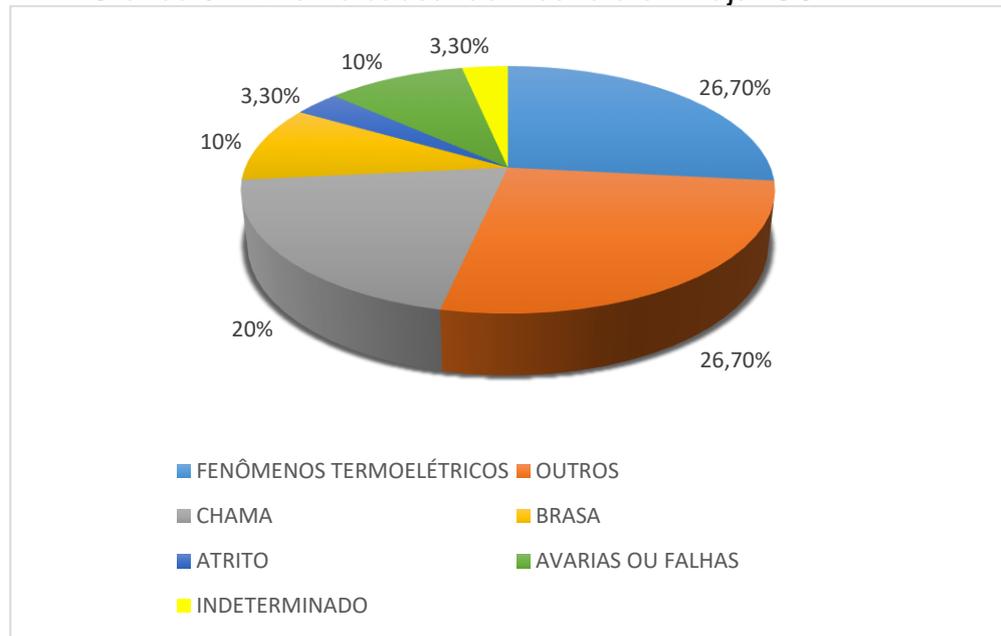
Gráfico 4 – Causas de incêndios em edificações em Itajaí-SC



Fonte: Ducati (2022)

Conforme Ducati (2022), o maior evento causal de incêndios acidentais em Itajaí no período citado anteriormente foram os fenômenos termoelétricos, ocasionados por falhas elétricas, curto-circuito e sobrecarga, representando 26,7% das causas de incêndios acidentais na cidade, como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Evento causal de incêndio em Itajaí-SC



Fonte: Ducati (2022)

2.4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A instalação elétrica é um conjunto de dispositivos e equipamentos que juntos possibilitam a instalação de energia em um projeto. A instalação é constituída por fios, cabos, dispositivos de comando e outros acessórios que relacionam a fonte geradora de energia e as cargas elétricas (INSTALAÇÕES, 2020).

As instalações elétricas são divididas em três tipos: residencial, comercial e industrial. A diferença entre elas se atribui ao grau de complexidade das instalações e o número de dispositivos e equipamentos utilizados. As instalações residências/prediais são mais básicas, uma vez que a sua utilização é baseada em iluminação e tomadas. Já as instalações comerciais são parecidas com as residenciais, porém com um número maior de componentes utilizados (cabos, fios, tomadas, disjuntores). Por fim, as instalações industriais possuem um maior nível de complexidade, uma vez que o nível de consumo de energia e a quantidade de equipamentos são mais elevados nesse tipo de ambiente (INSTALAÇÕES, 2018).

Dentre os diversos parâmetros encontrados nas instalações elétricas, o nível de tensão de alimentação e a potência instalada da unidade consumidora (UC) são os principais parâmetros aplicados para determinar se a instalação é de baixa tensão ou alta tensão (ARAÚJO, 2022).

2.4.1 Instalações elétricas de baixa tensão

As instalações elétricas de baixa tensão (BT), se aplicam principalmente às instalações em edificações residenciais e comerciais, trailers e instalações em canteiros de obras assim como outras instalações temporárias. Considera-se uma instalação elétrica de baixa tensão aquela que possui características de tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências menores que 400 Hz, ou menor ou igual a 1500 V em corrente contínua (ABNT, 2004).

Segundo Borges e Gomes (2019), a energia elétrica utilizada pelo consumidor final vem distribuída através de três fases distintas com frequência de 60 Hz em todo o território brasileiro. A energia elétrica sai das subestações e passa por transformadores localizados em locais estratégicos, afim de efetuar a distribuição da energia elétrica para o consumidor final em tensões nominais de 127 V e 220 V.

2.4.2 Componentes das instalações elétricas de baixa tensão

Segundo a NBR 5410 (ABNT, 2004), a escolha de qualquer componente e sua instalação deve obedecer às medidas de proteção, para garantir a segurança e um funcionamento adequado. De modo geral, a escolha dos componentes deve obedecer às condições de serviço, tais como: tensão nominal, frequência e corrente de projeto (JÚNIOR, 2016).

2.4.2.1 Quadro de medição - QM

O quadro de medição é responsável por acomodar o medidor de energia elétrica, eletrônico ou eletromecânico, e demais equipamentos de medição. O medidor, por sua vez, é o equipamento que fará a leitura de consumo de energia elétrica da unidade consumidora.

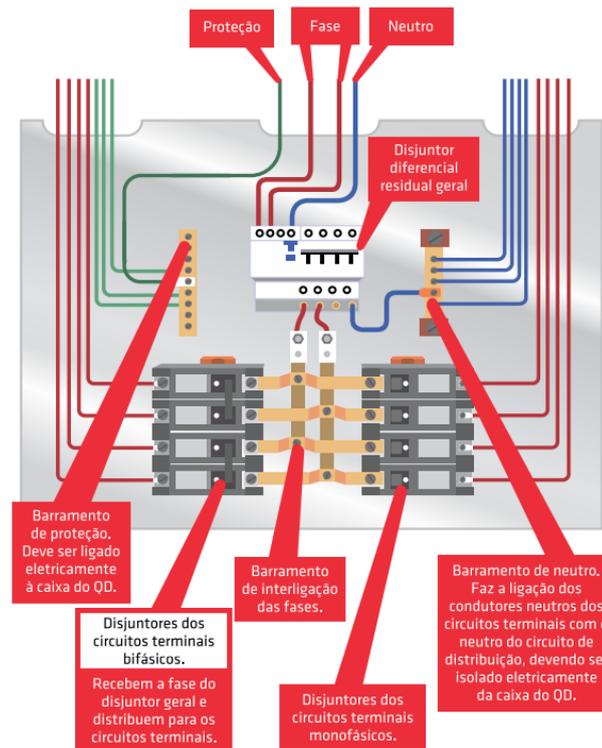
A instalação do quadro de medição deve estar sempre em conformidade com as normas brasileiras e da concessionária que fornecerá a energia elétrica. A Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A (CELESC), por exemplo, é a maior concessionária de energia elétrica de Santa Catarina, atendendo total ou parcialmente 280 municípios no Estado, e apresenta na norma técnica N-321.0001 os requisitos mínimos e as

diretrizes necessárias para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária (baixa tensão) na área de concessão da empresa (CELESC, 2019).

2.4.2.2 Quadro de distribuição - QD

O quadro de distribuição de uma instalação elétrica, conforme mostra a Figura 8, é o equipamento que reúne os dispositivos de controle e proteção dos circuitos, tais como: disjuntores residuais (DR) e disjuntores termomagnéticos (DTM), sendo o responsável pela distribuição da energia elétrica para os circuitos existentes no imóvel (JÚNIOR, 2016). Segundo a NBR 5410 “Os quadros de distribuição são considerados como conjuntos de proteção, manobra e comando.” (ABNT, 2004, p. 157).

Figura 8 – Exemplo de um QD para fornecimento bifásico



Fonte: Prysmian (2016)

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), o quadro de distribuição deve ser alocado em locais de fácil acesso, com um grau de proteção compatível com as influências externas previstas, possuir identificação nos componentes e na parte externa do quadro, de modo a evitar qualquer risco de confusão. Os quadros de

distribuição destinados a instalações residenciais devem também possuir uma advertência, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Advertência a ser fixada no quadro de distribuição

| ADVERTÊNCIA | |
|--------------------|--|
| 1. | Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, NUNCA troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem) simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola). |
| 2. | Da mesma forma, NUNCA desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (<i>dispositivo DR</i>), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO. |

Fonte: ABNT (2004)

Além de atender os dispositivos instalados, o quadro deve possuir uma capacidade reserva que permita a instalação de futuros circuitos ou dispositivos. O critério a ser utilizado para determinar a capacidade reserva do quadro de distribuição pode ser visto na Tabela 3 (ABNT, 2004).

Tabela 3 – Quadro de distribuição - Espaço Reserva

| Quantidade de circuitos efetivamente disponível N | Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos) |
|--|---|
| $N \leq 6$ | 2 |
| $7 \leq N \leq 12$ | 3 |
| $13 \leq N \leq 30$ | 4 |
| $N \geq 31$ | 0,15 N |

Fonte: ABNT (2004)

2.4.2.3 Condutores elétricos

Os condutores são componentes destinados à condução de corrente elétrica. Suas principais características são ditadas pela resistência mecânica e condutibilidade. Os condutores são feitos de cobre ou alumínio, com isolamento em PVC ou outros materiais previstos em normas, como EPR ou XLPE e podem ser vistos de duas formas: fio ou cabo. O primeiro é destinado para instalações que não exijam

dobras ou curvas, pois são formados por um único fio condutor (geralmente cobre) de maior rigidez. Já os cabos são ideais para instalações em que haja curvas, pois são formados por vários fios de espessura fina, ou seja, um elemento com diversos condutores e apresentam uma maior flexibilidade (GEBRAN E RIZZATO, 2017). Em ambientes residenciais, a utilização de condutores de cobre é unanimidade, visto que a norma NBR 5410 proíbe a utilização de condutores de alumínio em ambientes residenciais, devido à formação de óxido, podendo aquecer a superfície e conseqüentemente gerar um incêndio.

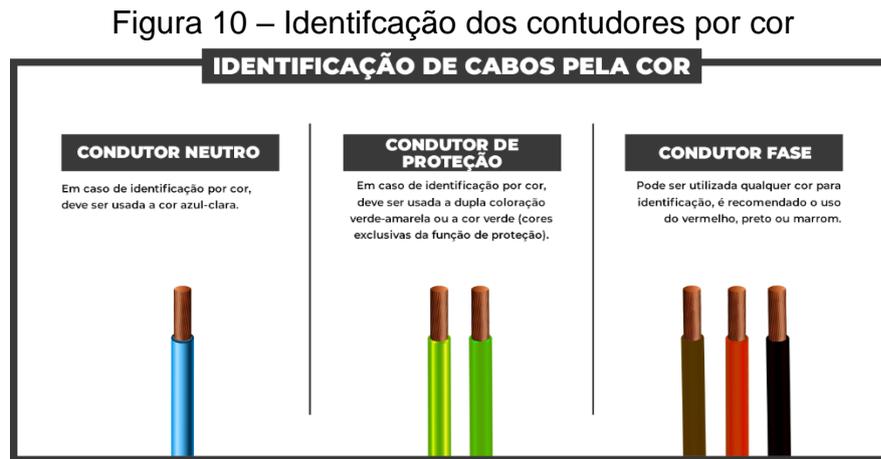
Júnior (2016) relata que um dos principais fatores determinantes na escolha de cabos e fios é a qualidade do material. Os condutores de segunda categoria, geralmente mais baratos, são confeccionados de cobre com altos índices de impurezas, o que impede a boa passagem de corrente elétrica e conseqüentemente geram aquecimento, trazendo riscos para as instalações elétricas e maiores gastos na conta de energia elétrica. Além do cobre de má qualidade, estes condutores podem ser confeccionados com a reutilização de fios e até mesmo do material isolante, podendo ocasionar diversos problemas como rachaduras, choques, fuga de corrente e curtos-circuitos, elevando as chances de incêndios.

Para comprar um material de qualidade e normatizado, o consumidor deve se atentar a algumas características. Mais maleável que um fio “original”, os fios e cabos que não seguem a norma geralmente não possuem a impressão em alto relevo do nome do fabricante, do selo do INMETRO, das especificações técnicas do material no próprio isolante que envolve o cobre e, principalmente, o número de registro do produto com validade. Este registro é muito importante, pois garante a procedência do material, podendo ser consultado diretamente no site do INMETRO. Outra maneira de identificar se o cabo possui a seção correta é efetuando a medição do cobre, além de buscar informações sobre marcas confiáveis no mercado (JÚNIOR, 2016)

2.4.2.3.1 Identificação dos condutores

A identificação dos condutores prevista na NBR 5410 é de extrema importância em uma instalação elétrica, pois além de manter a instalação mais organizada, facilita as manutenções, evitando riscos desnecessários para o profissional ou cliente. Quando identificado por cor, os condutores devem seguir os padrões estabelecidos pela norma, seguindo o critério de cada tipo de condutor. A cor

azul-claro é destinada ao condutor neutro, a dupla coloração verde-amarela ou verde é utilizada em condutores de proteção, o azul-claro com anilhas verde-amarelo para condutores PEN e as demais cores para os condutores de fase (ABNT, 2004). A Figura 10 mostra as cores utilizadas para a identificação de cada condutor de acordo com a sua funcionalidade no circuito.



Fonte: IDENTIFICAÇÃO (2022)

2.4.2.3.2 Dimensionamento dos condutores

O dimensionamento correto da seção mínima dos condutores é crucial para garantir a segurança do consumidor e da edificação. Segundo a NBR 5410 (ABNT, 2004), existem seis critérios para o dimensionamento correto de um condutor:

- Seção mínima;
- Queda de tensão;
- Proteção contra choques elétricos;
- Proteção contra sobrecargas;
- Proteção contra curto-circuito;
- Capacidade de condução de corrente.

Destaca-se que todos os seis critérios precisam ser avaliados e satisfeitos ao mesmo tempo, ou seja, o critério que levar ao condutor de maior área será o definidor da seção do condutor (CREDER, 2021).

Conforme expresso na NBR 5410, existe um diâmetro mínimo para cada tipo de circuito utilizado em uma instalação residencial. Para os circuitos de iluminação, os

condutores de cobre isolados devem possuir no mínimo 1,5 mm². Já para os circuitos de força, como TUE e TUG, o valor mínimo da seção é de 2,5 mm² (ABNT, 2004).

O mesmo autor ainda destaca que nas instalações elétricas monofásicas e bifásicas, os condutores de fase e neutro deverão possuir a mesma seção nos circuitos. Já nas instalações trifásicas com neutro cujo os condutores de fase tenham uma seção superior a 25 mm², a seção do condutor neutro poderá ser inferior à dos condutores de fase quando as três condições seguintes forem atendidas simultaneamente:

- a) o circuito for presumivelmente equilibrado;
- b) a corrente das fases não conterem uma taxa de terceira harmônica e múltiplos superior a 15%;
- c) o condutor for protegido contra sobrecorrentes.

Para o condutor de proteção, deve-se adotar a mesma seção que os condutores de fase quando estes possuírem no máximo 16mm². Para condutores de fase com seção entre 16mm² e 35mm², adota-se 16mm² para o condutor de proteção. Por fim, condutores de fase com seção maior que 16mm², adota-se a metade desta seção para o condutor de proteção. Caso o cálculo condizer com seções não padronizadas, deve ser escolhido o condutor com a seção padronizada mais próxima (ABNT, 2004).

2.4.2.4 *Eletrodutos*

Os eletrodutos – conduítes são indispensáveis em uma instalação elétrica. Estes tubos, metálicos ou isolantes, embutidos ou não, possuem a função de abrigar e proteger os condutores elétricos de influências externas como colisões ou agentes químicos que poderiam danificá-los.

Os eletrodutos são classificados de acordo com a flexibilidade, o material do qual são feitos, sua espessura e formas de conexão. O eletroduto flexível corrugado, por exemplo, é o mais popular e usado na maioria das instalações elétricas residenciais.

A NBR 5410 admite somente eletrodutos não-propagantes de chama em instalações de baixa tensão, trazendo uma maior segurança para as instalações (ABNT, 2004). Já os eletrodutos propagantes de chama, não permitidos por norma e que geralmente são mais baratos, trazem um grande risco para o consumidor e

certamente contribuem para o elevado número de vítimas de incêndios de origem elétrica, pois são fabricados com materiais de baixa qualidade que ajudam a propagar o fogo em caso de incêndios.

2.4.2.4.1 Dimensionamento dos eletrodutos

O dimensionamento dos eletrodutos permite que os cabos e fios possam ser instalados e removidos com facilidade. De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), os eletrodutos devem possuir as seguintes taxas de ocupação:

- a) 53% no caso de um condutor;
- b) 31% no caso de dois condutores;
- c) 40% no caso de três ou mais condutores.

Outro fator que justifica a taxa de ocupação é a capacidade de condução de energia elétrica dos condutores. Quanto mais cabos e circuitos estiverem passando em um mesmo eletroduto, maior será o calor gerado dentro do mesmo. À medida que este calor vai aumentando no eletroduto, a capacidade de corrente elétrica dos fios e cabos diminuem, podendo ocasionar mal funcionamento de equipamentos e riscos para a instalação.

2.4.2.5 *Dispositivos de proteção*

Dentro de uma instalação elétrica residencial, comercial ou industrial, todos os circuitos devem ser protegidos contra sobrecarga e curto-circuito, a fim de garantir a segurança das instalações, equipamentos e do consumidor. Para esse propósito, existem alguns dispositivos que podem ser utilizados para alcançar tal objetivo, como disjuntores e sistemas de aterramento (SUMARIVA e SILVA, 2018).

2.4.2.5.1 Disjuntor Termomagnético

O disjuntor termomagnético é um dispositivo eletromecânico que atua como um interruptor automático, interrompendo o fluxo de corrente elétrica em caso de curto-circuito ou sobrecarga. Para o primeiro caso, a proteção se dá a partir do desarme ocasionado pelo campo magnético gerado pela corrente de curto-circuito em uma pequena bobina interna. Já no segundo caso, o disjuntor irá atuar a partir do

aquecimento gerado pela sobrecarga, que acaba deformando, de maneiras distintas, duas lâminas internas pelo calor, abrindo o contato mecânico (BRUNELLO, 2020).

Outra função do disjuntor é operar como um interruptor manual, fechando e abrindo circuitos, interrompendo a energia elétrica apenas nos locais em que se deseja efetuar a troca de um equipamento ou manutenções dos circuitos.

Segundo Gebran e Rizatto (2017), o disjuntor possui três funções básicas:

- Proteção de equipamentos: proteção contra sobrecarga, pelo disparo do dispositivo térmico.
- Dispositivo de manobra: possibilita a abertura e o fechamento de circuitos a fim de efetuar a manutenção na instalação.
- Proteção dos condutores: proteção dos condutores em caso de curto-circuito e sobrecarga, pelo disparo do dispositivo magnético e térmico respectivamente.

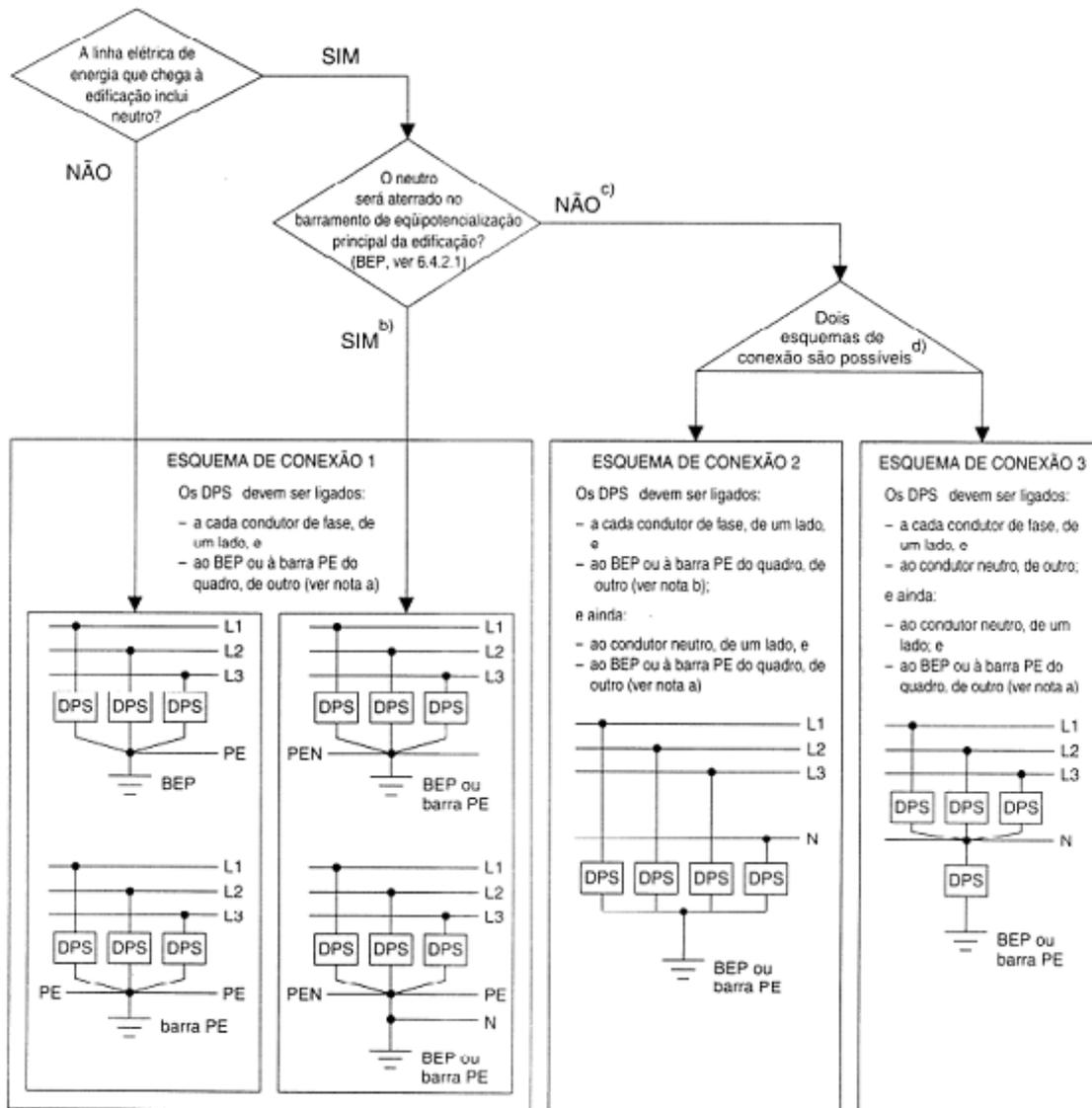
2.4.2.5.2 Dispositivo de proteção contra surtos - DPS

O DPS é um dispositivo utilizado para proteger as instalações elétricas e os equipamentos elétricos e eletrônicos contra sobretensões, surtos ou transientes diretos ou indiretos, gerados pela queda de raios próximos as edificações ou por manobras das concessionárias, evitando a queima dos equipamentos. Quando é detectada uma sobretensão, esses dispositivos são capazes de atuar rapidamente abrindo um caminho de baixa impedância, oferecendo um caminho com menor oposição a passagem de corrente elétrica, escoando toda a energia para o sistema de aterramento, protegendo a instalação e seus equipamentos (AVILA, 2010).

A NBR 5410, estabelece que todas as edificações dentro do território brasileiro que forem alimentadas total ou parcialmente por linha área e se situarem em regiões onde há ocorrência de trovoadas em mais de 25 dias por ano, devem ser providas de DPS. Quando a instalação estiver situada no exterior das edificações, expostas a descargas elétricas diretas, o DPS também é obrigatório (ABNT,2004).

A Figura 11 mostra os diferentes esquemas de ligação do DPS, a depender do local:

Figura 11 – Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação



Fonte: ABNT (2004)

2.4.2.5.3 Diferencial residual - DR

O dispositivo diferencial residual (DR), é um dos principais dispositivos de segurança de uma instalação, sendo responsável pela segurança do consumidor contra choques elétricos, sendo este o maior causador de fatalidades envolvendo a eletricidade em ambientes domésticos. Segundo CHIA LI *et al.* (1998), o DR possui a função de interromper a passagem de corrente elétrica fornecida a uma carga, quando há uma corrente que flui para a terra (fuga de corrente ou choque) e essa excede um valor máximo determinado, trazendo segurança à instalação e ao usuário.

Appel (2019, p 28.) diz que:

Os dispositivos à corrente diferencial-residual (DR) constituem-se no meio mais eficaz de proteção das pessoas e animais contra choques elétricos. Estes dispositivos permitem o uso seguro e adequado da eletricidade, reduzindo o nível de perigo às pessoas, as perdas de energia e os danos às instalações, porém sem dispensar outros elementos de proteção (disjuntores, fusíveis etc.). A sua aplicação é específica na proteção contra a corrente de fuga.

Os dispositivos DR são divididos em dois tipos: disjuntor diferencial residual (DDR) e interruptor diferencial residual (IDR). Ambos os dispositivos proporcionam proteção contra choque elétrico aos indivíduos, suas diferenças são: IDR possui somente a função de desligar o circuito caso exista uma corrente de fuga de valor maior que o estipulado. Já o DDR possui as funções de IDR e disjuntor num mesmo dispositivo, protegendo o circuito contra correntes de fuga, curto-circuito e sobrecargas (NERY, 2018).

O mesmo autor ainda destaca que os dispositivos DR de corrente nominal residual ($I_{\Delta n}$) de até 30 mA, são destinados à proteção de seres vivos, pois este valor garante que todos os usuários não sofrerão danos fisiológicos. Já os dispositivos de correntes nominais residuais ($I_{\Delta n}$) maiores (100 mA, 300 mA, 500 mA ou superiores), são destinados apenas à proteção patrimonial, (redução dos riscos de incêndios por exemplo).

Segundo a ABNT (2004), a NBR 5410 determina que o uso dos dispositivos diferenciais residuais de alta sensibilidade, isto é, com corrente nominal residual igual ou inferior a 30 mA, é obrigatório nos seguintes casos:

- a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- b) os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d) os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em copas, cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

e) os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

Mesmo não sendo obrigatório nos demais circuitos, a NBR 5410 recomenda a instalação do dispositivo em todos os circuitos, garantindo uma maior proteção para o consumidor. Quando não for possível a instalação nos demais circuitos, a utilização de um DR em série ao disjuntor geral é uma alternativa válida, porém os critérios de obrigatoriedade devem ser seguidos (ABNT, 2004).

O mesmo autor recomenda que todos os fios do circuito devem obrigatoriamente passar pelo DR, o fio terra (proteção) nunca deverá passar pelo dispositivo e o neutro não pode ser aterrado após ter passado pelo dispositivo DR (ABNT, 2004).

2.4.2.6 *Aterramento*

O aterramento elétrico é um sistema que consiste em conduzir correntes e descargas elétricas de qualquer origem, sejam descargas atmosféricas, correntes de fuga, correntes de curto-circuito, ou qualquer outro tipo que possa, diretamente ou indiretamente levar alguma ameaça às instalações elétricas e indivíduos, para a terra (MACHADO, 2017).

Na NBR 5410, o aterramento em edificações é obrigatório, sendo essencial para manter a segurança das pessoas e das instalações. O choque elétrico, como visto anteriormente, é o principal causador de mortes de origem elétrica em ambientes residenciais, contribuídos pela falta de aterramento nas edificações (ABNT, 2004).

A ABRACOPEL (2016, p. 15) relata que “Em 2002, na cidade de São Paulo, 90% dos imóveis pesquisados na época não possuíam o condutor de proteção – fio terra instalado.”. Certamente o cenário melhorou muito nos últimos anos, principalmente nas edificações mais novas, porém em residências mais antigas, os números ainda são preocupantes (ABRACOPEL, 2016).

Segundo ABNT (2004), a NBR 5410 classifica o aterramento nas instalações elétricas como: aterramento funcional e aterramento de proteção. O aterramento funcional consiste na ligação de um condutor ativo do sistema à terra (geralmente o

neutro) visando o ao correto funcionamento da instalação. Já o aterramento de proteção consiste na ligação das massas e condutores diferentes à instalação à terra, de modo a proteger os indivíduos por choque elétrico via contato direto.

2.4.3 Projeto de instalações elétricas

O projeto de instalações elétricas nada mais é do que uma representação gráfica e escrita da instalação elétrica da edificação, com todos os detalhes, de modo a descrever a posição de eletrodutos, tomadas, interruptores, além de fornecer detalhes sobre circuitos e dispositivos de segurança (JÚNIOR, 2016).

Segundo Araújo (2016, p.18)

Um projeto elétrico deve ser dinâmico, flexível, e ainda apresentar os requisitos mínimos para o bom funcionamento da instalação, tais como: ter tomadas nos lugares apropriados, interruptores suficientes, disjuntores bem dimensionados e um sistema de aterramento que proporcione a potencialização das massas situadas no interior da edificação para que ocorra o seccionamento automático da alimentação caso surja o aparecimento de tensão de contato perigosa.

A elaboração do projeto elétrico, quando efetuado e executado de maneira correta, com materiais e dispositivos de qualidade, proporciona uma economia na aquisição de materiais, evitando o superdimensionamento de dispositivos, cabos e outros itens utilizados nas instalações, além de proporcionar uma organização da instalação elétrica, promovendo um local de maior segurança e diminuindo substancialmente a aparição de problemas como sobrecarga, choque elétrico e curto-circuito (JÚNIOR, 2016).

2.4.3.1 Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial

O projeto elétrico residencial, embora considerado de extrema importância, não é exigido na grande maioria das prefeituras e concessionárias, elevando assim o número de instalações elétricas irregulares. Apesar disso, a elaboração do projeto

conforme as normas vigentes são indispensáveis, quando pretende-se garantir a segurança da edificação e dos usuários.

2.4.3.1.1 Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial em Santa Catarina

No Estado de Santa Catarina, a CELESC é responsável por determinar os requisitos para que se possa obter energia da concessionária.

Segundo CELESC (1999), a exigência de projetos elétricos é aplicada somente para edifícios de uso coletivo, com quatro ou mais medidores, além de unidades consumidoras que possuem mais de 50 kW de potência instalada.

2.4.3.1.2 Obrigatoriedade do projeto elétrico residencial em Camboriú

A prefeitura de Camboriú, na lei complementar Nº 88/2017, referente ao código de obras do município de Camboriú, cita no Art. 496º que: “A instalação dos equipamentos de energia elétrica das edificações será projetada de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e os regulamentos da concessionária local.” (CAMBORIÚ, 2017). No entanto, a prefeitura municipal não exige o projeto elétrico para se obter o licenciamento de obras ou a vistoria e habite-se, desestimulando assim a elaboração de projetos elétricos.

2.4.3.2 *Normas aplicáveis*

A confiabilidade das instalações elétricas é um fator determinante para a segurança familiar, e, para que isso seja possível, necessita-se de normas.

Segundo Silva (2019, p.893) “As normas existem para padronizar, trazer igualdade às instalações elétricas e melhorar o âmbito de qualidade das mesmas e foi criada justamente para garantir a segurança de equipamentos e pessoas.”

2.4.3.2.1 NBR 5410/2004

Criada pela ABNT, a NBR 5410 é a norma técnica brasileira que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança e funcionamento adequado das instalações em edificações residenciais, comerciais,

públicas, industriais, de serviços, agropecuárias, pré-fabricadas, áreas descobertas externas às edificações, reboques de acampamentos (*trailers*), locais de acampamento (*campings*), marinas, canteiros de obras, feiras, e instalações temporárias em geral (ABNT, 2004).

Segundo o mesmo autor, com a NBR 5410 é possível determinar os componentes da instalação, dimensionamentos, proteções, além de obter dados específicos referente à cada tipo de instalação, servindo de base para os profissionais técnicos responsáveis.

Por fim, a norma estabelece todas as condições necessárias para obter a proteção contra choques elétricos, sobrecargas, curtos-circuitos e sobretensões, a fim de proporcionar uma instalação elétrica segura ao consumidor, minimizando os riscos de acidentes elétricos (ABNT, 2004).

2.4.3.2.2 N-321.0001

Criada pela CELESC, a norma técnica N-321.0001 estabelece os padrões de entrada de serviço de energia elétrica nas unidades consumidoras individuais e agrupamento de até 3 unidades monofásicas, atendidas por meio de rede aérea ou subterrânea, ligadas ao sistema elétrico da empresa, em tensão secundária, em quase todo o estado de Santa Catarina (CELESC, 2019).

Segundo CELESC (2019):

As exigências aqui apresentadas estão em consonância com as regulamentações do órgão regulador, ANEEL, e as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Todavia, em qualquer ponto em que porventura surgirem divergências entre esta Norma e as Normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Segundo o mesmo autor, a N-321.0001 estabelece padrões construtivos, que, somados às demais especificações, visam a uniformização de procedimentos dentro das exigências de segurança e técnicas recomendadas pelos órgãos regulamentadores, proporcionando maior comodidade e segurança ao consumidor (CELESC, 2019).

2.4.3.3 O software Revit

O cenário atual de projetos elétricos na construção civil busca diminuir as diferenças entre os ambientes virtual e real. Embora algumas ferramentas já estejam bem consolidadas, a evolução da tecnologia continua proporcionando melhorias nos softwares, facilitando o trabalho de engenheiros e projetistas. Um exemplo desta evolução é a substituição de *softwares* CAD, por *softwares* BIM, como o Revit (SILVA, BORGES, OBESO, 2017).

O *software* Revit é uma ferramenta que utiliza o conceito BIM (*Building Information Modeling* ou modelagem da Informação da Construção) como base, na qual as edificações são criadas de maneira virtual, em 3D, permitindo uma visualização quase real do empreendimento.

Segundo Netto (2020), esta forma de projetar traz uma série de benefícios, tais como:

- Examinar a edificação de qualquer ponto;
- Testar e analisar a edificação;
- Verificar interferências entre as várias disciplinas atuantes na construção;
- Quantificar os elementos necessários à construção;
- Simular a construção e analisar os custos em cada uma das fases;
- Gerar uma documentação vinculada ao modelo que seja fiel a ele.

Netto (2020, p. 24) diz que:

Por se tratar de um modelo virtual, é possível utilizar informações reais para analisar conflitos de projeto, realizar estudo de insolação, uso de energia, entre outras facilidades. Os construtores do projeto têm a facilidade de simular várias opções de construção, economizando material e tempo de obra.

O *software* Revit é utilizado para modelar todas as disciplinas (arquitetura, estrutural, mecânica, elétrica e hidráulica), permitindo a interação entre elas. Além da modelagem 3D, o Revit permite a parametrização, ou seja, o usuário pode modificar e acrescentar parâmetros, tornando o projeto mais completo e realista. A criação de famílias é outra ferramenta muito importante, certamente um diferencial do *software*,

proporcionando ao usuário a possibilidade de criar componentes elétricos, como painéis, eletrodutos, tomadas e qualquer elemento que faça parte de uma instalação elétrica.

3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentados os dados iniciais obtidos para a análise da residência, os procedimentos realizados e os materiais utilizados para a realização do trabalho, separados em etapas, de modo a facilitar o seu entendimento.

3.1 ESTUDO DE CASO

Inicialmente, realizou-se um estudo de caso de uma residência unifamiliar, a fim de levantar as informações da residência e das instalações elétricas nela presente, de modo a advertir as pessoas quanto aos riscos, devido a utilização de uma instalação sem dispositivos de segurança e mal dimensionada. Nesta etapa, realizou-se os seguintes procedimentos:

1. Escolha de uma residência na cidade de Camboriú/SC;
2. Elaboração de um questionário;
3. Análise visual da instalação elétrica;
4. Registro escrito e fotográfico da instalação elétrica;
5. Elaboração do projeto arquitetônico da residência no *software* Revit;
6. Cadastro da planta baixa elétrica presente na residência;
7. Elaboração do projeto elétrico da residência conforme a NBR 5410;
8. Estimativa de custos.

3.1.1 Informações da Residência

O estudo de caso foi realizado em uma residência unifamiliar, de alvenaria, com 86,62 m² de área construída, localizada no bairro Rio Pequeno no município de Camboriú/SC. A residência é considerada de padrão normal e foi construída em 2006, possuindo 16 anos de utilização.

3.1.1.1 *Informações das instalações elétricas*

Com o intuito de obter informações relacionadas a instalação elétrica presente na residência, elaborou-se um questionário para que o proprietário pudesse informar

algumas características e fatos acontecidos na residência. Paralelamente ao questionário, a análise visual da instalação por meio de visitas técnicas ao local foi realizada.

3.1.1.1.1 Questionário

O questionário foi elaborado e disponibilizado ao proprietário do imóvel em formato impresso, a fim de obter informações da residência e a visão dos usuários quanto a possibilidade de ocorrer acidentes e falhas de origem elétrica. Para que não houvesse nenhum tipo de problema ao proprietário, manteve-se o anonimato do mesmo e do local exato da residência.

As perguntas realizadas no questionário foram relacionadas exclusivamente a instalação elétrica do imóvel, enfatizando na segurança, permitindo ao proprietário uma resposta simples e objetiva. As perguntas e respostas do questionário realizado estão disponíveis no Apêndice A.

Em posse das respostas do questionário, foi possível obter as informações necessárias sobre a residência, permitindo a análise mais aprofundada da instalação, identificando os problemas relatados pelos usuários e os padrões seguidos no imóvel.

3.1.1.1.2 Análise visual

A análise visual foi realizada a partir de visitas técnicas realizadas no imóvel, com o auxílio de uma trena de 10 m e um multímetro, a fim de complementar a obtenção de dados do questionário. A partir das visitas foi possível analisar e registrar a real condição da instalação elétrica na residência, bem como fazer os levantamentos dos pontos de iluminação, tomadas, circuitos, interruptores e dispositivos de segurança. Com isso, foi possível efetuar a realização dos dimensionamentos e do projeto elétrico respectivamente, além de efetuar as medidas dos cômodos para a realização do cadastro arquitetônico, tomando como base os critérios determinados pela NBR 5410.

3.1.1.2 *Estado atual da instalação elétrica*

A partir das visitas técnicas realizadas, buscou-se possíveis problemas nas instalações elétricas, não sendo muito difícil de encontrar alguns pontos em desacordo com as normas NBR 5410 da ABNT e N-321-0001 da CELESC.

A começar pela entrada de energia, a residência possui um sistema monofásico de 220 V, alimentada por 2 condutores de cobre de 10 mm², com isolamento em PVC, sem a presença de DPS no medidor da propriedade, deixando a residência vulnerável contra surtos. Este item é de uso obrigatório, previsto pela norma da concessionária (CELESC,2019). Outro grande problema encontrado foi a falta do sistema de aterramento, item este obrigatório nas duas normas, mas que não está instalado, elevando assim os riscos de acidentes em caso de choques elétricos.

O quadro de distribuição é alimentado por dois condutores PVC de 10 mm² em ramal aéreo, com um disjuntor de 30 A, sendo este insuficiente para as cargas instaladas na casa. No quadro de distribuição (Figura 12), nota-se a falta da etiqueta de advertência, também de uso obrigatório. Abrindo o quadro de distribuição, a falta dos dispositivos DR e DPS refletem a falta de segurança da residência. O primeiro, é considerado um dos mais importantes dispositivos da instalação, responsável por proteger os usuários contra choques, e obrigatório segundo a NBR 5410. Já o segundo é importante para proteger principalmente os equipamentos, tendo o seu uso também obrigatório segundo a mesma norma (ABNT, 2004).

Figura 12 – Quadro de distribuição



Fonte: Autor (2022)

Outro ponto observado foi a divisão dos circuitos e seus dispositivos de proteção. A iluminação da residência é dividida em 2 circuitos, área social e dormitórios, protegidos por um disjuntor de 15 A cada. Os condutores utilizados são de PVC com seção nominal de 2,5 mm² para fase e neutro e 1,5 mm² para os retornos. A iluminação externa é alimentada pelo mesmo circuito interno. Já os circuitos das tomadas da residência foram separados da seguinte forma: tomadas dos dormitórios 1 e 2, sala, cozinha e banheiro formam o grupo 1 enquanto as tomadas da área de serviço e área externa formam o grupo 2. Ambos os circuitos utilizam cabos de PVC de 2,5 mm² e disjuntores de 25 A respectivamente, mas estão em desacordo com a NBR 5410, pois não possuem dispositivos DR e nem o condutor de proteção, além de estarem mal dimensionados, visto que a norma obriga a utilização de circuitos independentes para ambientes de área molhada, como cozinhas, lavanderias e banheiros.

No dormitório 2, nota-se ainda a falta de um circuito independente para o ar-condicionado. O mesmo acontece para o forno elétrico localizado na cozinha, elevando as chances de ocasionar uma sobrecarga no local.

Outra inconformidade com a norma encontrada foi o circuito da tomada do banheiro, ligada no circuito de tomadas de uso comum, mas que deveria estar em um circuito independente. Na sala, o mal dimensionamento faz com que os usuários utilizem benjamins para obterem mais entradas de tomadas, o que não é correto, uma vez que a utilização destes dispositivos eleva as chances de curto-circuito e sobrecarga.

O chuveiro instalado na residência é alimentado por uma fase e pelo neutro, ambos de PVC de 4 mm², protegido por um disjuntor de 25 A. Observa-se a falta do condutor de proteção e do dispositivo residual, gerando riscos de choques elétricos aos usuários, como mostra as Figuras 13 e 14. Outro problema no circuito do chuveiro é o dimensionamento antigo realizado, visto que o chuveiro atual instalado possui uma corrente nominal maior que a suportada pelo cabo e disjuntor, gerando uma configuração propícia para uma sobrecarga, podendo provocar um incêndio na edificação.

Na área de serviço, a falta de pontos de tomadas faz com que os usuários optem pela utilização de multiplicadores de tomadas e extensões, gerando riscos de acidentes, como mostra as Figuras 15 e 16.

Figura 13 – Chuveiro com a instalação elétrica inapropriada



Fonte: Autor (2022)

Figura 14 – Circuito do chuveiro sem o condutor de proteção



Fonte: Autor (2022)

Figura 15 – Tomada na área de serviço com multiplicador de tomadas



Fonte: Autor (2022)

Figura 16 – Extensão na área de serviço



Fonte: Autor (2022)

Outro problema encontrado foi a instalação de uma tomada sobreposta a parede (Figura 17), utilizando fios de baixa qualidade e de incorreta instalação, visto que a utilização de cabos colados na parede não é permitida.

Figura 17 – Tomada sobreposta na área de serviço

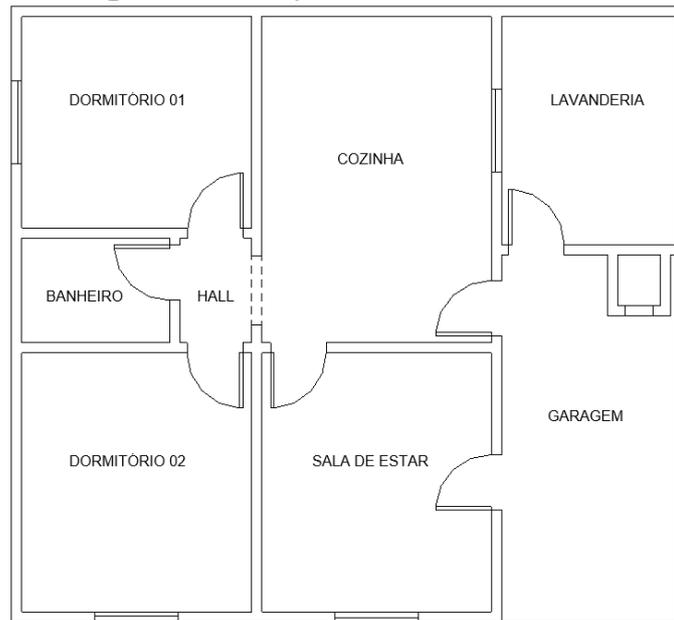


Fonte: Autor (2022)

3.1.1.3 Cadastro arquitetônico

A partir das medições realizadas, efetuou-se o cadastramento arquitetônico da residência, com o auxílio do *software* Revit, representando todos os ambientes, conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 – Arquitetônico da residência

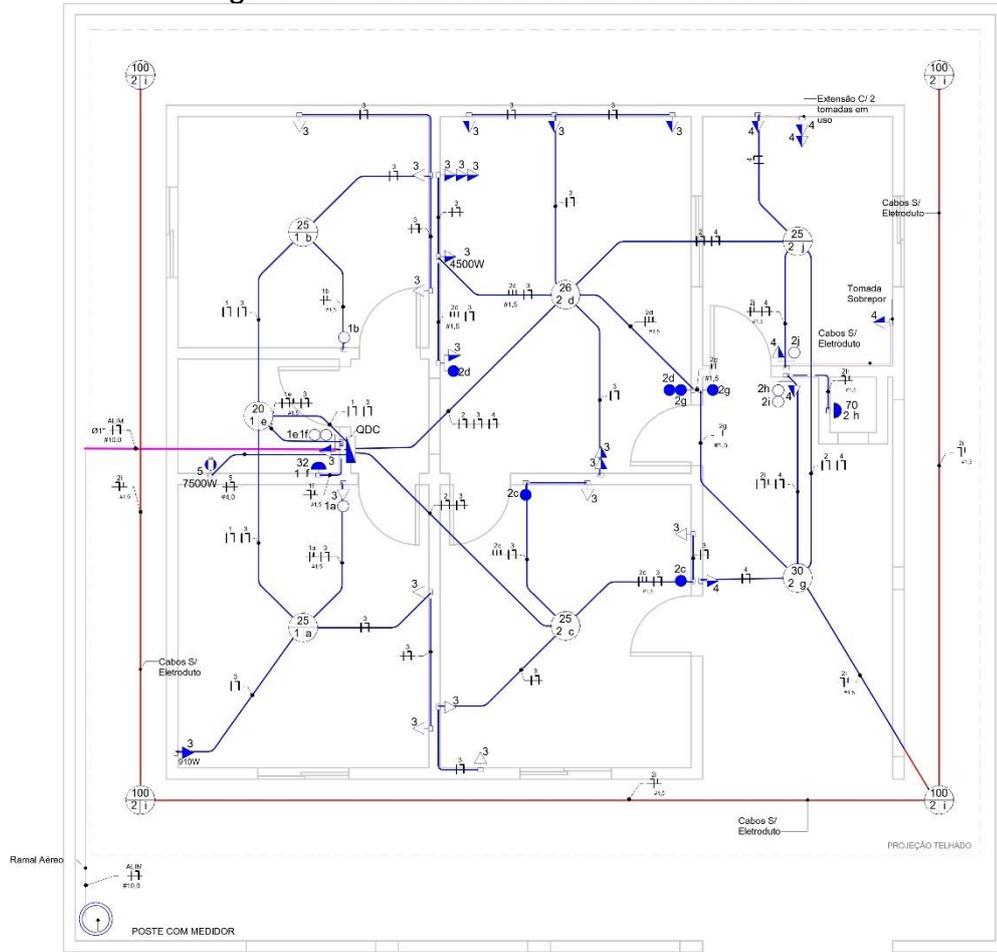


Fonte: Autor (2022)

3.1.1.4 Cadastro elétrico

A etapa do cadastramento elétrico da residência foi realizada através do levantamento da instalação elétrica presente no imóvel. Primeiramente, anotou-se a localização dos pontos de iluminação, interruptores, tomadas, quadro de medição e o quadro de distribuição. Em seguida, realizou-se a identificação dos circuitos, como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Cadastro elétrico da residência



| LEGENDA | |
|------------|--|
| SIMBOLOGIA | ESPECIFICAÇÃO |
| | TOMADA 2P+T, 10A A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | TOMADA 2P+T, 20A A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | PONTO DE FORÇA COM PLACA SAÍDA DE FIO, A 220cm do PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 1 TECLA SIMPLES A 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 2 TECLAS SIMPLES A 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 3 TECLAS SIMPLES A 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 1 TECLA PARALELO A 110cm DO PISO ACABADO |
| | CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM TAMPA CEGA A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | PONTO DE LUZ EMBUTIDO NO TETO, CIRCUITO, RETORNO E POTÊNCIA INDICADOS |
| | PONTO DE LUZ NA PAREDE, CIRCUITO, RETORNO E POTÊNCIA INDICADOS, A 180cm DO PISO ACABADO |
| | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, INSTALADO EMBUTIDO NA PAREDE A 150cm DO PISO ACABADO |
| | CONDUTORES NEUTRO, FASE, TERRA E RETORNO, RESPECTIVAMENTE |
| | ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO PVC ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |
| | ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO PVC ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO PISO |
| | ELETRODUTO PEAD ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |
| | ELETRODUTO PEAD ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO PISO |
| | ELETRODUTO ROSCÁVEL ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2 Projeto elétrico

Com o levantamento dos dados *in loco* concluídos, elaborou-se o projeto elétrico da residência de acordo com a norma NBR 5410, sendo essa norma a responsável por determinar os critérios de instalações em baixa tensão.

3.1.2.1 Previsão de cargas

Para a elaboração do projeto elétrico, efetuou-se primeiramente a previsão de cargas do imóvel, a fim de obter as informações sobre o tipo de ligação e a correta distribuição dos circuitos.

3.1.2.1.1 Previsão de cargas de iluminação

Para o dimensionamento dos pontos de iluminação utilizou-se os critérios estabelecidos no item 9.5.2.1 da NBR 5410, tópico este que especifica a quantidade de pontos de luz e o valor de carga a ser considerado. Segundo a norma, deve-se prever ao menos um ponto de iluminação no teto por cômodo, comandado por um interruptor, com potência mínima de 100 VA para ambientes com área menor ou igual a 6m². Para ambientes com áreas maiores que 6m², é exigida uma potência de 100 VA para os primeiros 6m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m² inteiros (ABNT, 2004).

O dimensionamento realizado na residência pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 – Previsão de cargas de iluminação

| Ambiente | Área (m ²) | Perímetro (m) | Quantidade (Un) | Potência Unitária (VA) | Potência Total (VA) |
|------------------------|------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Sala | 12,38 | 14 | 1 | 160 | 160 |
| Cozinha | 15,58 | 16,04 | 1 | 220 | 220 |
| Quarto 01 | 10,1 | 12,72 | 1 | 160 | 160 |
| Quarto 02 | 12,38 | 14,1 | 1 | 220 | 220 |
| Banheiro | 3,22 | 7,28 | 2 | 100 | 200 |
| Área de Serviço | 8,25 | 11,6 | 1 | 160 | 160 |
| Garagem | 13,3 | 15,64 | 1 | 220 | 220 |
| Churrasqueira | | | 1 | 100 | 100 |
| Varanda | | | 4 | 100 | 400 |
| TOTAL | | | | | 1840 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.1.2 Previsão de cargas de tomadas

O dimensionamento dos pontos de tomadas da residência foi elaborado conforme os critérios estabelecidos no item 9.5.2.2 da NBR 5410, que especifica a quantidade de pontos e o valor de carga a ser considerado. Segundo a norma, os banheiros devem possuir ao menos um ponto de tomada com no mínimo 600 VA de potência; na cozinha, deve-se colocar um ponto de tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, prevendo ao menos duas tomadas de corrente acima da pia, com no mínimo 600 VA para os três primeiros pontos e 100 VA por ponto excedente; em varandas e locais similares é necessário no mínimo um ponto de tomada com no mínimo 100 VA. Já nas salas e dormitórios, ambos devem possuir um ponto de tomada, de no mínimo 100 VA, a cada 5,0 m ou fração de perímetro (ABNT, 2004).

Nos demais cômodos, é obrigatório ao menos um ponto de tomada, com potência mínima de 100 VA, para ambientes com área menor ou igual a 6 m². Para os demais cômodos com áreas maiores que 6m², é exigido um ponto, com potência mínima de 100 VA, para a cada 5,0 m ou fração de perímetro.

O dimensionamento de pontos de tomadas de uso geral e específico realizados na residência podem ser observados nas Tabelas 5 e 6

Tabela 5 – Previsão de cargas de tomadas de uso geral

| Ambientes | Área (m ²) | Perímetro (m) | Quantidade (Un) | Potência Unitária (VA) | Potência Total (VA) |
|------------------------|------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Sala | 12,38 | 14,00 | 6 | 100 | 600 |
| Cozinha | 15,58 | 16,04 | 8 | 100 | 800 |
| | | | 2 | 600 | 1200 |
| Quarto 01 | 10,10 | 12,72 | 3 | 100 | 300 |
| Quarto 02 | 12,38 | 14,10 | 3 | 100 | 300 |
| Banheiro | 3,22 | 7,28 | 1 | 600 | 600 |
| Área de Serviço | 8,25 | 11,60 | 2 | 100 | 200 |
| | | | 3 | 600 | 1800 |
| Garagem | 13,30 | 15,64 | 1 | 600 | 600 |
| | | | 1 | 100 | 100 |
| TOTAL | | | | | 6500 |

Fonte: Autor (2022)

Tabela 6 – Previsão de cargas de tomadas de uso específico

| Ambientes | Área (m ²) | Perímetro (m) | Quantidade (Un) | Tipo | Potência Total (VA) |
|------------------|------------------------|---------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Cozinha | 15,58 | 16,04 | 1 | Forno Elétrico | 2300 |
| Quarto 02 | 12,38 | 14,10 | 1 | Condicionador de ar | 910 |
| Banheiro | 3,22 | 7,28 | 1 | Chuveiro | 7500 |
| TOTAL | | | | | 10710 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.2 *Divisão da instalação*

Após concluir o quadro de previsão de cargas, fez-se necessário o preenchimento do quadro de divisão da instalação (Tabela 7), a fim de organizar os circuitos instalados no imóvel de acordo com os itens 4.2.5 e 9.5.3 da NBR 5410, visando a segurança e praticidade da instalação.

Segundo a NBR 5410, os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas. As tomadas localizadas em cômodos como cozinhas, copas, áreas de serviços e locais similares devem possuir circuitos únicos para estes ambientes. A norma ainda cita que todo ponto de utilização previsto para alimentar equipamento, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, com corrente nominal superior a 10 A, deve possuir circuito independente (ABNT, 2004).

A classificação do tipo de fornecimento de energia elétrica da residência foi obtida na norma N-321-0001 da CELESC, que é a empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no local instalado. Assim, concluiu-se que a unidade consumidora, por possuir a carga total instalada no valor de 19050 W, possua o seu fornecimento de energia com a utilização do tipo bifásico à três fios, o que foi acatado neste projeto.

Por tratar-se de um circuito com carga instalada inferior a 25 kW, a concessionária de energia isenta a utilização do fator de demanda, mantendo assim, o mesmo valor da carga total instalada.

Tabela 7 – Quadro de divisão da instalação

| Nº do Circuito | Tipo | Especificação | Potência (VA) | Fases | |
|----------------|------------|----------------------------------|---------------|-------------|-------------|
| | | | | R | S |
| 1 | Iluminação | Quarto 01, quarto 02 e banheiro | 580 | | 580 |
| 2 | Iluminação | Cozinha, área de serviço e sala | 540 | | 540 |
| 3 | Iluminação | Garagem, churrasqueira e varanda | 720 | 720 | |
| 4 | TUG's | Quarto 01 e quarto 02 | 600 | | 600 |
| 5 | TUG's | Sala de estar | 600 | | 600 |
| 6 | TUG's | Garagem | 700 | 700 | |
| 7 | TUG's | Cozinha | 2000 | | 2000 |
| 8 | TUG's | Área de serviço | 2000 | | 2000 |
| 9 | TUG's | Banheiro | 600 | 600 | |
| 10 | TUE | Forno elétrico | 2300 | | 2300 |
| 11 | TUE | Chuveiro | 7500 | 7500 | |
| 12 | TUE | Condicionador de ar | 910 | | 910 |
| TOTAL | | | 19050 | 9520 | 9530 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.3 Dimensionamento dos condutores

O dimensionamento dos condutores foi efetuado conforme o item 2.4.2.3.2 deste trabalho, baseado no item 6.2.5 da NBR 5410.

3.1.2.3.1 Tipo de condutor

Nesta etapa, determinou-se o tipo de isolamento do cabo, afim de dimensionar corretamente os cabos para cada circuito. Neste projeto, para os circuitos terminais, considerou-se todos os cabos com isolamento em PVC, com temperatura do condutor de até 70°C. Para o ramal de entrada da edificação, utilizou-se os condutores com isolamento em EPR, com temperatura do condutor de até 90°C.

3.1.2.3.2 Tipo de instalação

Em seguida, foi determinado o tipo de instalação, de acordo com a tabela 33 da NBR 5410 presente no Anexo A. Neste caso, utilizou-se o método de instalação número 7, tendo como método de referência o B1, já que a residência possui os eletrodutos embutidos em alvenaria.

3.1.2.3.3 Corrente de circuito

Nesta etapa, obteve-se a corrente de cada circuito, utilizando a Equação 1.

$$I = \frac{P}{V} \quad (1)$$

Onde:

I = Corrente do circuito (A);

P = Potência do circuito (W);

V = Tensão do circuito (V).

3.1.2.3.4 Número de condutores carregados

A partir da Tabela 46 da NBR 5410 (Anexo B), foi possível determinar o número de condutores carregados por circuito. Neste projeto foi considerado dois condutores carregados para todos os circuitos, tendo em vista que todos os circuitos da residência são monofásicos.

3.1.2.3.5 Fator de temperatura

Para o fator de temperatura, utilizou-se os valores presentes na Tabela 40 da NBR 5410 (Anexo C). Como a residência em estudo possui a temperatura média anual próxima dos 30°C, o fator a ser utilizado é igual a 1.

3.1.2.3.6 Fator de agrupamento

O fator de agrupamento foi determinado conforme a Tabela 42 da NBR 5410, presente no Anexo D. Este fator corresponde à quantidade de circuitos presentes dentro do eletroduto, onde, quanto maior o número de circuitos, menor é a capacidade de corrente dos cabos. Para este projeto, utilizou-se o fator no valor de 1,0 para o circuito do chuveiro, e 0,65 para os demais circuitos.

3.1.2.3.7 Corrente corrigida

Nesta etapa, obteve-se a corrente corrigida a partir da Equação 2.

$$I_c = \frac{I}{FCT * FCA} \quad (2)$$

Onde:

I_c = Corrente do circuito corrigida (A);

I = Corrente do circuito (A);

FCT = Fator de temperatura;

FCA = Fator de agrupamento.

3.1.2.3.8 Seção do condutor

Por fim, foi possível determinar a seção do condutor utilizando a Tabela 36 da NBR 5410 como referência (Anexo E). Os valores escolhidos encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Dimensionamento dos condutores

| Circuito | Método de Referência | Nº de condutores carregados | Corrente projeto (A) | Fator de Correção FC=FCA*FCT | Corrente corrigida (A) | Seção nominal escolhida (mm ²) |
|----------|----------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|--|
| 1 | B1 | 2 | 2,64 | 0,65 | 4,06 | 1,5 |
| 2 | B1 | 2 | 2,45 | 0,65 | 3,77 | 1,5 |
| 3 | B1 | 2 | 3,27 | 0,65 | 5,03 | 1,5 |
| 4 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 |
| 5 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 |
| 6 | B1 | 2 | 3,18 | 0,65 | 4,89 | 2,5 |
| 7 | B1 | 2 | 9,09 | 0,65 | 13,98 | 2,5 |
| 8 | B1 | 2 | 9,09 | 0,65 | 13,98 | 2,5 |
| 9 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 |
| 10 | B1 | 2 | 10,45 | 0,65 | 16,08 | 2,5 |
| 11 | B1 | 2 | 34,09 | 1 | 34,09 | 6,0 |
| 12 | B1 | 2 | 4,14 | 0,65 | 6,37 | 2,5 |

Fonte: Autor (2022)

Dimensionou-se o maior circuito pelo método da queda de tensão, a fim de confirmar os resultados, utilizando a Equação 3.

$$S = \frac{\rho * L * I^2}{V\% * V} \quad (3)$$

Onde:

S = Seção mínima do condutor (mm^2);

ρ = Resistividade do cobre;

L = Comprimento do circuito (m);

I = Corrente do circuito (A);

$V\%$ = Queda de tensão máxima admitida (%);

V = Tensão elétrica do circuito (V).

Os valores utilizados encontram-se na Tabela 09.

Tabela 9 – Dimensionamento dos condutores do circuito 3 pelo método da queda de tensão

| Circuito | Comprimento do circuito (m) | Corrente Projeto (A) | Queda de tensão máxima admitida (%) | Seção nominal mínima calculada (mm^2) | Seção nominal escolhida (mm^2) |
|----------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|---|
| 3 | 21 | 3,27 | 2 | 0,55 | 1,50 |

Fonte: Autor (2022)

Como a residência não possui circuitos que exijam grandes distâncias de cabos, o cálculo da queda de tensão não se fez necessário para os demais circuitos.

Para o dimensionamento dos condutores de entrada, utilizou-se a Tabela 7.1 da norma N-321-0001 da CELESC (Anexo F), que especifica o diâmetro dos condutores a serem adotados de acordo com a carga instalada. Os valores utilizados encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 – Dimensionamento dos condutores de entrada

| Circuito | Tipo de isolamento | Carga Instalada Total (W) | Demanda (kVA) | Seção nominal escolhida (mm^2) |
|----------|--------------------|---------------------------|---------------|---|
| Geral | EPR 90°C | 19050 | N/A | 10,0 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.4 Dimensionamento dos eletrodutos

O dimensionamento dos eletrodutos foi efetuado conforme os critérios descritos no item 2.4.2.4 deste projeto. Como a residência já possuía a instalação realizada, verificou-se a disponibilidade de utilizar os mesmos eletrodutos, a fim de

possibilitar ao proprietário uma futura adequação a partir deste trabalho. O dimensionamento de eletrodutos já instalados na residência está descrito na Tabela 11:

Tabela 11 – Dimensionamento dos eletrodutos

| Circuito | Método de Referência | Nº de condutores carregados | Corrente projeto (A) | Fator de Correção FC=FCA*FCT | Corrente corrigida (A) | Seção nominal escolhida (mm ²) | Seção nominal do eletroduto (mm ²) |
|----------|----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|--|--|
| 1 | B1 | 2 | 2,64 | 0,65 | 4,06 | 1,5 | 25 |
| 2 | B1 | 2 | 2,45 | 0,65 | 3,77 | 1,5 | 25 |
| 3 | B1 | 2 | 3,27 | 0,65 | 5,03 | 1,5 | 25 |
| 4 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 | 25 |
| 5 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 | 25 |
| 6 | B1 | 2 | 3,18 | 0,65 | 4,89 | 2,5 | 25 |
| 7 | B1 | 2 | 9,09 | 0,65 | 13,98 | 2,5 | 25 |
| 8 | B1 | 2 | 9,09 | 0,65 | 13,98 | 2,5 | 25 |
| 9 | B1 | 2 | 2,73 | 0,65 | 4,20 | 2,5 | 25 |
| 10 | B1 | 2 | 10,45 | 0,65 | 16,08 | 2,5 | 25 |
| 11 | B1 | 2 | 34,09 | 1 | 34,09 | 6 | 25 |
| 12 | B1 | 2 | 4,14 | 0,65 | 6,37 | 2,5 | 25 |

Fonte: Autor (2022)

Para o dimensionamento dos eletrodutos de entrada, utilizou-se a Tabela 7.1 da norma N-321-0001 da CELESC (Anexo F), que especifica o diâmetro dos condutores a serem adotados de acordo com a carga instalada. Os valores utilizados encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 – Dimensionamento do eletroduto de entrada

| Circuito | Ramal de saída | Carga Instalada Total (W) | Demanda (kVA) | Seção nominal do eletroduto (mm ²) |
|--------------|----------------|---------------------------|---------------|--|
| Geral | Aéreo | 19050 | N/A | 50 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.5 Dimensionamento dos disjuntores

O dimensionamento dos disjuntores foi efetuado conforme os critérios do item 2.4.2.5 deste trabalho.

3.1.2.5.1 Capacidade de condução de corrente dos condutores

Nesta etapa, obteve-se a capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores a partir da Equação 4.

$$I_z = CCC * FCT * FCA \quad (4)$$

Onde:

I_z = Capacidade de condução de corrente do condutor corrigida (A);

CCC = Capacidade de condução de corrente do condutor (A);

FCT = Fator de temperatura;

FCA = Fator de agrupamento.

Os valores da capacidade de condução de corrente dos cabos calculados e utilizados encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13 – Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores

| Nº do Circuito | Tipo | Especificação | Seção nominal dos condutores (mm ²) | Fator de correção FC=FCA*FCT | Capacidade de condução de corrente dos condutores (A) | Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores (A) |
|----------------|------------|----------------------------------|---|---------------------------------|---|---|
| 1 | Iluminação | Quarto 01, quarto 02 e banheiro | 1,5 | 0,65 | 17,50 | 11,38 |
| 2 | Iluminação | Cozinha, área de serviço e sala | 1,5 | 0,65 | 17,50 | 11,38 |
| 3 | Iluminação | Garagem, churrasqueira e varanda | 1,5 | 0,65 | 17,50 | 11,38 |
| 4 | TUG's | Quarto 01 e quarto 02 | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 5 | TUG's | Sala de estar | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 6 | TUG's | Garagem | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 7 | TUG's | Cozinha | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 8 | TUG's | Área de serviço | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 9 | TUG's | Banheiro | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 10 | TUE | Forno elétrico | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |
| 11 | TUE | Chuveiro | 6,0 | 1 | 41,00 | 41,00 |
| 12 | TUE | Condicionador de ar | 2,5 | 0,65 | 24,00 | 15,60 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.5.2 Corrente nominal do disjuntor

Para os circuitos terminais, por serem todos monofásicos, utilizou-se disjuntores monopolares, de acordo com a capacidade de condução de corrente dos condutores e a corrente de projeto, calculados para cada circuito, de tal forma que:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (5)$$

Onde:

I_B = Corrente de projeto do circuito (A);

I_n = Corrente nominal do disjuntor (A);

I_Z = Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores (A);

e;

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \quad (6)$$

Onde:

I_2 = Corrente convencional de atuação do disjuntor (A);

I_Z = Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores (A).

Os valores calculados e utilizados encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 – Dimensionamento dos disjuntores

| Nº do Circuito | Tipo | Especificação | Corrente de projeto (A) | Capacidade de condução de corrente dos condutores (A) | Capacidade de condução de corrente corrigida dos condutores (A) | Corrente nominal do disjuntor (A) |
|----------------|------------|----------------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------------------|
| 1 | Iluminação | Quarto 01, quarto 02 e banheiro | 2,64 | 17,50 | 11,38 | 10 |
| 2 | Iluminação | Cozinha, área de serviço e sala | 2,45 | 17,50 | 11,38 | 10 |
| 3 | Iluminação | Garagem, churrasqueira e varanda | 3,27 | 17,50 | 11,38 | 10 |
| 4 | TUG's | Quarto 01 e quarto 02 | 2,73 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 5 | TUG's | Sala de estar | 2,73 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 6 | TUG's | Garagem | 3,18 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 7 | TUG's | Cozinha | 9,09 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 8 | TUG's | Área de serviço | 9,09 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 9 | TUG's | Banheiro | 2,73 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 10 | TUE | Forno elétrico | 10,45 | 24,00 | 15,60 | 13 |
| 11 | TUE | Chuveiro | 34,09 | 41,00 | 41,00 | 40 |
| 12 | TUE | Condicionador de ar | 4,14 | 24,00 | 15,60 | 13 |

Fonte: Autor (2022)

Para o dimensionamento do disjuntor geral, utilizou-se a Tabela 7.1 da norma N-321-0001 da CELESC (Anexo F), que especifica os valores de disjuntores a serem adotados de acordo com a carga instalada. O valor utilizado encontra-se na Tabela 15.

Tabela 15 – Dimensionamento do disjuntor geral

| Circuito | Número de polos | Carga Instalada Total (W) | Demanda (kVA) | Corrente nominal do disjuntor (A) |
|--------------|-----------------|---------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Geral | 2 | 19050 | N/A | 50 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.6 Dimensionamento dos DPS

O dimensionamento dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS) foi elaborado conforme as recomendações da norma N-321-0001 da CELESC, na qual determina a instalação do DPS de classe II na caixa de medição, com corrente de descarga mínima de 5 kA, para edificações sem o sistema de proteção contra descargas atmosféricas. O dimensionamento realizado encontra-se na Tabela 16.

Tabela 16 – Dimensionamento do DPS

| Circuito | Número de polos | Classe do DPS | Corrente nominal de descarga (kA) | Tensão de operação (V) |
|--------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| Geral | 2 | ii | 40 | 275 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.7 Dimensionamento de Dispositivos Residuais (DR's)

O dimensionamento do DR foi elaborado conforme os preceitos do item 2.4.2.5.3 deste trabalho. Assim, adotou-se a utilização de um dispositivo IDR em série com o disjuntor geral do quadro de distribuição, de modo a proteger todos os circuitos da residência, tornando o projeto mais seguro para os usuários. O dimensionamento realizado encontra-se na Tabela 17.

Tabela 17 – Dimensionamento do IDR

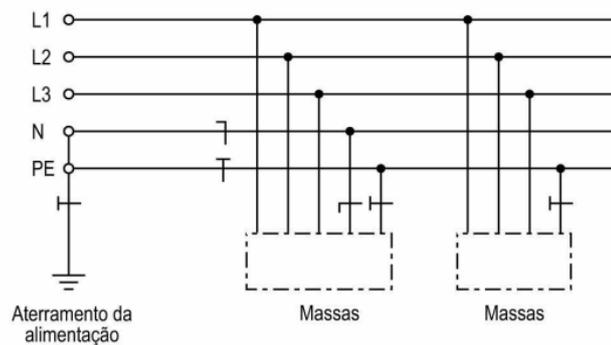
| Circuito | Número de polos | Classe do IDR | Corrente nominal do IDR (A) | Corrente residual do IDR (mA) |
|--------------|-----------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Geral | 3 | AC | 63 | 30 |

Fonte: Autor (2022)

3.1.2.8 *Aterramento*

O dimensionamento do aterramento da residência foi elaborado no esquema TN-S, de acordo com o item 4.2.2.2 da NBR 5410. Para este tipo de aterramento, o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, sendo ambos interligados no ponto de aterramento da alimentação, conforme mostra Figura 20.

Figura 20 - Esquema TN-S

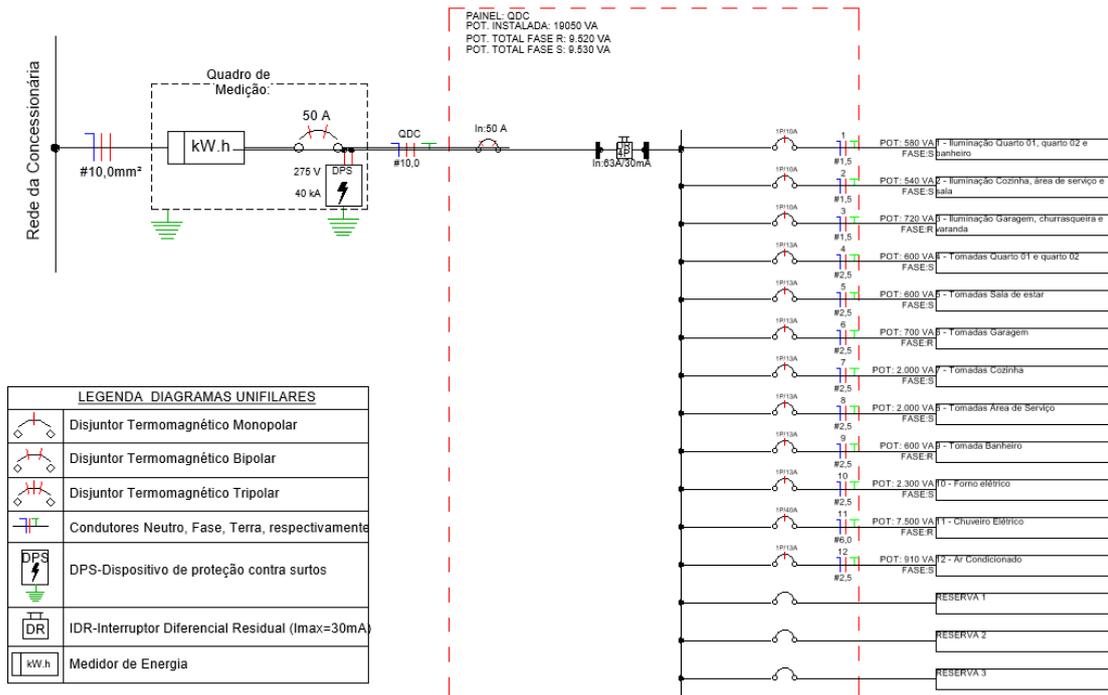


Fonte: ABNT (2004)

3.1.2.9 *Modelagem do projeto*

Por fim, de posse de todas as informações necessárias, efetuou-se a modelagem do projeto elétrico da residência com o auxílio do software Revit, seguindo os requisitos estabelecidos na norma NBR 5410. No esquema unifilar, além dos circuitos terminais, determinou-se também a quantidade mínima de circuitos reservas, conforme a Tabela 3 deste trabalho. O esquema unifilar e a planta baixa do projeto realizado encontram-se nas Figuras 21 e 22.

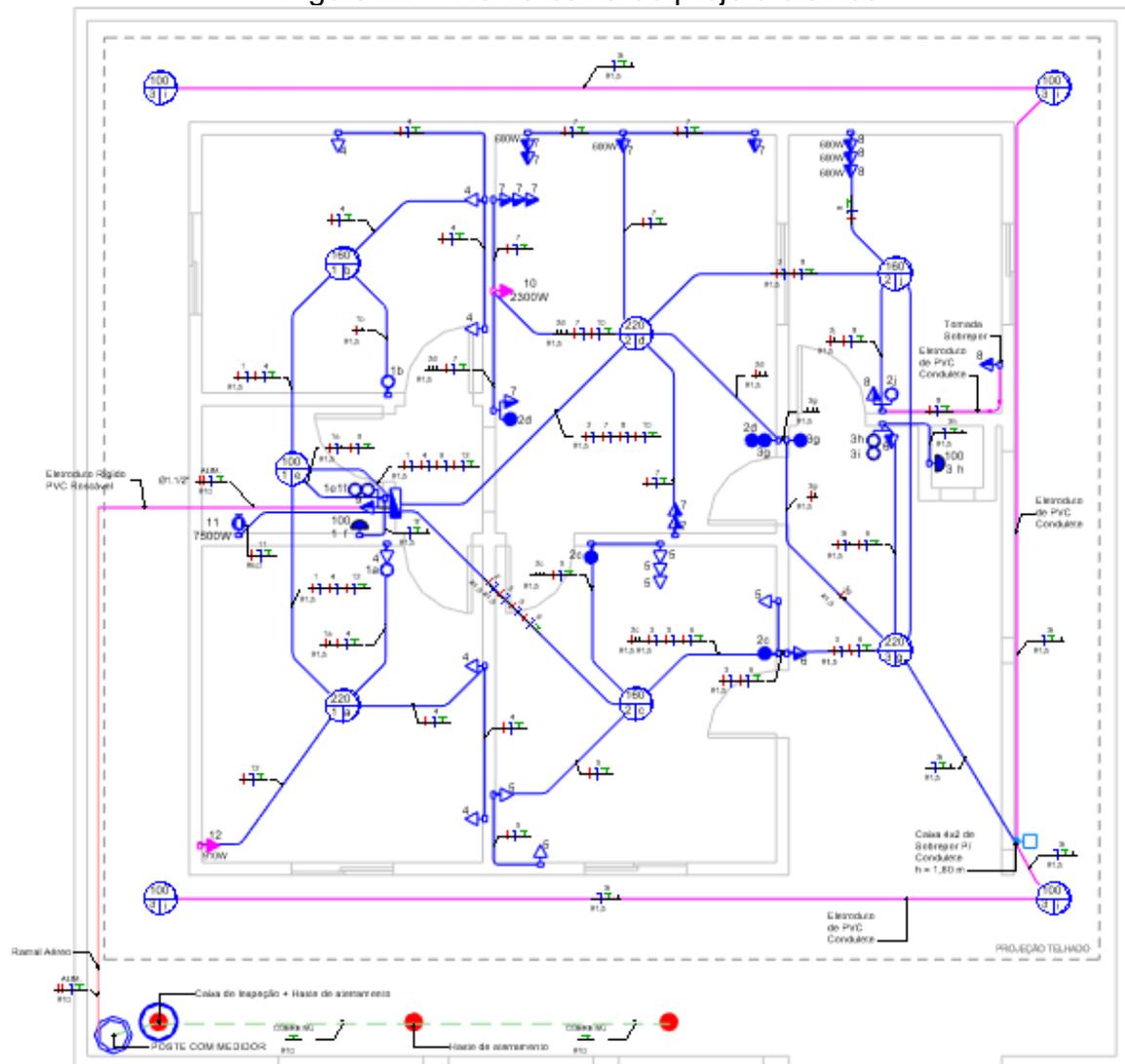
Figura 21 – Esquema unifilar



| LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES | |
|------------------------------|--|
| | Disjuntor Termomagnético Monopolar |
| | Disjuntor Termomagnético Bipolar |
| | Disjuntor Termomagnético Tripolar |
| | Condutores Neutro, Fase, Terra, respectivamente |
| | DPS-Dispositivo de proteção contra surtos |
| | IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA) |
| | Medidor de Energia |

Fonte: Autor (2022)

Figura 22 – Planta baixa do projeto elétrico



| LEGENDA | |
|------------|--|
| SIMBOLOGIA | ESPECIFICAÇÃO |
| | TOMADA 2P+T, 10A A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | TOMADA 2P+T, 20A A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | PONTO DE FORÇA COM PLACA SAÍDA DE FIO, A 220cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 1 TECLA SIMPLES À 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 2 TECLAS SIMPLES À 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 3 TECLAS SIMPLES À 110cm DO PISO ACABADO |
| | INTERRUPTORES 1 TECLA PARALELO À 110cm DO PISO ACABADO |
| | CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM TAMPA CEGA A 30, 110 E 210cm DO PISO ACABADO, RESPECTIVAMENTE |
| | PONTO DE LUZ EMBUTIDO NO TETO, CIRCUITO, RETORNO E POTÊNCIA INDICADOS |
| | PONTO DE LUZ NA PAREDE, CIRCUITO, RETORNO E POTÊNCIA INDICADOS, A 180cm DO PISO ACABADO |
| | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, INSTALADO EMBUTIDO NA PAREDE A 150cm DO PISO ACABADO |
| | CONDUTORES NEUTRO, FASE, TERRA E RETORNO, RESPECTIVAMENTE |
| | ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO PVC ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |
| | ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO PVC ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO PISO |
| | ELETRODUTO PEAD ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |
| | ELETRODUTO PEAD ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO PISO |
| | ELETRODUTO ROSCÁVEL ANTI-CHAMAS, EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE |

Fonte: Autor (2022)

3.1.3 Custos

Ao final do projeto, levantou-se os custos da instalação elétrica, com o intuito de efetuar a comparação entre os valores das instalações com e sem o projeto elétrico. Nessa etapa, para os cálculos, foram considerados somente os dispositivos de proteção, fiação, eletrodutos, pontos de luz e tomadas, quadro de disjuntores e o poste, além do projeto elétrico realizado. Como a residência estudada foi construída a mais de 15 anos, o valor gasto nas instalações não é sabido. Logo, efetuou-se a previsão de custo da instalação elétrica com base nos dispositivos instalados atualmente para efeito de comparação com o valor dos dispositivos presentes no projeto realizado. Os orçamentos realizados para a instalação com e sem o projeto podem ser visualizados nas Tabelas 18 e 19, e encontram-se em anexo.

Tabela 18 – Custo da instalação com projeto elétrico

| Tipo | Empresa | Valor (R\$) |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Projeto Elétrico | Atribi Projetos | 1500,00 |
| Materiais elétricos | Premel materiais elétricos LTDA | 3127,00 |
| Materiais elétricos | Instaladora Palestina | 103,92 |
| Poste | Instaladora Vargas | 1900,00 |
| Total | | 6630,92 |

Fonte: Autor (2022)

Tabela 19 – Custo da instalação sem projeto elétrico (estimado)

| Tipo | Empresa | Valor (R\$) |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Projeto Elétrico | N/A | N/A |
| Materiais elétricos | Premel materiais elétricos LTDA | 2050,23 |
| Poste | Instaladora Vargas | 1570,00 |
| Total | | 3620,23 |

Fonte: Autor (2022)

Nota-se que o custo da instalação elétrica com o projeto elétrico realizado, obteve um valor maior que a instalação sem o projeto, sendo R\$: 3010,69 mais caro, ou seja, um aumento de 83,2%. Isso se deve ao fato de que a instalação a partir do projeto, possui um número maior de materiais, como pontos de tomadas corretamente dimensionadas, e, principalmente, dispositivos de segurança, que visam proteger os usuários e não estão presentes na instalação atual. Além disso, o custo do próprio projeto elétrico é outro fator que justifica o valor mais alto.

Apesar do custo ser mais elevado, se a análise for feita de forma mais abrangente, considerando os custos totais de uma obra (não só a instalação elétrica), o valor aumentado acaba representando um percentual pequeno. Segundo o SINDUSCON BC (Sindicato da Indústria da Construção Civil de Balneário Camboriú e Camboriú), o valor do CUB (Custos Unitários Básicos de Construção) por metro quadrado em Santa Catarina no mês de dezembro de 2022, por exemplo, foi de R\$2.833,33 para residências unifamiliares de padrão normal (SINDUSCON-BC, 2022). Logo, pode-se estimar o custo da obra da residência em estudo e determinar o percentual de contribuição referente ao projeto, conforme mostra a Tabela 20.

Tabela 20 – Valor da instalação com e sem o projeto elétrico de acordo com o valor da obra

| Área Total (m ²) | Padrão | Valor do CUB (DEZ/2022) (R\$/m ²) | Valor total da obra estimado (R\$) | Valor da instalação com o projeto elétrico (R\$) | Valor da instalação sem o projeto elétrico (R\$) | % do valor total (com o projeto elétrico) | % do valor total (sem o projeto elétrico) |
|------------------------------|--------|---|------------------------------------|--|--|---|---|
| 86,62 | Normal | 2833,33 | 245.423,00 | 6630,92 | 3620,23 | 2,70 | 1,48 |

Fonte: Autor (2022)

Analisando a Tabela 20, pode-se perceber que, apesar de ser mais cara, a instalação com projeto elétrico representa apenas 2,70% do valor total da obra, proporcionando aos usuários mais segurança e conforto. Se compararmos os percentuais da instalação com e sem o projeto elétrico, percebe-se uma diferença de 1,22%, valor este baixo comparado aos benefícios gerados pela realização do projeto elétrico.

4 CONCLUSÃO

A ausência de projetos elétricos residenciais ainda se faz presente nos dias atuais, expondo os usuários à diversos riscos relacionados a energia elétrica. A falta do conhecimento por parte da população combinada com a não obrigatoriedade do projeto elétrico residencial, contribuem significante para a desinteresse populacional neste assunto.

Neste trabalho, realizou-se um estudo do referencial bibliográfico sobre os riscos e acidentes ocasionados pelas instalações residenciais inadequadas. Além disso, abordou-se também a elaboração de projetos elétricos residenciais, bem como os dimensionamentos e os dispositivos necessários conforme as normas vigentes.

De acordo com os resultados obtidos nesta produção, o nível de segurança das instalações elétricas brasileiras é baixo, sendo nas residências unifamiliares os maiores números de acidentes e fatalidades envolvendo a eletricidade no Brasil. Isso se deve pela falta de mão de obra qualificada, executada por profissionais sem formação técnica, que na grande maioria das vezes não seguem os padrões estabelecidos nas normas.

A utilização de projetos elétricos nas instalações elétricas é essencial para a segurança dos indivíduos, visto que a utilização de dispositivos de proteção e um bom dimensionamento são essenciais para garantir uma qualidade na instalação. Além da segurança, o projeto elétrico evita o desperdício de materiais e dispositivos, impactando positivamente no custo da obra.

Conclui-se que a utilização de instalações elétricas inadequadas gera riscos para os usuários e para a edificação. Portanto, a elaboração do projeto elétrico residencial em um imóvel se faz necessário, bem como a correta instalação por parte dos profissionais habilitados, utilizando as normas aplicáveis como base, prezando a segurança, e conseqüentemente, diminuindo os riscos de acidentes e incêndios de origem elétrica.

Por fim, através deste trabalho, constata-se a necessidade de ser efetuada a fiscalização das instalações elétricas em residências por parte da prefeitura e/ou da concessionária de energia. Também é conveniente que estes órgãos exijam um laudo elaborado por um profissional qualificado ao final da obra, para que então seja permitida a ligação definitiva de energia elétrica da residência por parte da concessionária.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. **Raio x das instalações elétricas residenciais brasileiras**. São Paulo: Abracopel, 2017. 30 p. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/07/Raio-X-dasInstala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-Residenciais-Brasileiras.pdf>. Acesso em: 09 jul.2022

ADABO, Gabrielle. **Série “EE em casa”: dicas de eficiência para as máquinas de lavar roupas**. 2020. Disponível em: <https://monitoree.org.br/ee-em-casa2>. Acesso em: 20 out. 2022

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL SIGA**. 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzd kNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 17 out. 2022.

APPEL, James Dessuy. **Construção, Manutenção e Ampliação de redes e instalações elétricas: riscos existentes e medidas de proteção**. 2012, 71 f. Monografia (Especialização) – Curso de Pós-Graduação *lato sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/719>. Acesso em: 20 out. 2022

ARAÚJO, Francisco Jadilson Santos. **Análise das instalações elétricas do IFBA – Campus de Paulo Afonso e adequação às normas vigentes**. 2016. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal da Bahia, Paulo Afonso, 2016. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/paulo-afonso/cursos/engenharia-eletrica/TCC-EE/2016/tcc-Francisco-Jadilson-Santos-Araujo-2016.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

AVILA, Carlos Eduardo Silveira. **DPS – dispositivos de proteção contra surtos e suas aplicações em cftv e em telecomunicações**. 2010. 64 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010. Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1896.pdf>. Acesso em: 10 ago.2022

BARBOSA, Filipe Sousa. **Projeto de instalações elétricas**. Porto Alegre: Sagah, 2019. 227 p.

BORGES, Leandro Francisco Pereira; GASPAR, Geisla Aparecida Maia Gomes. **Instalações elétricas: construção de uma rede elétrica dimensionada**. [S.l.], Fepesmig, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1263>. Acesso em: 19 out. 2022.

BORTOLUZZI, Humberto. **Choque elétrico - BARRASHOPPINGSUL**. 2009. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/26753>. Acesso em: 15 set. 2022.

BRUNELLO, Roger. **Como funciona o Disjuntor?** Cetti Materiais elétricos, 2020. Disponível em: <https://www.cetti.com.br/blog/como-funciona-o-disjuntor>. Acesso em: 18 out. 2022

CAMBORIÚ, Lei Complementar Nº 88/2017, **Capítulo V – DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, Art. 496.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sc/c/camboriu/lei-complementar/2017/9/88/lei-complementar-n-88-2017-dispoe-sobre-a-revisao-do-codigo-de-obras-e-edificacoes-do-municipio-de-camboriu-e-da-outras-providencias?q=el%C3%A9trico>. Acesso em: 1 de dez. 2022.

CBMSC. **60% dos incêndios em edificações acontecem em casas.** 2017. Disponível em: <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/noticias/blog-noticias-institucionais/60-dos-incendios-em-edificacoes-acontecem-em-casas>. Acesso em: 20 set. 2022.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **DPSC/NT-03: Fornecimento de energia elétrica à edifícios de uso coletivo.** Florianópolis: Celesc, 1999. 87 p. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/Nt03.pdf>. Acesso em: 26 set. 2022.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **NT-321-0001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição.** Florianópolis: Celesc, 2019. 162 p. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

CHIA LI, Rosamaria Wu; GRUBER, Jonas; LUCCA, Marco Antonio de; LISBOA, Alcides S. **O dispositivo à corrente diferencial-residual (DR) e sua utilidade em laboratórios químicos.** São Paulo, 1998. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/qn/a/FQ5ftxpDzKWyxkzfBg8SH3t/?lang=pt#:~:text=O%20dispositivo%20%C3%A0%20corrente%20diferencial%20residual%20\(DR\)%20tem%20a%20fun%C3%A7%C3%A3o,aparelho\)%20excede%20um%20valor%20predeterminado..](https://www.scielo.br/j/qn/a/FQ5ftxpDzKWyxkzfBg8SH3t/?lang=pt#:~:text=O%20dispositivo%20%C3%A0%20corrente%20diferencial%20residual%20(DR)%20tem%20a%20fun%C3%A7%C3%A3o,aparelho)%20excede%20um%20valor%20predeterminado..) Acesso em: 22 ago. 2022.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788521637936. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637936/>. Acesso em: 14 nov. 2022.

DUCATI, Mauricio Alberto. **[Dados Estatísticos]**. WhatsApp. 21 out. 2022. 13:01. 1 mensagem de WhatsApp.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2022: Relatório Final – Ano base 2021. 2022a** Disponível em:

<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 17 out. 2022.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022** – Ano base 2021. 2022b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 17 out. 2022.

IDENTIFICAÇÃO de fios e cabos pela cor. **EXRAVEN Materiais Elétricos**, 2020. Disponível em: https://aprovadeexplosao.com.br/index.php?route=extension/d_blog_module/post&post_id=38. Acesso em: 04 nov. 2022.

FUCKNER, Antônio Erico; HAYASHI, Kátia; MISUMOTO, Ricardo Rodrigues. **NR 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade - básico**. Joinville: SENAI/SC/DR, 2013.

GEBRAN, Amaury P.; RIZZATO, Flávio A P. **Instalações elétricas prediais (Tekne)**. Porto Alegre: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9788582604205. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604205/>. Acesso em: 14 nov. 2022.

INSTALAÇÕES elétricas: o guia prático para a sua residência. **Eletroluz Materiais Elétricos**, 2020. Disponível em: <https://www.eletroluz.net/blog/instalacoes-eletricas-o-guia-pratico-para-a-sua-residencia/>. Acesso em: 04 nov. 2022.

INSTALAÇÕES elétricas: qual sua importância e tipos. **Instil Service**, 2018. Disponível em: <https://instilservice.com.br/blog/2018/06/29/instalacoes-eletricas/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

JUNIOR, Roberto de C. **Instalações elétricas e o projeto de arquitetura**. São Paulo: Editora Blucher, 2016. E-book. ISBN 9788521209997. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521209997/>. Acesso em: 01 dez. 2022.

MACHADO, Roberto. **Projetos elétricos - 1ª edição - 2017**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788536531151. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531151/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MARTINHO, Meire Biudes; MARTINHO, Edson; DE SOUZA, Danilo Ferreira (Org.). **Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2022 – ano base 2021**. Salto-SP: Abracopel, 2022. DOI: 10.29327/560614

MENDONÇA, Márcio; SOUZA, Lucas Botoni de; FINOCCHIO, Marco Antonio Ferreira; et al. **Diagnóstico e atenuação de riscos de instalações elétricas em moradias de baixa renda**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 12, p. 29365-29382, 2019.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Matrizes Elétricas Estaduais 2016 – Ano de Referência 2015**. 2016. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/matrizes-energeticas-estaduais/03-matrizes-eletricas-estaduais-2016-ano-ref-2015-pdf/@_@download/file/03%20-%20Matrizes%20EI%C3%A9tricas%20Estaduais%202016%20-%20ano%20ref.%202015%20\(PDF\).pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/matrizes-energeticas-estaduais/03-matrizes-eletricas-estaduais-2016-ano-ref-2015-pdf/@_@download/file/03%20-%20Matrizes%20EI%C3%A9tricas%20Estaduais%202016%20-%20ano%20ref.%202015%20(PDF).pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

NERY, Norberto. **Instalações elétricas - princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Saraiva, 2018. E-book. ISBN 9788536530086. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530086/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

NETTO, Cláudia C. **AUTODESK® REVIT® ARCHITECTURE 2020 - CONCEITOS E APLICAÇÕES**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536532929. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532929/>. Acesso em: 22 nov. 2022.

NUNES, Eduardo de Godoi Saldanha. **Prevenção contra choque elétrico em edificações prediais do Distrito Federal: estudo exploratório das normas nr 10, nbr 5410 e nbr 5419**. 2016. 137 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/17175>. Acesso em: 10 ago. 2022.

OLIVEIRA, Iberê Carneiro D.; OBADOWSKI, Vinícius N.; JÚNIOR, Ary P. B S.; et al. **Geração de Energia Elétrica**. Porto Alegre: Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9786556902531. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902531/>. Acesso em: 09 jul. 2022.

PEREIRA, Érica de Franca. **Proteção de Pessoas Contra Choque Elétrico**. 2007. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17341>. Acesso em: 09 jul. 2022.

PRYSMIAN – **Guia de Instalações Elétricas Residenciais**. Instalações Elétricas Residenciais. 2016. 132p.

SILVA, Daniel Neves. **"Benjamin Franklin"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historia-america/benjamin-franklin.htm>. Acesso em: 20 jun. 2022a.

SILVA, Daniel Neves. **"Nikola Tesla"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/nikola-tesla.htm>. Acesso em: 20 jun. 2022b.

SILVA, Duilio Helfenstens Penques da Márcio; BORGES, Rhenick de Lucena; OBESO, Max Portuguez. **AUTODESK REVIT: MODELAGEM DE EDIFICAÇÕES**. 2017.

SILVA, Iago Melo; ALMEIRA, Brayan Lima; SILVA, Sabrina Oliveira; FERNANDES, Márcio Silva: **A importância do projeto elétrico e a análise da execução na cidade de Paracatu - MG**. Anais do 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2019; 892-902.

SILVA, Rosimaria Gomes da. **A importância do projeto elétrico residencial**. 2021. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Uniages, Paripiranga, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/15066>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SINDUSCON-BC. **Custos Unitários Básicos de Construção**. Balneário Camboriú: SINDUSCON-BC. 6 p. 2022.

SUMARIVA, Ezequiel; SILVA, Fabiano da. **Avaliação de conformidade das instalações elétricas de baixa tensão: sua importância, seu processo de realização e suas vantagens**. 2018. 88 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/11242>. Acesso em: 10 ago.2022.

SIMON, Francisco. **A importância do retrofit nas instalações elétricas**. Revista Abreme Potência, São Paulo, v.91, p. 40, mai. 2013.

SIEMENS. **Proteção contra os efeitos das correntes elétricas, dos choques elétricos e aterramentos da instalação de baixa tensão**. Seminários Técnicos. Brasil, 2003.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO

Questionário

- 1- A residência possui projeto elétrico?
 Não Sim Não sabe/ Não lembra

- 2- Qual o tipo de construção da residência?
 Auto construção Construtora Não sabe/ Não lembra

- 3- Qual o tipo de residência?
 Alvenaria Madeira Mista

- 4- Quem efetuou a instalação elétrica da residência?
 Eletricista qualificado Eletricista Não sabe/ Não lembra

- 5- O imóvel já passou por alguma reforma na instalação elétrica?
 Não Sim Não sabe/ Não lembra

- 6- A quantidade de pontos de iluminação do imóvel é suficiente para você?
 Não Sim

- 7- A quantidade de pontos de tomadas do imóvel é suficiente para você?
 Não Sim

- 8- Você ou alguma pessoa costuma utilizar extensões?
 Não Sim Às vezes

- 9- Você ou alguma pessoa costuma utilizar extensores de tomadas ou T's?
 Não Sim Às vezes

- 10- Já houve queda de disjuntores na residência?
 Não Sim Não sabe/ Não lembra

ANEXO A – MÉTODO DE INSTALAÇÃO

Tabela 33 — Tipos de linhas elétricas

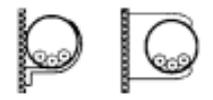
| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|--|---|------------------------------------|
| 1 |  Face interna | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾ | A1 |
| 2 |  Face interna | Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾ | A2 |
| 3 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto | B1 |
| 4 |  | Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto | B2 |
| 5 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede | B1 |
| 6 |  | Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede | B2 |
| 7 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria | B1 |
| 8 |  | Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria | B2 |
| 11 |  | Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo | C |
| 11A |  | Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto | C |

Tabela 33 (continuação)

| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|---------------------|---|---|
| 11B | | Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo | C |
| 12 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira ³⁾ | C |
| 13 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical ⁴⁾ | E (multipolar) F (unipolares) |
| 14 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela | E (multipolar) F (unipolares) |
| 15 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo | E (multipolar) F (unipolares) |
| 16 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito | E (multipolar) F (unipolares) |
| 17 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não | E (multipolar) F (unipolares) |
| 18 | | Condutores nus ou isolados sobre isoladores | G |
| 21 | | Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção ⁵⁾ , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção ^{5) 6)} | $1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1 |

Tabela 33 (continuação)

| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|---------------------|--|---|
| 22 | | Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)} | $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1 |
| 23 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção ^{5) 7)} | R2 |
| 24 | | Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾ | $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1 |
| 25 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção ⁵⁾ | B2 |
| 26 | | Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria ⁶⁾ | $1,5 \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1 |
| 27 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria | B2 |
| 31 32 | | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical | B1 |
| 31ª 32ª | | Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical | B2 |

Tabela 33 (continuação)

| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|---------------------|---|--|
| 33 | | Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso | B1 |
| 34 | | Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso | B2 |
| 35 | | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o) | B1 |
| 36 | | Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o) | B2 |
| 41 | | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical ⁷⁾ | $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1 |
| 42 | | Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso | B1 |
| 43 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso | B1 |
| 51 | | Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante ²⁾ | A1 |

Tabela 33 (continuação)

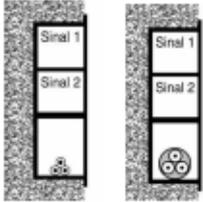
| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|---|---|---|------------------------------------|
| 74 |  | Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela | A1 |
| 75 75A |  | 75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede | B1 B2 |
| <p>¹⁾ Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente. Ver 6.2.5.1.2.</p> <p>²⁾ Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a 10 W/m².K.</p> <p>³⁾ Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.4.1.</p> <p>⁴⁾ A capacidade de condução de corrente para bandeja perfurada foi determinada considerando-se que os furos ocupassem no mínimo 30% da área da bandeja. Se os furos ocuparem menos de 30% da área da bandeja, ela deve ser considerada como "não-perfurada".</p> <p>⁵⁾ Conforme a ABNT NBR IEC 60050 (826), os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias (como, por exemplo, as paredes de gesso acartonado) são considerados espaços de construção.</p> <p>⁶⁾ De é o diâmetro externo do cabo, no caso de cabo multipolar. No caso de cabos unipolares ou condutores isolados, distinguem-se duas situações:</p> <ul style="list-style-type: none"> – três cabos unipolares (ou condutores isolados) dispostos em trifólio: De deve ser tomado igual a 2,2 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado; – três cabos unipolares (ou condutores isolados) agrupados num mesmo plano: De deve ser tomado igual a 3 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado. <p>⁷⁾ De é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.</p> <p>⁸⁾ Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.6.1.</p> <p>⁹⁾ Admitem-se cabos diretamente enterrados sem proteção mecânica adicional, desde que esses cabos sejam providos de armação (ver 6.2.11.6). Deve-se notar, porém, que esta Norma não fornece valores de capacidade de condução de corrente para cabos armados. Tais capacidades devem ser determinadas como indicado na ABNT NBR 11301.</p> <p>NOTA Em linhas ou trechos verticais, quando a ventilação for restrita, deve-se atentar para risco de aumento considerável da temperatura ambiente no topo do trecho vertical.</p> | | | |

Tabela 33 (continuação)

| Método de instalação número | Esquema ilustrativo | Descrição | Método de referência ¹⁾ |
|-----------------------------|---------------------|---|------------------------------------|
| 52 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional | C |
| 53 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional | C |
| 61 | | Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a) | D |
| 61A | | Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a) ⁸⁾ | D |
| 63 | | Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional ⁹⁾ | D |
| 71 | | Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura | A1 |
| 72 72A | | 72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede | B1 B2 |
| 73 | | Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta | A1 |

ANEXO B – NÚMERO DE CONDUTORES CARREGADOS**Tabela 46 — Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito**

| Esquema de condutores vivos do circuito | Número de condutores carregados a ser adotado |
|---|---|
| Monofásico a dois condutores | 2 |
| Monofásico a três condutores | 2 |
| Duas fases sem neutro | 2 |
| Duas fases com neutro | 3 |
| Trifásico sem neutro | 3 |
| Trifásico com neutro | 3 ou 4 ¹⁾ |
| ¹⁾ Ver 6.2.5.6.1. | |

ANEXO C – FATORES DE CORREÇÃO DE TEMPERATURA

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

| Temperatura °C | Isolação | |
|-------------------|----------|-------------|
| | PVC | EPR ou XLPE |
| Ambiente | | |
| 10 | 1,22 | 1,15 |
| 15 | 1,17 | 1,12 |
| 20 | 1,12 | 1,08 |
| 25 | 1,06 | 1,04 |
| 35 | 0,94 | 0,96 |
| 40 | 0,87 | 0,91 |
| 45 | 0,79 | 0,87 |
| 50 | 0,71 | 0,82 |
| 55 | 0,61 | 0,76 |
| 60 | 0,50 | 0,71 |
| 65 | – | 0,65 |
| 70 | – | 0,58 |
| 75 | – | 0,50 |
| 80 | – | 0,41 |
| Do solo | | |
| 10 | 1,10 | 1,07 |
| 15 | 1,05 | 1,04 |
| 25 | 0,95 | 0,96 |
| 30 | 0,89 | 0,93 |
| 35 | 0,84 | 0,89 |
| 40 | 0,77 | 0,85 |
| 45 | 0,71 | 0,80 |
| 50 | 0,63 | 0,76 |
| 55 | 0,55 | 0,71 |
| 60 | 0,45 | 0,65 |
| 65 | – | 0,60 |
| 70 | – | 0,53 |
| 75 | – | 0,46 |
| 80 | – | 0,38 |

ANEXO D – FATORES DE CORREÇÃO DE AGRUPAMENTO

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

| Ref. | Forma de agrupamento dos condutores | Número de circuitos ou de cabos multipolares | | | | | | | | | | | | Tabelas dos métodos de referência |
|---|--|--|------|------|------|------|------|------|------|--------|---------|---------|------|-----------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 a 11 | 12 a 15 | 16 a 19 | ≥20 | |
| 1 | Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado | 1,00 | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 36 a 39 (métodos A a F) |
| 2 | Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira | 1,00 | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | | | | 36 e 37 (método C) |
| 3 | Camada única no teto | 0,95 | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 | | | | |
| 4 | Camada única em bandeja perfurada | 1,00 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | | | | 38 e 39 (métodos E e F) |
| 5 | Camada única sobre leito, suporte etc. | 1,00 | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | | | | |
| <p>NOTAS</p> <p>1 Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.</p> <p>2 Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.</p> <p>3 O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se</p> <ul style="list-style-type: none"> – à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou – à quantidade de cabos multipolares que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação). <p>4 Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e – na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares. <p>5 Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.</p> <p>6 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.</p> | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO E – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio
 Isolação: PVC
 Temperatura no condutor: 70°C
 Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

| Seções nominais mm ² | Métodos de referência indicados na tabela 33 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|------|-------|------|------|-----|-------|------|------|------|
| | A1 | | A2 | | B1 | | B2 | | C | | D | |
| | Número de condutores carregados | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) |
| Cobre | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 8 | 9 | 8 | 10 | 9 | 12 | 10 |
| 0,75 | 9 | 9 | 9 | 9 | 11 | 10 | 11 | 10 | 13 | 11 | 15 | 12 |
| 1 | 11 | 10 | 11 | 10 | 14 | 12 | 13 | 12 | 15 | 14 | 18 | 15 |
| 1,5 | 14,5 | 13,5 | 14 | 13 | 17,5 | 15,5 | 16,5 | 15 | 19,5 | 17,5 | 22 | 18 |
| 2,5 | 19,5 | 18 | 18,5 | 17,5 | 24 | 21 | 23 | 20 | 27 | 24 | 29 | 24 |
| 4 | 26 | 24 | 25 | 23 | 32 | 28 | 30 | 27 | 36 | 32 | 38 | 31 |
| 6 | 34 | 31 | 32 | 29 | 41 | 36 | 38 | 34 | 46 | 41 | 47 | 39 |
| 10 | 46 | 42 | 43 | 39 | 57 | 50 | 52 | 46 | 63 | 57 | 63 | 52 |
| 16 | 61 | 56 | 57 | 52 | 76 | 68 | 69 | 62 | 85 | 76 | 81 | 67 |
| 25 | 80 | 73 | 75 | 68 | 101 | 89 | 90 | 80 | 112 | 96 | 104 | 86 |
| 35 | 99 | 89 | 92 | 83 | 125 | 110 | 111 | 99 | 138 | 119 | 125 | 103 |
| 50 | 119 | 108 | 110 | 99 | 151 | 134 | 133 | 118 | 168 | 144 | 148 | 122 |
| 70 | 151 | 136 | 139 | 125 | 192 | 171 | 168 | 149 | 213 | 184 | 183 | 151 |
| 95 | 182 | 164 | 167 | 150 | 232 | 207 | 201 | 179 | 258 | 223 | 216 | 179 |
| 120 | 210 | 188 | 192 | 172 | 269 | 239 | 232 | 206 | 299 | 259 | 246 | 203 |
| 150 | 240 | 216 | 219 | 196 | 309 | 275 | 265 | 236 | 344 | 299 | 278 | 230 |
| 185 | 273 | 245 | 248 | 223 | 353 | 314 | 300 | 268 | 392 | 341 | 312 | 258 |
| 240 | 321 | 286 | 291 | 261 | 415 | 370 | 351 | 313 | 461 | 403 | 361 | 297 |
| 300 | 367 | 328 | 334 | 298 | 477 | 426 | 401 | 358 | 530 | 464 | 408 | 336 |
| 400 | 438 | 390 | 398 | 355 | 571 | 510 | 477 | 425 | 634 | 557 | 478 | 394 |
| 500 | 502 | 447 | 456 | 406 | 656 | 587 | 545 | 486 | 729 | 642 | 540 | 445 |
| 630 | 578 | 514 | 526 | 467 | 758 | 678 | 626 | 559 | 843 | 743 | 614 | 506 |
| 800 | 669 | 593 | 609 | 540 | 881 | 788 | 723 | 645 | 978 | 865 | 700 | 577 |
| 1 000 | 767 | 679 | 698 | 618 | 1 012 | 906 | 827 | 738 | 1 125 | 996 | 792 | 652 |
| Alumínio | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 48 | 43 | 44 | 41 | 60 | 53 | 54 | 48 | 66 | 59 | 62 | 52 |
| 25 | 63 | 57 | 58 | 53 | 79 | 70 | 71 | 62 | 83 | 73 | 80 | 66 |
| 35 | 77 | 70 | 71 | 65 | 97 | 86 | 86 | 77 | 103 | 90 | 96 | 80 |
| 50 | 93 | 84 | 86 | 78 | 118 | 104 | 104 | 92 | 125 | 110 | 113 | 94 |
| 70 | 118 | 107 | 108 | 98 | 150 | 133 | 131 | 116 | 160 | 140 | 140 | 117 |
| 95 | 142 | 129 | 130 | 118 | 181 | 161 | 157 | 139 | 195 | 170 | 166 | 138 |
| 120 | 164 | 149 | 150 | 135 | 210 | 186 | 181 | 160 | 226 | 197 | 189 | 157 |
| 150 | 189 | 170 | 172 | 155 | 241 | 214 | 206 | 183 | 261 | 227 | 213 | 178 |
| 185 | 215 | 194 | 195 | 176 | 275 | 245 | 234 | 208 | 298 | 259 | 240 | 200 |
| 240 | 252 | 227 | 229 | 207 | 324 | 288 | 274 | 243 | 352 | 305 | 277 | 230 |
| 300 | 289 | 261 | 263 | 237 | 372 | 331 | 313 | 278 | 406 | 351 | 313 | 260 |
| 400 | 345 | 311 | 314 | 283 | 446 | 397 | 372 | 331 | 488 | 422 | 366 | 305 |
| 500 | 396 | 356 | 360 | 324 | 512 | 456 | 425 | 378 | 563 | 486 | 414 | 345 |
| 630 | 456 | 410 | 416 | 373 | 592 | 527 | 488 | 435 | 653 | 562 | 471 | 391 |
| 800 | 529 | 475 | 482 | 432 | 687 | 612 | 563 | 502 | 761 | 654 | 537 | 446 |
| 1 000 | 607 | 544 | 552 | 495 | 790 | 704 | 643 | 574 | 878 | 753 | 607 | 505 |

ANEXO F – DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES DA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

7.1. Dimensionamento de Componentes da Entrada de Energia Elétrica – Tabela 1 – Tensão de Fornecimento de 380/220V e 440/220V

| Tipo e Tensão | Categoria | Carga Total Instalada na Unidade Consumidora (kW) | Demanda (kVA) | Proteção Geral Disjuntor (A) | | Número de Fases | | Rimel de Ligação e Carga | | Rimel de Entrada e Saída | | Condutor de Proteção Aterramento | Eletroduto | | Ponteiro de Ferro Galvanizado |
|---------------------------------------|-----------|---|---------------|------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|--|--------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|
| | | | | IEC/DIN | NEMA | Fios | Arco multiplexado | Alumínio | Método de instalar embudo (B1) ou subarranjo (D) NBR 5410 - Cabe | Cobre | Isolacao PVC 70°C | | Aperto ou embudo em alvenaria | Subarranjo | |
| Monofásico 220 V Ver nota 7 | A1 | 0 < C ≤ 8 | | 40 | 40 | 1 | 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 3/4 | 1 | 1 1/2 |
| | A2 | 8 < C ≤ 11 | | 50 | 50 | 1 | 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 3/4 | 1 | 1 1/2 |
| | A3 | 11 < C ≤ 13 | | 63 | 60 | 1 | 2 | 10 | 10 | 10 | 16 | 10(16) ^a | 3/4(1) ^b | 1 | 1 1/2 |
| | A4 | 13 < C ≤ 15 | | 70 | 70 | 1 | 2 | 10 | 16 | 10 | 16 | 10(16) ^a | 3/4(1) ^b | 1 | 1 1/2 |
| Monofásico 440/220 V Ver nota 7 | M1 | 0 < C ≤ 17 | | 50 | 50 | 1 | 3 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| | M2 | 17 < C ≤ 22 | | 63 | 60 | 1 | 3 | 10 | 10 | 10(16) ^a | 16 | 10(16) ^a | 1 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| | M3 | 22 < C ≤ 30 | | 70 | 70 | 1 | 3 | 10 | 16 | 16 | 25 | 16 | 1 1/4 | 1 1/2 | NÃO |
| | M4 | 30 < C ≤ 40 | | 80/90 ^{1,9} | 90 ¹ | 1 | 3 | 16 | 25 | 25 | 35 | 16 | 1 1/4 | 1 1/2 | NÃO |
| | M5 | 40 < C ≤ 50 | | 100 ^{1,3} | 100 ^{1,3} | 1 | 3 | 16 | 25 | 25 | 35 | 16 | 1 1/4 | 1 1/2 | NÃO |
| Bifásico 380/220V Ver nota 7 | B1 | 15 < C ≤ 20 | | 50 | 50 | 2 | 3 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 1 1/2 | 2 |
| | B2 | 20 < C ≤ 25 | | 63 | 60 | 2 | 3 | 10 | 10 | 10(16) ^a | 16 | 10(16) ^a | 1 | 1 1/2 | 2 |
| Trifásico 380/220V Ver nota 8 | C1 | 0 < D ≤ 20 | | 40 | 40 | 3 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 1 1/2 | 2 |
| | | 20 < D ≤ 30 | | 50 | 50 | 3 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 1 1/2 | 2 |
| | C2 | 30 < D ≤ 38 | | 63 | 60 | 3 | 4 | 10 | 16 | 10(16) ^a | 16 | 10(16) ^a | 1 1/4 | 2 | NÃO |
| | | 38 < D ≤ 45 | | 70 | 70 | 3 | 4 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 1 1/2 | 2 | NÃO |
| | C3 | 45 < D ≤ 55 | | 80/90 ^{1,9} | 90 ¹ | 3 | 4 | 25 | 35 | 25 | 35 | 16 | 1 1/2 | 2 | NÃO |
| | | 55 < D ≤ 65 | | 100 ¹ | 100 ¹ | 3 | 4 | 25 | 35 | 25 | 35 | 16 | 1 1/2 | 2 | NÃO |
| | C4 | 65 < D ≤ 75 | | 125 ¹ | 125 ¹ | 3 | 4 | 35 | 50 | 35(50) ^a | 50(70) ^a | 16(25/35) ^a | 2 | 3 | NÃO |

NOTAS:
 1. Utilizar caixa específica tipo MEE de 680 x 550 x 250mm (A x L x P) ou de polcarbonato agrugada para a trifásico.
 2. Para agrupamento com mais de três medições consultar a norma para edifícios de uso coletivo.
 3. Aplicável a atendimento de unidade consumidora com transformador exclusivo de 37,5 kVA ou 50kVA na tensão de 440/220V.
 4. Usar cabo de maior seção quando ramal for subterrâneo, agrupado com 02 ramais ou com isolamento em PVC 70°C. O cabo isolado em PVC 70°C não se aplica ao kit posíthio.
 5. Carga instalada acima de 75 kW, o atendimento deve ser em terraço primária de distribuição, observadas as exceções previstas no Art. 13 da Resolução ANEEL 414/2010.
 6. Para ligação trifásica em 380/220V deverá ser calculada a demanda para o dimensionamento a critério do projetista, limitada a carga instalada de 75 kW.
 7. Para ligação monofásica em 440/220V, bifásica em 380/220V e trifásica, utilizar caixa para medidor trifásico. Carga monofásica somente até 15 kW.
 8. Utilizar a maior bitola do eletroduto quando for utilizado cabo de 16mm².
 9. Utilizar disjuntor IEC/DIN de 90 A quando disponível no mercado.

ANEXO G – ORÇAMENTO DOS MATERIAIS - INSTALAÇÃO MONOFÁSICA

| DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA - ORÇAMENTO | | | | | |
|--|--|-------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|
| NÃO É DOCUMENTO FISCAL - NÃO É VÁLIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA - NÃO COMPROVA PAGAMENTO | | | | | |
| Identificação do Estabelecimento Emitente | | | | | |
| Denominação: PREMEL MAT. ELETRICOS LTDA | | | CNPJ: | | |
| Identificação do Destinatário | | | | | |
| Nome: CLIENTE AVISTA | | | CNPJ/CPF: | | |
| N° do Documento: 0027000883 | | | N° do Documento Fiscal: _____ | | |
| Data DAV.: 16/12/2022 Validade: 19/12/2022 Vendedor.: Pagamento: (A vista 2.050,23) | | | | | |
| Item | Produto | Quant | Unitario | Valor | Total |
| 0002 | 043992-BRAVA PLACA 4X2 1MOD.571111 | 23,00 | 2,870 | | 66,01 |
| 0004 | 043993-BRAVA PLACA 4X2 2MOD.SEP.571131 | 6,00 | 2,870 | | 17,22 |
| 0008 | 046225-BRAVA PLACA 4X2 CEGA PRE CORTE 5710 01 | 1,00 | 2,870 | | 2,87 |
| 0003 | 043997-BRAVA SUPORTE 4X2 573042 | 32,00 | 1,910 | | 61,12 |
| 0012 | 035377-CABO FLEX 750V 1,5MM AM | 102,00 | 1,030 | | 105,06 |
| 0018 | 035381-CABO FLEX 750V 10,0MM AZ | 18,00 | 7,480 | | 134,64 |
| 0015 | 035382-CABO FLEX 750V 10,0MM VM | 18,00 | 7,480 | | 134,64 |
| 0016 | 035393-CABO FLEX 750V 2,5MM AZ | 190,00 | 1,690 | | 321,10 |
| 0013 | 035394-CABO FLEX 750V 2,5MM VM | 170,00 | 1,690 | | 287,30 |
| 0017 | 035399-CABO FLEX 750V 4,0MM AZ | 5,00 | 2,910 | | 14,55 |
| 0014 | 035400-CABO FLEX 750V 4,0MM VM | 5,00 | 2,910 | | 14,55 |
| 0023 | 042507-CAIXA LUZ 4X4 OCT.FM LJ TIGRE | 7,00 | 8,853 | | 61,97 |
| 0001 | 040848-CD PVC EMB.06UL/8DIN S/BARR.TIGRE | 1,00 | 48,320 | | 48,32 |
| 0020 | 005854-CURVA PVC PT 1 X 90 NV | 2,00 | 1,895 | | 3,79 |
| 0010 | 035039-DISJ.DIN MONOF.16A SHB1 SOPRANO | 2,00 | 7,915 | | 15,83 |
| 0024 | 035041-DISJ.DIN MONOF.25A SHB1 SOPRANO | 2,00 | 7,915 | | 15,83 |
| 0011 | 035041-DISJ.DIN MONOF.25A SHB1 SOPRANO | 1,00 | 7,920 | | 7,92 |
| 0009 | 035255-DISJ.DIN MONOF.32A SHB1 SOPRANO | 1,00 | 7,920 | | 7,92 |
| 0022 | 038798-ELETRODUTO FLEXIVEL 25MM LJ TIGRE | 145,00 | 3,530 | | 511,85 |
| 0019 | 005763-ELETRODUTO PVC PT 1 NV | 2,00 | 10,975 | | 21,95 |
| 0021 | 006030-LUVA PVC PT 1 NV | 2,00 | 0,955 | | 1,91 |
| 0006 | 047904-UP INT.1S 871011 | 5,00 | 2,960 | | 14,80 |
| 0007 | 047909-UP INT.1SH 871012 | 6,00 | 5,680 | | 34,08 |
| 0005 | 047915-UP TOMADA NBR 10A 872011 | 29,00 | 5,000 | | 145,00 |
| | Sub-Total | | | | 2.050,23 |
| | Acrescimo | 0,00 | 0,00% | | |
| | Desconto | | 0,00 | | |
| | | | | Total Orcamento | 2.050,23 |
| ** Orcamento sujeito a aprovacao do crediario e/ou eventual retificacao dos dados aqui orcados ** | | | | | |
| É vedada a autenticação deste documento | | | | | |

ANEXO H – ORÇAMENTO DOS MATERIAIS - INSTALAÇÃO BIFÁSICA

| DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA - ORÇAMENTO | | | | | |
|--|--|--------|-------------------------------|-------|--------|
| NÃO É DOCUMENTO FISCAL - NÃO É VÁLIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA - NÃO COMPROVA PAGAMENTO | | | | | |
| Identificação do Estabelecimento Emitente | | | | | |
| Denominação: PREMEL MAT. ELETRICOS LTDA | | | CNPJ: | | |
| Identificação do Destinatário | | | | | |
| Nome: CLIENTE AVISTA | | | CNPJ/CPF: | | |
| N° do Documento: 0027002523 | | | N° do Documento Fiscal: _____ | | |
| Data DAV.: 13/02/2023 Validade: 16/02/2023 Vendedor.: Pagamento: (A vista 3.127,00) | | | | | |
| Item | Produto | Quant | Unitario | Valor | Total |
| 0001 | 051085-ABRACADEIRA PVC PT 3/4 167 INPOL | 12,00 | 0,741 | | 8,89 |
| 0002 | 043992-BRAVA PLACA 4X2 1MOD.571111 | 20,00 | 2,870 | | 57,40 |
| 0003 | 043993-BRAVA PLACA 4X2 2MOD.SEP.571131 | 4,00 | 2,870 | | 11,48 |
| 0004 | 043994-BRAVA PLACA 4X2 3MOD.571141 | 5,00 | 2,870 | | 14,35 |
| 0005 | 043997-BRAVA SUPORTE 4X2 573042 | 29,00 | 1,910 | | 55,39 |
| 0006 | 037114-CABO COBRE NU 7 FIOS 10MM 10,99M/KG | 0,73 | 87,658 | | 63,99 |
| 0007 | 037174-CABO FLEX 1KV EPR 10MM AZ | 18,00 | 7,810 | | 140,58 |
| 0008 | 037177-CABO FLEX 1KV EPR 10MM PT | 18,00 | 7,810 | | 140,58 |
| 0009 | 037175-CABO FLEX 1KV EPR 10MM VD | 18,00 | 7,810 | | 140,58 |
| 0010 | 037242-CABO FLEX 1KV EPR 10MM VM | 18,00 | 7,810 | | 140,58 |
| 0011 | 035375-CABO FLEX 750V 1,5MM AZ | 97,00 | 1,110 | | 107,67 |
| 0012 | 002515-CABO FLEX 750V 1,5MM PT | 30,00 | 1,110 | | 33,30 |
| 0013 | 035378-CABO FLEX 750V 1,5MM VD | 45,00 | 1,110 | | 49,95 |
| 0014 | 035376-CABO FLEX 750V 1,5MM VM | 67,00 | 1,110 | | 74,37 |
| 0015 | 035393-CABO FLEX 750V 2,5MM AZ | 154,00 | 1,690 | | 260,26 |
| 0016 | 002527-CABO FLEX 750V 2,5MM PT | 92,00 | 1,790 | | 164,68 |
| 0017 | 035396-CABO FLEX 750V 2,5MM VD | 117,00 | 1,690 | | 197,73 |
| 0018 | 035394-CABO FLEX 750V 2,5MM VM | 137,00 | 1,690 | | 231,53 |
| 0019 | 035405-CABO FLEX 750V 6,0MM AZ | 5,00 | 4,310 | | 21,55 |
| 0020 | 035408-CABO FLEX 750V 6,0MM VD | 5,00 | 4,310 | | 21,55 |
| 0021 | 035410-CABO FLEX 750V 6,0MM VM | 5,00 | 4,310 | | 21,55 |
| 0022 | 042507-CAIXA LUZ 4X4 OCT.FM LJ TIGRE | 7,00 | 8,853 | | 61,97 |
| 0023 | 040029-CD PVC EMB.18UL/24DIN S/BARR.TIGRE | 1,00 | 167,180 | | 167,18 |
| 0024 | 014959-CONECTOR HASTE COBRE TH-58 5/8 | 2,00 | 8,490 | | 16,98 |
| 0025 | 005878-CURVA PVC PT 1.1/2X 90 NV | 2,00 | 6,170 | | 12,34 |
| 0026 | 051108-CURVA PVC PT 90 3/4 343 INPOL | 4,00 | 2,360 | | 9,44 |
| 0027 | 035266-DISJ.DIN BIF.50A SHB2 SOPRANO | 1,00 | 32,090 | | 32,09 |
| 0028 | 035037-DISJ.DIN MONOF.10A SHB1 SOPRANO | 3,00 | 7,913 | | 23,74 |
| 0029 | 035256-DISJ.DIN MONOF.40A SHB1 SOPRANO | 1,00 | 10,610 | | 10,61 |
| 0030 | 042776-ELETRODUTO FLEXIVEL 3/4 LJ WTM-25 W ETZEL | 145,00 | 1,256 | | 182,12 |
| 0031 | 005787-ELETRODUTO PVC PT 1.1/2 NV | 2,00 | 21,250 | | 42,50 |
| 0032 | 051082-ELETRODUTO PVC PT 3/4 146 INPOL | 15,00 | 10,005 | | 150,08 |
| 0033 | 050626-HASTE COBRE B.C.5/8X2.40 HB5824/12, | 2,00 | 53,675 | | 107,35 |
| 3 | | | | | |
| É vedada a autenticação deste documento | | | | | |

| DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA - ORÇAMENTO | | | | |
|--|---------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------|
| NÃO É DOCUMENTO FISCAL - NÃO É VÁLIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA - NÃO COMPROVA PAGAMENTO | | | | |
| Identificação do Estabelecimento Emitente | | | | |
| Denominação: PREMEL MAT. ELETRICOS LTDA | | | CNPJ: | |
| Identificação do Destinatário | | | | |
| Nome: CLIENTE AVISTA | | | CNPJ/CPF: | |
| N° do Documento: 0027002523 | | | N° do Documento Fiscal: _____ | |
| Data DAV.: 13/02/2023 Validade: 16/02/2023 Vendedor.: Pagamento: (A vista 3.127,00) | | | | |
| Item | Produto | Quant | Unitario | Valor Total |
| 0034 | 036480-INT.DIF.4P 63A | 1,00 | 142,770 | 142,77 |
| 0035 | 006054-LUVA PVC PT 1.1/2 NV | 2,00 | 1,995 | 3,99 |
| 0036 | 047904-UP INT.1S 871011 | 5,00 | 2,960 | 14,80 |
| 0037 | 047909-UP INT.1SB 871012 | 6,00 | 5,680 | 34,08 |
| 0038 | 047915-UP TOMADA NBR 10A 872011 | 29,00 | 5,000 | 145,00 |
| 0039 | 047900-UP TOMADA NBR 20A 872012 | 2,00 | 6,000 | 12,00 |
| | Sub-Total | | | Total Orçamento |
| | 3.127,00 | Acrescimo | 0,00 0,00% | Desconto |
| | | | 0,00 | 3.127,00 |
| ** Orçamento sujeito a aprovação do comprador e/ou eventual ratificação dos dados aqui constantes ** | | | | |
| É vedada a autenticação deste documento | | | | |

ANEXO I – ORÇAMENTO DO POSTE – INSTALAÇÃO MONOFÁSICA



| | |
|------------------|------------------|
| Empresa: | Telefone: |
| Endereço: | Fax: |
| Bairro: | CNPJ: |
| E-mail: | IE: |

ORÇAMENTO Orçamento nº **174753**

| | | |
|------------------|------------------|-----------------|
| Cliente: | Contato: | Emissão: |
| Fantasia: | Telefone: | CPF: |
| Endereço: | Celular: | RG: |

| 1 - Produtos | Un. | Qtde. | Vi. Unitário | Vi. Desc. | Vi. Total |
|---|-----|-------|--------------|------------------------|-----------------|
| 05462 - POSTE CONCRETO 8MTS C/ 1CX MONOF EMB VARGAS | UN | 1,00 | 1.570,00 | 0,00 | 1.570,00 |
| | | | | Total: | 1.570,00 |
| | | | | Acréscimo: | 0,00 |
| | | | | Frete: | 0,00 |
| | | | | Desconto nos Itens: | 0,00 |
| | | | | Desconto no documento: | 0,00 |
| | | | | Desconto total: | 0,00 |
| | | | | Total à vista: | 1.570,00 |

2 - Forma de pagamento

POSTE ACOMPANHAM ,DPS ,DISJUNTOR, FIAÇÃO INTERNA ,HASTE E BALDINHO DE ATERRAMENTO.

3 - Parcelamento

| Nº. | VECTO. | NR DIAS | VALOR | |
|-----|----------|---------|----------|------------|
| 01- | 13/12/22 | 0 | 1.570,00 | 1-DINHEIRO |

ANEXO J – ORÇAMENTO DO POSTE - INSTALAÇÃO BIFÁSICA



| | |
|------------------|------------------|
| Empresa: | Telefone: |
| Endereço: | Fax: |
| Bairro: | CNPJ: |
| E-mail: | IE: |

ORÇAMENTO Orçamento nº **174752**

| | | |
|------------------|------------------|-----------------|
| Cliente: | Contato: | Emissão: |
| Fantasia: | Telefone: | CPF: |
| Endereço: | Celular: | RG: |

| 1 - Produtos | Un. | Qtde. | Vi. Unitário | Vi. Desc. | Vi. Total |
|---|-----|-------|--------------|------------------------|-----------------|
| 00112 - POSTE CONCRETO 8MT C/ 1CX BIFASICO EMB VARGAS | UN | 1,00 | 1.900,00 | 0,00 | 1.900,00 |
| | | | | Total: | 1.900,00 |
| | | | | Acréscimo: | 0,00 |
| | | | | Frete: | 0,00 |
| | | | | Desconto nos Itens: | 0,00 |
| | | | | Desconto no documento: | 0,00 |
| | | | | Desconto total: | 0,00 |
| | | | | Total à vista: | 1.900,00 |

2 - Forma de pagamento

POSTE ACOMPANHA FIAÇÃO INTERNA ,DPS,DISJUNTOR ,HASTE DE ATERRAMENTO E BALDINHO DE ATERRAMENTO .

3 - Parcelamento

| Nº. | VECTO. | NR DIAS | VALOR | |
|-----|----------|---------|----------|------------|
| 01- | 13/12/22 | 0 | 1.900,00 | 1-DINHEIRO |

ANEXO K – ORÇAMENTO DO PROJETO ELÉTRICO



REF.: FORNECIMENTO DE PROJETOS COMPLEMENTARES
Residencial Multifamiliar sem denominação- Área TOTAL 86,62m2

Prezados Senhores,
Em atenção à solicitação de V.S.as., temos a satisfação de submeter à apreciação desta conceituada empresa, nossa proposta para fornecimento de Projetos Complementares, para Residencial Multifamiliar, no município de GAMBORIU/SC, como a seguir descrevemos:

1. ESCOPO DA PROPOSTA

Serão executados os seguintes projetos:

- Projeto Elétrico;

2. VIAS DO PROJETO

O projeto EXECUTIVO será feito em Plataforma CAD, sendo fornecido as seguintes cópias do mesmo:

- 01 via arquivo PDF e DWG via correio eletrônico na conclusão do projeto ou de acordo com as etapas concluídas.

3. NORMAS

O projeto será executado de acordo com as normas da ABNT, Corpo de Bombeiros, Caldas e Órgãos municipais de regulação.

4. PREÇOS

| | |
|---------------------------|---------------------|
| 4.1 Elétrico | R\$ 1.500,00 |
| TOTAL | R\$ 1.500,00 |

Pacote Incluso:
Projetos Legais em CAD
Compatibilização entre projetos Contratados e Estrutura

OBS1: Os valores acima foram calculados tendo como base e área em informação, caso haja variação nesta área, os valores acima também sofrerão variação proporcional.

Cortes de atenção de V.S.as., antecipamos nossos agradecimentos.