



INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS AVANÇADO PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PEDRO HENRIQUE SANTOS BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA
NO MUNICÍPIO DE PIUMHI-MG**

PIUMHI

2023



PEDRO HENRIQUE SANTOS BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA
NO MUNICÍPIO DE PIUMHI-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais, ofertado pelo *Campus* Avançado Piumhi, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Tatiane Oliveira Failache

PIUMHI

2023

B238a Barbosa, Pedro Henrique Santos.

Avaliação da condição da instalação elétrica de uma residência no município de Piumhi-MG [manuscrito] / Pedro Henrique Santos Barbosa. – 2023.

56 f. : il. color.

Orientadora: Tatiane Oliveira Failache.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2023.

1. Instalações elétricas domiciliares. 2. Instalações elétricas - projeto. 3. Instalações elétricas – estudo de caso. I. Failache, Tatiane Oliveira. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 621.31924

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Avançado Piumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Avançado Piumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Piumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

PEDRO HENRIQUE SOUSA BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE UMA RESIDÊNCIA NO
MUNICÍPIO DE PIUMHI-MG**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 13 de dezembro de 2023 pela banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA:

Piumhi, 13 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Oliveira Failache, Professora**, em 13/12/2023, às 11:25, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe da Silva Alves, Professor**, em 13/12/2023, às 15:23, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes, Professora**, em 18/12/2023, às 10:49, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1771092** e o código CRC **1BB0EF2F**.

"Assim como um engenheiro civil constrói pontes sólidas e estruturas duradouras, cada um de nós tem o poder de criar uma vida significativa e impactante. Somos os engenheiros de nossa própria existência, responsáveis por projetar, planejar e construir nosso caminho. A criatividade é a ferramenta fundamental nesse processo, pois nos permite transformar ideias em realidade. Portanto, lembre-se: você é o arquiteto da sua vida, capaz de construir alicerces sólidos e alcançar grandes conquistas. Coloque sua imaginação em ação e deixe sua marca duradoura no mundo."

Autoria Própria

RESUMO

As instalações elétricas desempenham um papel essencial na conexão entre as concessionárias fornecedoras de energia e os equipamentos elétricos presentes nas residências. Para a elaboração dessas instalações, há necessidade de elaboração de projetos conforme a necessidade do cliente e que siga as normas existentes. No entanto, muitas construções residenciais não seguem as normativas e regulamentações, as quais são executadas sem a elaboração de projetos adequados. Tal prática torna as instalações vulneráveis a problemas na distribuição de energia e aumentam os riscos de incidentes elétricos, como quedas de tensão, choques e maior desgaste dos equipamentos elétricos. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo identificar falhas no projeto elétrico de uma residência e levantar os riscos que esses erros podem provocar. O trabalho consiste em um estudo de caso, no qual foi realizada a inspeção da instalação elétrica de uma residência na cidade de Piumhi/MG e posteriormente elaborado um projeto elétrico seguindo as normas 5410 de 2004 e norma de distribuição da CEMIG. Os resultados mostraram que a situação atual da residência quando comparada com o projeto adequado, apresenta várias falhas como erro na divisão de circuitos, mal dimensionamento de disjuntores e ausência de proteção elétrica. Conclui-se que a instalação elétrica da residência analisada necessita de inúmeras correções e adequações às normas.

Palavras-Chave: instalações elétricas domiciliares; instalações elétricas - projeto; instalações elétricas - estudo de caso.

ABSTRACT

Electrical installations play an essential role in connecting power supply companies and electrical equipment within residences. For the development of these installations, project elaboration is essential tailored to the client's requirements and compliance with existing standards. However, many residential constructions do not considered regulations and standard protocols, as well as, are carried out without proper project planning. Such practices make installations vulnerable to power distribution issues and increase the risks of electrical incidents, such as voltage drops, shocks, and greater wear and tear on electrical equipment. The objective of this study is to identify flaws in the electrical design of an urban residence and assess the risks that these errors can cause. The study constitutes a case study, which involved an inspection of the electrical installation in a residence located in Piumhi, MG, followed by the creation of an electrical design for the same residence in accordance with the standard 5410/2004 and the CEMIG distribution standard. The current state of the residence was compared to the appropriate design, and revealed an incorrect circuit division, inadequate sizing of circuit breakers, and absence of electrical protection. This study concludes the necessity of numerous corrections and adjustments in the electrical installation of the analyzed residence.

Keywords: home electrical installations; electrical installations – project; ; electrical installations - case study

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Gráfico de Acidentes de origem elétrica 2022.....	16
Figura 2 - Identificação dos contadores por cor	20
Figura 3 - Advertência a ser afixada no quadro de distribuição.	26
Figura 4 - Localização do Município de Piumhi-MG.....	28
Figura 5 - Imagem da fachada da residência.....	29
Figura 6 - Planta baixa da casa mostrando as dimensões	36
Figura 7 - Planta baixa com as instalações existentes.....	36
Figura 8 - Planta baixa com as instalações previstas conforme regulamentações.	37
Figura 9 - Imagem do poste padrão de energia	38
Figura 10 - Quadro de medição instalado na residência.....	39
Figura 11 - Disjuntor do quadro de medição.....	39
Figura 12 - Quadro de distribuição.	40
Figura 13 – Quadro de distribuição sem a tampa	41

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Instalações elétricas existente na casa.	42
Quadro 2 - Distribuição dos circuitos e disjuntores usados.....	42
Quadro 3 - Quadro de cargas do projeto	43
Quadro 4 – Quadro das divisões dos circuitos.....	44
Quadro 5 - Quadro da potência ativa	44

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Ampere
CI	Carga instalada
DPS	Dispositivos de proteção de surtos
DR	Dispositivo diferencial residual
DTM	Disjuntor termo magnético
Ed.	Edição
f.	Folha
FP	Fator de potência
m ²	Metros quadrados
Me.	Mestre
P.	Páginas
Prof.	Professor
QD	Quadro de distribuição
Qtde.	Quantidade
TUG	Tomadas em uso geral
TUE	Tomadas de uso específico
VA	Volt-Ampere
V	Volts
W	Watts

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
NBR	Norma Brasileira
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais

LISTA DE SÍMBOLOS

- = Igual
- < Maior que
- + Adição
- * Multiplicação
- £ Pound sign

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Acidentes provocados por energia elétrica	16
2.2 Instalações elétricas	17
2.3 Projeto de instalações elétricas	17
2.4 Importância do projeto de instalações elétricas	18
2.5 Elaboração do projeto elétrico	19
2.6 Condutores elétrico	20
2.7 Dispositivos de proteção	21
2.8 Circuitos de tomadas	23
2.9 Circuitos de iluminação	24
2.10 Quadro de distribuição – QD	25
3. METODOLOGIA	26
3.1 Estudo Bibliográfico	27
3.2 Identificação da área de estudo	27
3.2.1 Características da residência	38
3.3 Levantamento de dados	29
3.4 Análise da instalação existente	30
3.5 Elaboração do projeto elétrico conforme a norma	30
3.5.1 Divisões dos circuitos	30
3.5.2 Dimensionamento de disjuntores e condutores	31
3.5.3 Carga Instalada	32
3.5.4 Planejamento dos pontos elétricos na planta	33
3.5.5 Criação da tabela automatizada	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
Fonte: Arquivo próprio	36
4.1 Situação do sistema elétrico atual	37
4.2 Projeto elétrico elaborado	43
4.2.1 Estimativa de demanda de carga elétrica	43
4.2.2 Divisão dos circuitos	43
4.2.3 Potência ativa	44
4.2.4 Cálculo de demanda	44

4.3 Comparação entre a situação atual da residência e as condições ideais estabelecidas na Norma.....	45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE.....	50
APÊNDICE A – PLANILHA AUTOMATIZADA.....	50
ANEXOS	51
ANEXO A – TABELA 1 DO MANUAL DA CEMIG.....	51
ANEXO B – TABELA 10 DO MANUAL DA CEMIG.....	52
ANEXO C – TABELA 13 DO MANUAL DA CEMIG.....	53
ANEXO D – TABELA 36 DO NORMA 5410:2004	54
ANEXO E – TABELA 40 DO NORMA 5410:2004.....	55
ANEXO F – TABELA 47 DO NORMA 5410:2004.....	56

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica desempenha um papel fundamental, sendo um recurso essencial para viabilizar diversas atividades e funcionalidades modernas, como alimentar sistemas de iluminação, aquecimento, refrigeração, dispositivos eletrônicos, eletrodomésticos e equipamentos de entretenimento. A eletricidade é indispensável para o conforto, segurança e eficiência das operações cotidianas contribuindo para a qualidade de vida dos moradores.

Erros em instalações elétricas podem resultar em riscos à segurança, problemas de funcionamento e ineficiência energética. Conectar muitos dispositivos ou aparelhos em um único circuito pode causar sobrecarga, queda na energia e, em casos extremos, riscos de incêndio. Um sistema de aterramento inadequado pode levar a choques elétricos, danos a equipamentos sensíveis e perigos potenciais durante falhas elétricas. Utilizar disjuntores de capacidade inadequada para proteger circuitos pode resultar em falhas de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito. Escolher cabos de seção inadequada pode resultar em aquecimento excessivo, perda de energia e mau funcionamento dos dispositivos conectados.

Infelizmente, a falta de segurança nas instalações elétricas pode ter consequências graves. A cada ano, no Brasil, ocorrem acidentes fatais envolvendo eletricidade, principalmente devido a choques elétricos e incêndios causados por sobrecarga nas instalações. Segundo a ABRACOPEL (2023), somente em 2022, foram registradas 686 mortes por choque elétrico e incêndios causados por sobrecarga. Muitos desses acidentes poderiam ser evitados se as instalações elétricas fossem dimensionadas e executadas corretamente por profissionais qualificados.

O projeto de instalações elétricas desempenha um papel crucial na garantia da segurança e eficiência das instalações. O dimensionamento adequado dos condutores, dispositivos de proteção contra curto-circuito, sobrecarga e choques elétricos, assim como a consideração de dispositivos de proteção contra surtos elétricos, são elementos fundamentais nesse processo. O projeto deve ser baseado em normas específicas que regulamentam as instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, como a NBR 5410:2004.

Segundo Lima e Lage (2019), quando um profissional não segue as normas da NR 5410 para instalações elétricas residenciais, podem ocorrer uma série de consequências prejudiciais. A não conformidade com essas normas pode resultar em riscos significativos à segurança das pessoas que vivem na residência, aumentando a probabilidade de choques elétricos, curtos-circuitos e incêndios. Além disso, instalações inadequadas podem impactar o funcionamento correto dos equipamentos e dispositivos elétricos, levando a danos, ineficiência energética e custos mais elevados. Incompatibilidades junto às normas também podem resultar em questões legais e regulatórias, como multas e penalidades. Portanto, é de extrema importância que os profissionais sigam rigorosamente as diretrizes estabelecidas na NBR 5410 (ABNT, 2004) para garantir a segurança, confiabilidade e conformidade das instalações elétricas residenciais.

Diante de todas as informações abordadas, é possível constatar que a ausência de projetos elétricos adequados, instalações elétricas antigas e a falta de mão de obra qualificada são fatores que podem levar a falhas no sistema elétrico residencial e colocar em risco a segurança dos indivíduos e das edificações. O objetivo geral deste trabalho é demonstrar a importância da elaboração de projetos elétricos para as residências, seguindo os critérios estabelecidos da norma sendo utilizado um estudo de caso de uma residência localizada na cidade de Piumhi-MG.

Foram seguidos alguns passos específicos sendo eles a confecção do projeto arquitetônico da residência estudada, realização do diagnóstico do estado atual da instalação elétrica da residência e dimensionamento da instalação elétrica conforme a norma NBR 5410 (ABNT, 2004). Para o dimensionamento foi feita uma tabela que calcula automaticamente a quantidade mínima de tomadas, potência de iluminação e a carga instalada, a partir de dados como dimensão dos cômodos e aparelhos específicos. Depois disso, foi feita a comparação do estado atual da instalação elétrica da residência com o dimensionamento conforme a norma a fim de levantar o que estava inadequado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Acidentes provocados por energia elétrica

As instalações elétricas mal projetadas e executadas representam um sério risco para a segurança das pessoas. Para entender melhor a magnitude desses acidentes, suas causas e o número de vítimas, a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) elabora anualmente um anuário estatístico sobre acidentes elétricos

De acordo com o anuário estatístico da ABRACOPEL (2023), com dados referentes ao ano-base de 2022, foram registrados alarmantes 1828 acidentes relacionados à eletricidade, resultando em um trágico total de 686 vítimas fatais, como mostra a Figura 1. Esses acidentes incluíram ocorrências de choques elétricos, incêndios causados por sobrecarga e descargas atmosféricas.

Figura 1- Gráfico de Acidentes de origem elétrica 2022.



Fonte: Anuário da ABRACOPEL (2023).

Esses números evidenciam a importância de um projeto elétrico adequado, que considere normas de segurança e medidas de proteção. A negligência nessa etapa pode resultar em consequências devastadoras, colocando em risco a vida e a integridade das pessoas. A divulgação desses dados pela ABRACOPEL visa conscientizar a população sobre os perigos da eletricidade e promover a adoção de práticas seguras na utilização e manutenção das instalações elétricas.

2.2 Instalações elétricas

As instalações elétricas podem ser divididas em três tipos: industriais, prediais e comerciais. A principal diferença entre esses tipos está no grau de distribuição da potência elétrica atribuída a cada um deles. A energia elétrica fornecida chega ao local de consumo por meio de três fases distintas, conhecidas como sistema trifásico, com uma frequência de 60 ciclos por segundo em todo o território nacional. Segundo Borges e Gomes (2019), a energia elétrica passa por subestações e um processo de distribuição, atravessando transformadores localizados em áreas específicas, para que, dessa forma, possa chegar às residências com tensões nominais de 127 V e 220 V, utilizadas para caracterizar os circuitos elétricos no ponto de consumo.

Conforme Oliveira (2017), as instalações elétricas são compostas por um conjunto de elementos que exercem influência direta no desempenho e na qualidade dessas instalações. Componentes como eletrodutos, condutores, interruptores, tomadas e disjuntores desempenham um papel crucial na eficiência e no funcionamento adequado das instalações elétricas.

2.3 Projeto de instalações elétricas

De acordo com Daniel (2015), a construção do projeto elétrico deve seguir as recomendações da NBR 5410 (ABNT, 2004) e as normas das concessionárias locais. Essas diretrizes determinam os cálculos necessários de consumo, dimensionamento da carga e condições mínimas dos equipamentos, padronizando os procedimentos para a distribuição de energia elétrica. Lima Filho (2011) complementa

que a NBR 5410 é utilizada na elaboração e execução de projetos de instalações elétricas de baixa tensão, enquanto a responsabilidade pela medição do consumo, entrada e alimentação dos circuitos elétricos fica a cargo da concessionária local.

Segundo Lima Filho (2011), o projeto elétrico deve ser eficiente, adaptável e dinâmico, contendo todas as condições mínimas necessárias para o bom funcionamento da instalação. Ele fornece a previsão detalhada das cargas a serem utilizadas e busca soluções e melhorias para atender aos objetivos estabelecidos.

Martinho (2015), destaca que o projeto elétrico deve incluir especificações de acordo com as necessidades de cada edificação, como a quantidade e localização adequada das tomadas, interruptores suficientes, dimensionamento correto dos disjuntores e sistemas de aterramento. O sistema de aterramento é responsável por otimizar as instalações e proporcionar o desligamento automático da alimentação elétrica em caso de presença de tensões perigosas de contato.

2.4 Importância do projeto de instalações elétricas

Para Silva e Santos (2018), o projeto elétrico exercer um papel fundamental na garantia da segurança e eficiência das instalações elétricas. A importância de um projeto elétrico é fundamental para garantir a segurança, eficiência e confiabilidade das instalações elétricas em qualquer construção ou ambiente.

Segundo Silva (2023), dentre as vantagens de se seguir as normas para dimensionamento do projeto, temos:

- **Segurança:** Um projeto elétrico bem elaborado considera todas as normas e regulamentos de segurança, como a NBR 5410, para garantir que a instalação seja segura para os usuários. Isso ajuda a prevenir riscos de choques elétricos, curtos-circuitos, incêndios e outros acidentes elétricos.
- **Dimensionamento adequado:** O projeto elétrico leva em conta as cargas elétricas específicas de cada ambiente, garantindo o dimensionamento correto dos circuitos, condutores e dispositivos de proteção. Isso evita sobrecargas e assegura o funcionamento eficiente dos equipamentos elétricos.
- **Eficiência energética:** Um projeto elétrico bem planejado, busca a melhor utilização da energia elétrica, evitando desperdícios e proporcionando

economia no consumo de energia.

- Previsibilidade de custos: Com um projeto elétrico adequado, é possível estimar de forma mais precisa os custos dos materiais e serviços necessários para a instalação elétrica, evitando gastos desnecessários e imprevistos.
- Atendimento às necessidades específicas: Cada ambiente tem demandas elétricas distintas, e um projeto elétrico personalizado garante que as instalações atendam às necessidades específicas de cada espaço e suas finalidades.

2.5 Elaboração do projeto elétrico

Para Lima Filho (2011), a elaboração do projeto elétrico deve ser embasada no conhecimento prévio das características de cada imóvel, levando em consideração os aspectos funcionais, condições e fornecimentos das edificações. É essencial que haja uma interligação entre os profissionais envolvidos na elaboração do projeto, visando a eficiência do mesmo, garantindo a segurança, proteção e conforto dos usuários, bem como a preservação e cuidado com o imóvel .

Nery (2012), cita que o projetista deve estar atento às especificações do abastecimento de energia elétrica e às orientações da concessionária, a fim de garantir uma distribuição adequada, levando em consideração o perfil de consumo de cada imóvel e atendendo às demandas específicas.

Daniel (2010), argumenta que um instalação elétrica é considerada tecnicamente adequada quando atende aos requisitos indispensáveis do ambiente, tem uma vida útil adaptável ao imóvel e a outros usos, além de apresentar viabilidade econômica em termos de custos de instalação, consumo e manutenção.

Segundo Lima e Lage (2019), além de correta execução do projeto elétrico, faz-se necessário o uso de materiais de qualidade e mão de obra qualificada para a execução dos serviços, a fim de garantir o cumprimento das normas e procedimentos corretos. NERY (2020) reforça que para garantir a eficiência e segurança da instalação elétrica, é fundamental que todos os processos de execução sejam realizados por profissionais qualificados, assegurando o cumprimento dos critérios normativos.

Lima e Lage (2019), complementa que após a elaboração do projeto, é necessário realizar vistorias para verificar

se as instalações elétricas foram executadas corretamente, seguindo todas as exigências normativas. Essa verificação final é indispensável para garantir o bom funcionamento dos circuitos e o cumprimento das normas. A verificação e manutenção periódica dos componentes das instalações por profissionais qualificados é necessário para assegurar que os itens instalados funcionem corretamente e atendam aos princípios da NBR 5410 (NBR 5410, 2004).

2.6 Condutores elétricos

Creder (2007), argumenta que condutor elétrico desempenha um papel essencial em uma instalação, pois faz parte de um conjunto de elementos que se interligam para formar um sistema elétrico coeso e funcional. Sua principal função é conduzir a energia elétrica de forma segura e eficiente

De acordo com a Norma Regulamentadora NBR 5410 (ABNT, 2004), a identificação dos condutores é indispensável para garantir a segurança das pessoas. A norma estabelece padrões específicos para a identificação dos condutores por meio de cores, levando em considerações suas funções dentro do circuito elétrico. Por exemplo, a cor azul-claro é utilizada para identificar o condutor neutro, a cor vermelha para o condutor fase, a cor preta para o condutor de retorno e a cor verde ou verde-amarelo para o condutor de proteção, como mostra na Figura 2.

Figura 2 - Identificação dos condutores por cor



Fonte: EXTRAIVEN (2020).

Para circuitos de iluminação a NBR 5410 (ABNT, 2004), fala que os condutores de cobre isolados devem ter uma seção mínima de $1,5\text{mm}^2$, enquanto para circuitos de tomada incluindo as tomadas de uso geral (TUGs), é necessário utilizar condutores com seção mínima de $2,5\text{mm}^2$. O dimensionamento dos condutores leva em consideração a corrente elétrica que o circuito irá utilizar.

Já para em instalações com circuitos monofásicos e bifásicos, os condutores de fase e neutro devem ter a mesma seção. Quanto ao condutor de proteção (Cabo terra), para condutores de fase com diâmetro máximo de 16mm^2 , é necessário adotar a mesma seção para o condutor de proteção, ou seja, ele deve ter o mesmo diâmetro que o condutor.

2.7 Dispositivos de proteção

Segundo Nery (2012), os dispositivos de proteção desempenham um papel crucial nas instalações elétricas, uma vez que são responsáveis por evitar choques elétricos e flutuações na rede, protegendo tanto os imóveis quanto as pessoas de incidentes causados pelo sistema elétrico, além de prevenir danos aos condutores e equipamentos, como curtos-circuitos e incêndios.

De acordo com Cotrim (2009), os disjuntores termomagnéticos exercem funções específicas visando aprimorar a segurança de imóveis, equipamentos e usuários. Esses dispositivos, sendo de natureza mecânica, permanecem em estado ativo durante longos períodos de operação. No entanto, quando ocorre um aumento na corrente elétrica acima do valor nominal, eles são projetados para desativar rapidamente, interrompendo o fluxo de corrente. Suas funções abrangem a atuação como interruptor, permitindo a abertura e o fechamento dos circuitos, além de interromper a eletricidade nos locais onde há a necessidade de substituição de equipamentos ou manutenção nos circuitos elétricos. Dessa forma, eles protegem os condutores e aparelhos contra sobrecarga de corrente e curto-circuito, graças ao seu mecanismo de disparo ou dispositivo magnético.

Avila (2012), fala que o DPS é o dispositivo recomendado pela norma ABNT 5410, para proteger as instalações elétricas e os equipamentos eletroeletrônicos contra surtos,

sobretensões ou transientes diretos ou indiretos, independentemente da origem, se por descargas de raios ou por manobras da concessionária.

A NBR 5410 (2004), determina que todas as construções 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 .

Para Cotrim (2009), o dispositivo DR – Diferencial Residual é usado na detecção de fugas de corrente em circuitos elétricos e age de modo eficaz na secção dos circuitos em torno de 0,007s interrompendo a corrente no momento em que o corpo da pessoa recebe a eletricidade, desarmando de imediato, protegendo os usuários contra choques elétricos.

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. (APPEL, 2019, p28.)

Segundo Nery (2012), os dispositivos DR são divididos em dois condicionantes: disjuntor diferencial residual e interruptor diferencial residual, que possuem diferenças e ao mesmo tempo funcionam em conjunto. Ambos os dispositivos proporcionam proteção contra choque elétrico aos indivíduos, suas diferenças são: o interruptor diferencial residual, desliga e liga manualmente o circuito, enquanto o disjuntor diferencial residual, protege os condutores dos circuitos contra os curto circuito e sobrecargas.

De acordo com Mamede Filho (2010), o aterramento elétrico é uma medida de segurança fundamental em instalações elétricas. Ele consiste na interligação de equipamentos elétricos e condutores com o solo, com o objetivo de estabilizar a tensão da instalação durante o seu funcionamento. O aterramento limita as sobretensões causadas por descargas atmosféricas e contatos acidentais, fornecendo um caminho de retorno para a corrente de curto-circuito em direção à terra.

Para garantir o desempenho satisfatório das instalações elétricas e a segurança dos indivíduos contra acidentes elétricos, é essencial que o sistema de aterramento esteja presente. Esse sistema protege os equipamentos e as pessoas

contra curtos-circuitos, descargas atmosféricas e proporciona o controle das tensões, permitindo o desligamento automático quando necessário.

A NBR 5410 destaca dois tipos básicos de aterramento nas instalações elétricas: o aterramento funcional e o aterramento de proteção. O aterramento funcional ocorre quando um dos condutores ativos do sistema (geralmente o condutor neutro) é conectado à terra, visando ao funcionamento seguro e confiável da instalação. Por outro lado Creder (2007), diz que o aterramento de proteção consiste na ligação à terra das massas e elementos condutores diferentes da instalação, com o objetivo de proteger contra acidentes elétricos, como choques elétricos por contato direto .

2.8 Circuitos de tomadas

Conforme Creder (2007), a alocação adequada de tomadas é um aspecto importante nas instalações elétricas, e sua função é fornecer energia e alimentar equipamentos elétricos.

As tomadas são classificadas em tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. Para garantir a segurança dos usuários, a norma estabelece limites de potência para cada tipo de tomada. As tomadas de uso específico suportam corrente de até 20A, enquanto as tomadas de uso geral suportam até 10A. Independentemente da classificação, tomadas com tensão de 127 volts podem suportar uma potência de 1200W a 1500W e tomadas de 220 volts podem suportar uma potência de 2200W a 4400W (CREDER, 2007).

A NBR 14136 (ABNT, 2002), estabelece os padrões de plugues e tomadas a serem utilizados, visando garantir a segurança dos usuários ao utilizar equipamentos elétricos. Essa norma padroniza modelos de plugues e tomadas com base na potência, sendo obrigatório o encaixe para o pino terra, a fim de evitar acidentes por contato direto.

A ABNT 5010 (2004), fala que para determina a potência mínima das tomadas, é necessário fazer um levantamento dos equipamentos elétricos presentes na residência e dividir as tomadas em uso geral (TUGs) e tomadas de uso específico (TUEs). As condições para estabelecer a potência mínima das TUGs variam de acordo com as áreas

molhadas e secas, considerando a atribuição de um mínimo de 600 VA por ponto de tomada em áreas molhadas e 100 VA para tomadas excedentes, e pelo menos 100 VA por ponto de tomada em áreas secas. Para as TUEs, deve-se considerar a potência nominal dos equipamentos elétricos a serem utilizados.

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004), os critérios para determinar a quantidade mínima de pontos de tomada baseiam-se no perímetro de cada cômodo. Em áreas menores que 6 m², deve-se ter pelo menos um ponto de tomada. Em salas e dormitórios com áreas maiores que 6 m², deve-se atribuir um ponto de tomada a cada 5 m ou fração de perímetro. Em cozinhas, copas e áreas de serviço, a norma estabelece a necessidade de ter um ponto de tomada a cada 3,5 metros ou frações de perímetro. Além disso, acima das bancadas nessas áreas, é recomendado ter no mínimo dois pontos de tomada. Nas varandas, pelo menos um ponto de tomada deve ser previsto. Já nos banheiros, é necessário ter no mínimo um ponto de tomada, localizado próximo à pia e a uma distância mínima de 0,6 metros do limite do box. Essas diretrizes têm como objetivo garantir a disponibilidade adequada de pontos de tomada em cada ambiente, atendendo às necessidades de alimentação de equipamentos elétricos de forma segura e eficiente.

2.9 Circuitos de iluminação

De acordo com Creder (2007), são conjuntos de pontos de consumo que têm a função de distribuir a energia elétrica até as lâmpadas. Os pontos de iluminação geralmente possuem interruptores, também conhecidos como comandos de interrupção, que têm a função de interromper ou restabelecer o fluxo de corrente elétrica até as lâmpadas. A interrupção do fluxo de corrente elétrica pelos interruptores ocorre quando o condutor de fase é desconectado, o que permite a realização de trocas de lâmpadas ou reparos na instalação sem o risco de choques elétricos, uma vez que o condutor energizado, ou seja, a fase, está desativado .

Para a com a NBR 5410 (ABNT, 2004), dimensionar os pontos de iluminação, são utilizados critérios estabelecidos na norma, que apresenta especificações individuais para a quantidade de pontos de luz. Os critérios levam em consideração a área de cada ambiente. Cada cômodo deve ter pelo menos um ponto de luz no teto, controlado por

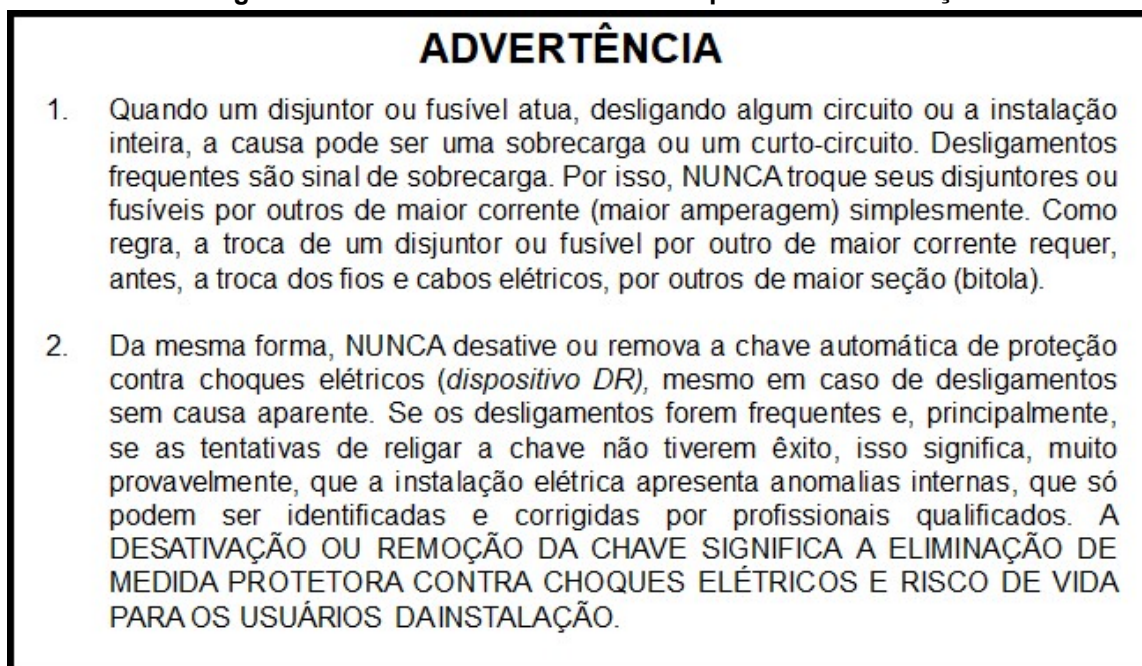
um interruptor. Em ambientes com área igual ou menor que 6m^2 , deve-se ter no mínimo 100VA de potência. Já em áreas maiores que 6m^2 , estabelece-se uma potência de 100VA para os primeiros 6m^2 e acrescenta-se 60VA de potência para cada incremento de 4m^2 inteiros .

2.10 Quadro de distribuição – QD

Segundo Prysmian (2006), o quadro de distribuição, também conhecido como painel de distribuição, é um componente elétrico utilizado para receber a energia proveniente da fonte de alimentação e distribuí-la para os diversos circuitos presentes no edifício. Ele consiste em um conjunto de dispositivos de proteção, manobra, controle e sinalização, cuja função é garantir a proteção de todos os circuitos que fornecem energia para a edificação.

A norma NBR 5410 (2004), prevê que cada circuito deve ser protegido por um disjuntor adequado, a fim de evitar sobrecargas e curtos-circuitos. Essa proteção é essencial para garantir a segurança e o correto funcionamento da instalação elétrica. Para selecionar o disjuntor apropriado, é necessário levar em consideração a corrente nominal do circuito e a corrente de curto-circuito esperada. Essa seleção adequada do disjuntor contribui para o bom desempenho do sistema elétrico e minimiza os riscos de danos e acidentes.

A norma NBR 5410 (2004), cita que a instalação do quadro de distribuição deve ser feita em locais de fácil acesso e visibilidade. É importante garantir que o quadro esteja visível e não seja obstruído por móveis ou outros objetos, a fim de proporcionar maior funcionalidade à instalação elétrica. Na figura 3, mostra a advertência que deve ser colocada no QD, conforme pede a.

Figura 3 - Advertência a ser afixada no quadro de distribuição

Fonte: NBR 5410 (2004).

3. METODOLOGIA

A escolha da casa utilizada neste estudo de caso ocorreu devido ao fato que o proprietário da residência tinha algumas reclamações como chuveiro que desarma, falta de interruptores para determinadas lâmpadas da casa e ausência de tomadas em pontos importantes. Com base nesse relato, optou-se por fazer o estudo da instalação feita nesta residência e a comparação com o definido em norma.

O primeiro passo, foi o levantamento de publicações com temas pertinentes a pesquisa, estudo das normas relacionadas ao tema e desenvolvimento do referencial teórico.

Após este levantamento, foi realizada a identificação precisa da residência que seria estudada, considerando aspectos como localização, dimensões e características estruturais para que fosse elaborado o projeto arquitetônico da mesma, pois o proprietário não possuía o documento. Ele foi utilizado para representação da instalação elétrica como estava na residência e depois foi utilizado também para confecção do projeto correto conforme as normas.

Em seguida foi feito um levantamento de dados para coleta de informações sobre a instalação elétrica existente, seus componentes, suas fiações e dispositivos

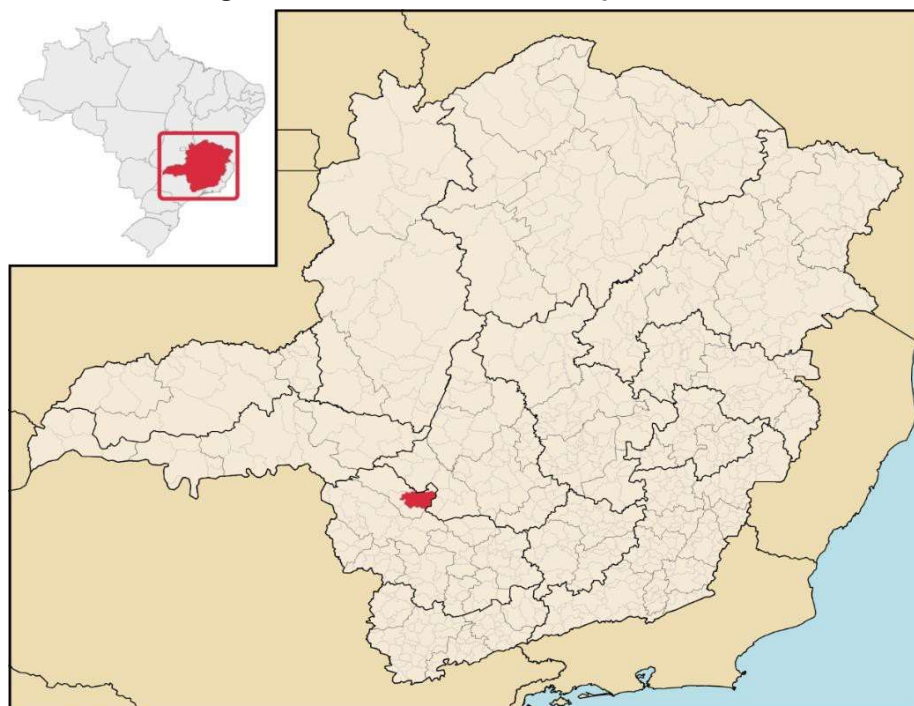
de segurança. Esses dados foram submetidos a uma análise, na qual foram avaliados, em conformidade com as normas de segurança e a capacidade de suportar a carga demandada pela residência. Com base nessa análise, foi elaborado um projeto elétrico completo, que busca atender aos requisitos estabelecidos pela norma regulamentadora vigente. Para efeitos de comparação, os dados obtidos são confrontados com as especificações do projeto elétrico elaborado, permitindo uma avaliação objetiva das divergências e irregularidades presentes na instalação em estudo. Por fim, com o intuito de apresentar os resultados de forma clara e organizada, foi criada uma tabela automática que sintetiza as principais informações, auxiliando na visualização dos pontos críticos e na definição de medidas corretivas adequadas.

3.1 Estudo Bibliográfico

O estudo bibliográfico foi realizado com base em trabalhos acadêmicos, utilizados como fonte de informações, englobando artigos, normas, livros, manuais da Cemig e dissertações relevantes. O referencial bibliográfico foi construído com base em renomados autores e autoridades no campo das instalações elétricas, sendo a norma NBR 5410:2004 a principal base de conhecimento utilizada. Essa norma regula as condições que devem ser seguidas em instalações de baixa tensão, e é considerada um pilar fundamental para o estudo. Além disso, outras fontes confiáveis foram consultadas para enriquecer o embasamento teórico, garantindo uma análise abrangente e embasada nos mais atualizados conhecimentos da área.

3.2 Identificação da área de estudo

A área em estudo fica no município de Piumhi no estado de Minas Gerais, com uma população estimada de 35.137 habitantes, de acordo aos dados do IBGE 2021. Possui uma área total de 902,468km² e fica a 265,7km até a capital Belo Horizonte – Minas Gerais (Figura 4).

Figura 4 - Localização do Município de Piumhi-MG

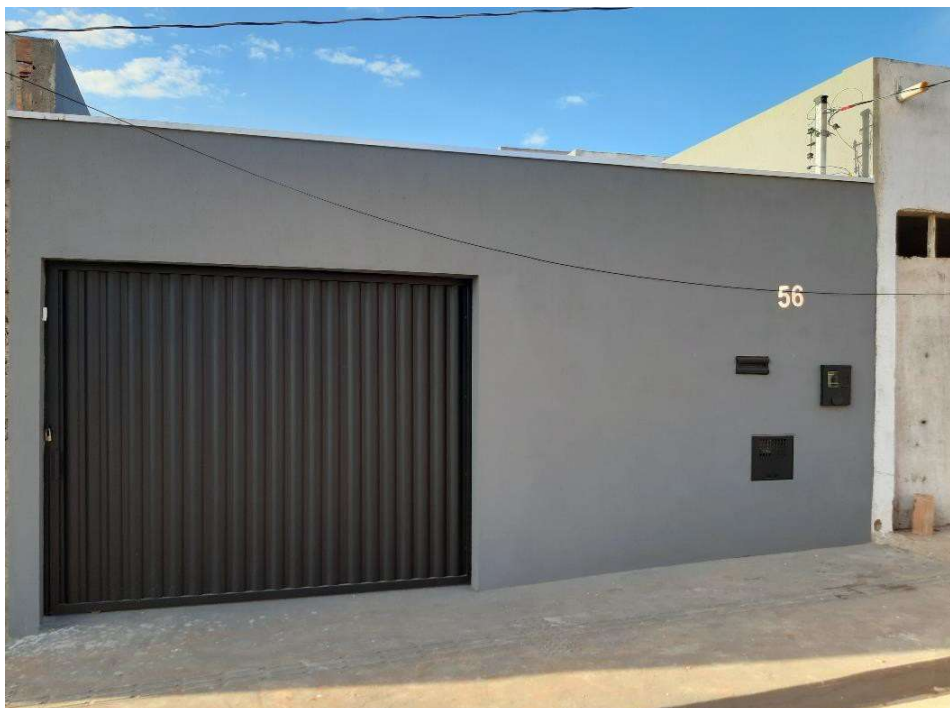
Fonte: WIKIPÉDIA (2023).

3.2.1 Características da residência

A residência unifamiliar localizada no município de Piumhi, possui uma área construída de 70 m², tem aproximadamente 3 a 4 anos de utilização. Passou recentemente por uma reforma, que abrangeu diversos aspectos, incluindo pintura, telhado, forro e parte elétrica. No entanto, os reparos na parte elétrica foram realizados de forma básica, limitando-se à troca de luminárias e acabamentos. Apesar dos ajustes feitos, é importante ressaltar que não houve intervenções significativas na estrutura e no sistema elétrico existente, o que indica a necessidade de uma análise mais aprofundada para garantir a segurança e eficiência da instalação elétrica como um todo.

A residência em estudo (Figura 5) está localizada em um lote retangular com dimensões de 6 m de frente por 25 m de comprimento. É uma casa de um único pavimento, com uma área total de 72 m², excluindo a lavanderia e a garagem.

Figura 5 - Imagem da fachada da residência



Fonte: Arquivo próprio.

3.3 Levantamento de dados

Todo o levantamento foi realizado in loco, uma vez que a residência não possuía um projeto arquitetônico prévio. Utilizando um croqui, foram coletadas as dimensões de cada cômodo, bem como a localização dos pontos de tomadas, interruptores, iluminação, e um registro fotográfico auxiliou na documentação visual. Os materiais utilizados para essa coleta foram um telefone celular, uma trena manual de 5 metros, uma prancheta, papel, lápis e borracha.

Foram levantadas informações sobre o estado atual da instalação elétrica da residência em investigação observando as instalações no padrão de entrada, a distribuição dos circuitos, a seção dos cabos, os interruptores e as cargas presentes. Essas informações foram utilizadas para elaborar, por meio do *software* AutoCAD (versão estudante), a planta baixa e o diagrama unifilar da instalação elétrica. Esses recursos proporcionaram uma representação visual precisa e clara, auxiliando na compreensão e análise da estrutura e dos componentes da instalação elétrica.

3.4 Análise da instalação existente

Após o levantamento de dados, levando em consideração os critérios estabelecidos na norma NBR 5410:2004, foram avaliadas as medidas de proteção contra sobrecorrente e curto-circuito, bem como a proteção contra surtos e choques elétricos. Além disso, foi realizada uma previsão de carga, levando em conta a demanda energética da residência. A divisão dos circuitos foi examinada conforme a distribuição adequada da carga elétrica. O dimensionamento dos condutores foi inspecionado de acordo com as especificações da norma, assegurando a capacidade de condução necessária. Além disso, foram observados os requisitos de número mínimo de tomadas por ambiente, de modo a proporcionar uma distribuição adequada e acessível de pontos de energia. Para fazer esses levantamentos dos dados foi feita uma planta baixa para mostrar a situação atual da residência, ela será apresentada posteriormente na figura 8.

3.5 Elaboração do projeto elétrico conforme a norma

Foi elaborado um projeto elétrico completo, elaborado usando como ferramentas a NBR 5410:2004, o *software* AutoCAD (versão estudante), programa Excel da Microsoft e o manual de instalação elétrica de baixa tensão da Cemig.

Para o cálculo da carga de iluminação e tomadas de uso geral (TUGs), foi criada uma planilha automatizada APÊNDICE A, que contempla os dados específicos do projeto, como perímetro e área de cada cômodo. Conforme as diretrizes da norma NBR 5410, a carga de iluminação é determinada levando em consideração a área do cômodo. Além disso, o dimensionamento dos circuitos de tomada é orientado com base no perímetro de cada cômodo.

3.5.1 Divisões dos circuitos

Na segmentação dos circuitos elétricos, o processo é dividido em quatro etapas distintas, que são:

1. **Circuitos de Iluminação:** Foi feita a separação dos circuitos de iluminação

dos circuitos de tomadas, a fim de possibilitar a alimentação exclusiva das luminárias e pontos de iluminação em cada ambiente.

2. **Circuitos de Tomadas:** Os circuitos de tomadas foram dimensionados levando em consideração a carga prevista para cada ambiente. Recomenda-se a criação de circuitos dedicados para áreas como serviços, cozinhas, copas e similares. Caso esses circuitos estejam sobrecarregados, foi feita a divisão em outros circuitos, limitando a corrente a 10A, o que corresponde a uma limitação de corrente a 1270VA em circuitos de 127V e 2200VA em circuitos de 220V.
3. **Circuitos para Chuveiros:** Foi realizada a criação de circuitos individuais para chuveiros, garantindo assim a alimentação adequada sem sobrecarregar outros circuitos.
4. **Circuitos Específicos:** Além dos circuitos mencionados anteriormente, a norma NBR 5410 prevê a necessidade de circuitos específicos para equipamentos especiais, como ar-condicionado, aquecedores elétricos, máquinas de lavar, entre outros. Foi feita a criação de circuitos dedicados para esses equipamentos, garantindo o fornecimento de energia adequado e evitando sobrecargas.

3.5.2 Dimensionamento de disjuntores e condutores

Para se fazer o dimensionamento dos condutores e a escolha dos disjuntores em uma instalação elétrica, precisa seguir alguns critérios baseados nas características da carga elétrica a ser alimentada e das normas técnicas aplicáveis. No estudo em questão foram usados os seguintes critérios:

1. Dimensionamento dos condutores:

- Realizou-se a determinação da corrente de projeto da instalação com base na soma das correntes dos equipamentos a serem alimentados, levando em consideração as correntes de partida, correntes nominais e fatores de demanda.
- Com base na corrente de projeto, realizou-se a consulta às tabelas técnicas

ou fórmulas estabelecidas nas normas para selecionar o diâmetro adequado dos condutores, considerando o tipo de isolamento, material dos condutores e condições de instalação, como temperatura ambiente e agrupamento de condutores.

- Verificou-se a queda de tensão permitida para a instalação, que geralmente é especificada nas normas, e realizou-se o dimensionamento dos condutores de forma a limitar a queda de tensão a valores aceitáveis.

2. Escolha dos disjuntores:

- Com base na corrente de projeto e no dimensionamento dos condutores, realizou-se a escolha de um disjuntor com corrente nominal igual ou superior à corrente de projeto. Normalmente, são utilizados disjuntores de valores padronizados disponíveis no mercado.
- Consideram-se as características de proteção adequadas para a instalação, como disjuntores termomagnéticos, que realizam a proteção contra sobrecorrentes e curtos-circuitos. Verificou-se as características de atuação, como capacidade de interrupção, tempo de atuação e curvas de disparo, a fim de garantir a proteção adequada do sistema elétrico.

3.5.3 Carga Instalada

A carga instalada em uma rede elétrica é calculada com base na soma das potências dos equipamentos elétricos que serão alimentados pela instalação. Para o cálculo da carga instalada, são utilizados os seguintes passos:

1. Realizou-se um levantamento completo dos equipamentos, onde são identificados todos os equipamentos elétricos que serão conectados à instalação. Isso inclui lâmpadas, eletrodomésticos, equipamentos industriais, sistemas de aquecimento, ar-condicionado, entre outros.
2. Identificou-se a potência nominal de cada equipamento em watts (W) ou volt-amperes (VA). Essa informação geralmente está disponível nas placas de identificação ou nos manuais dos equipamentos.
3. Considerou-se o fator de demanda para cada tipo de equipamento, que representa a proporção da potência máxima utilizada em condições normais de

funcionamento. Esse fator é aplicado para considerar o uso simultâneo de equipamentos e evitar o superdimensionamento da instalação. O fator de demanda pode ser obtido a partir de tabelas ou recomendações normativas.

4. Realizou-se o cálculo da carga, que consiste na soma das potências dos equipamentos, considerando os respectivos fatores de demanda. Esse cálculo resulta na carga instalada total, que é expressa em watts (W) ou volt-ampères (VA).

É importante ressaltar que, além dos equipamentos específicos, também é necessário considerar a carga de iluminação, tomadas e outros dispositivos presentes na instalação.

3.5.4 Planejamento dos pontos elétricos na planta

O planejamento dos pontos elétricos na planta baixa de uma edificação envolve a identificação e posicionamento estratégico dos pontos de iluminação, tomadas e outros dispositivos elétricos. Na Figura 6 posteriormente apresentada em resultados e discussões, mostra a planta baixa que foi feita juntamente com o projeto seguindo a NBR, os passos que foram seguidos são:

1. Realização da identificação das necessidades específicas de cada ambiente, levando em consideração o tipo de atividades que serão realizadas, a quantidade de equipamentos elétricos a serem utilizados e as exigências de iluminação. Isso ajuda a determinar a quantidade e o tipo de pontos elétricos necessários.
2. Determinou-se o posicionamento dos interruptores, definindo a localização dos interruptores de luz em cada ambiente. Eles devem ser de fácil acesso e posicionados em locais convenientes para controlar a iluminação de forma eficiente.
3. Realizou-se a distribuição das tomadas, identificando as áreas onde serão necessárias tomadas de energia elétrica. Consideram-se as demandas de cada ambiente, como eletrodomésticos na cozinha, equipamentos de escritório em um home office, aparelhos eletrônicos na sala de estar, entre outros. As tomadas são posicionadas de forma estratégica, levando em consideração a

quantidade de pontos necessários e a distância entre eles.

4. Determinou-se os pontos de iluminação, definindo a quantidade e o posicionamento dos pontos de iluminação em cada ambiente. Leva-se em consideração o tipo de iluminação desejado, como luminárias de teto, luminárias embutidas, pendentes, entre outros. Também se considera a iluminação natural disponível e planeja-se a posição das janelas em relação aos pontos de iluminação.
5. Identificou-se outros dispositivos elétricos necessários na edificação, como campainhas, interruptores de ventiladores de teto, pontos de TV e internet, entre outros. Esses dispositivos são posicionados de acordo com as necessidades e preferências do projeto.
6. Certificou-se de que o planejamento dos pontos elétricos esteja em conformidade com as normas e regulamentos locais, como a NBR 5410 no Brasil, que estabelece diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão.

3.5.5 Criação da tabela automatizada

Usando a função CONDICIONAL (SE) no Excel é uma fórmula que permite realizar testes lógicos e retornar diferentes valores com base nas condições especificadas. A sintaxe da função CONDICIONAL é a seguinte:

- =SE (teste lógico; valor se verdadeiro; valor se falso)

Onde:

- Teste lógico é a condição que você deseja verificar. Pode ser uma expressão lógica ou uma comparação entre valores (por exemplo, A1>B1).
- Valor se verdadeiro é o valor ou resultado que será retornado se o teste lógico for verdadeiro.
- Valor se falso é o valor ou resultado que será retornado se o teste lógico for falso.

Para a criação da planilha de dimensionamento automático que está no APÊNDICE A, foi usado a função condicional (SE) e todos os processos para dimensionamento do projeto elétrico como estrutura base. A planilha criada mostra apenas 3 tabelas, sendo editáveis 3 colunas da primeira, alimentada pelas dimensões dos cômodos e quantidade de aparelhos específicos. Com essas informações é

calculada as áreas e perímetros, sendo estas informações lincadas a estrutura base.

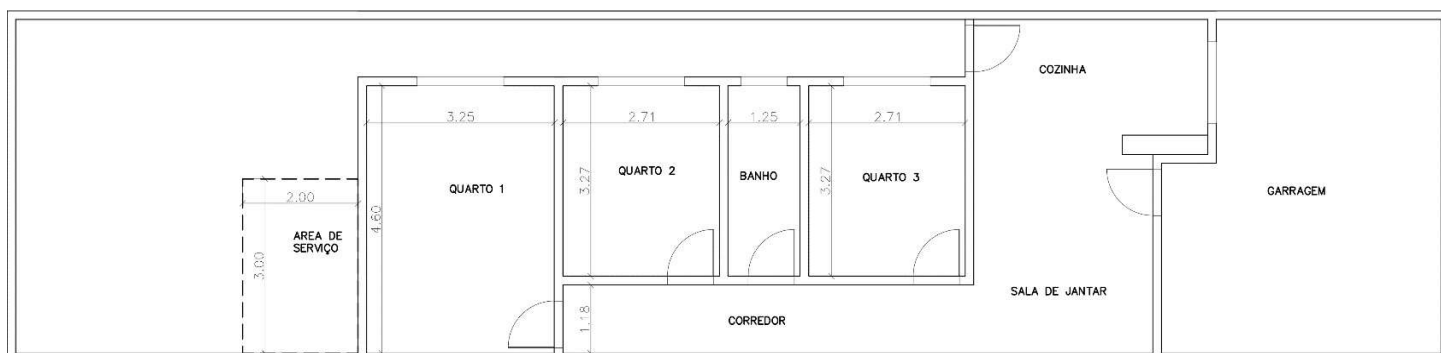
Com base nas informações coletadas e calculadas, a planilha gera automaticamente diversos dados. Isso inclui a quantidade de tomadas necessárias para cada cômodo, a quantidade de circuitos requeridos, a corrente elétrica estimada, o condutor recomendado, a especificação do disjuntor de proteção e o fornecimento do ramal de entrada destinado à residência

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a criação do projeto arquitetônico da residência em estudo, foi realizado um levantamento cadastral detalhado, uma vez que não havia um projeto prévio disponível. Esse levantamento minucioso forneceu todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto arquitetônico. Na figura 6 podemos ver as dimensões da casa e a disposição espacial dos cômodos.

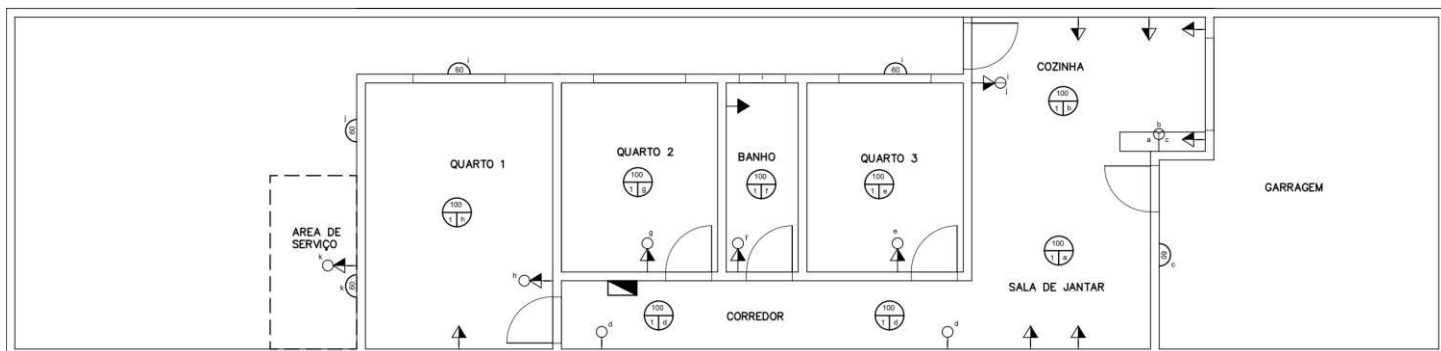
A figura 7 mostra a instalação elétrica atual da residência, a localização do quadro de distribuição, dos pontos de iluminação e tomadas, as proporções e o layout geral da residência, e na Figura 8 mostra o projeto elétrico proposto para a residência, conforme a norma.

Figura 6 - Planta baixa da casa mostrando as dimensões



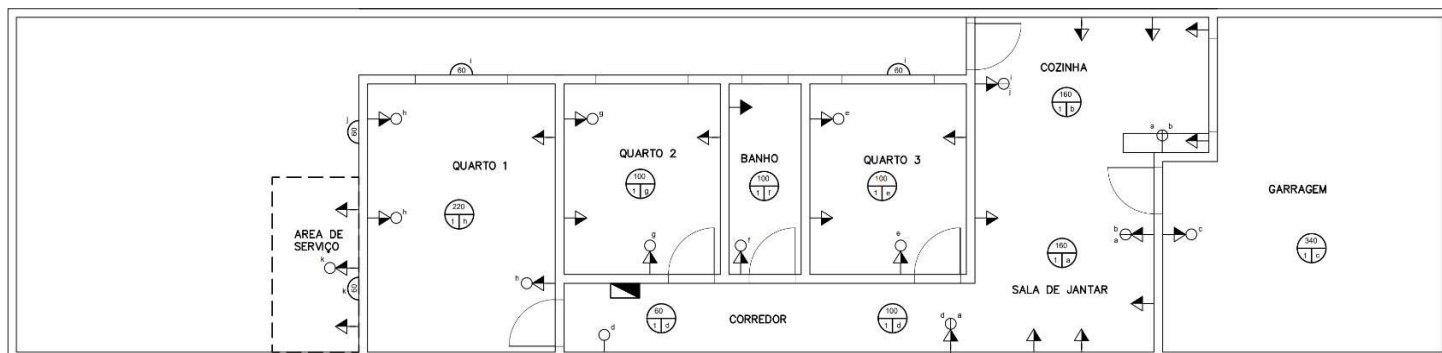
Fonte: Arquivo próprio.

Figura 7 - Planta baixa com as instalações existentes



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 8 - Planta baixa com as instalações previstas conforme regulamentações



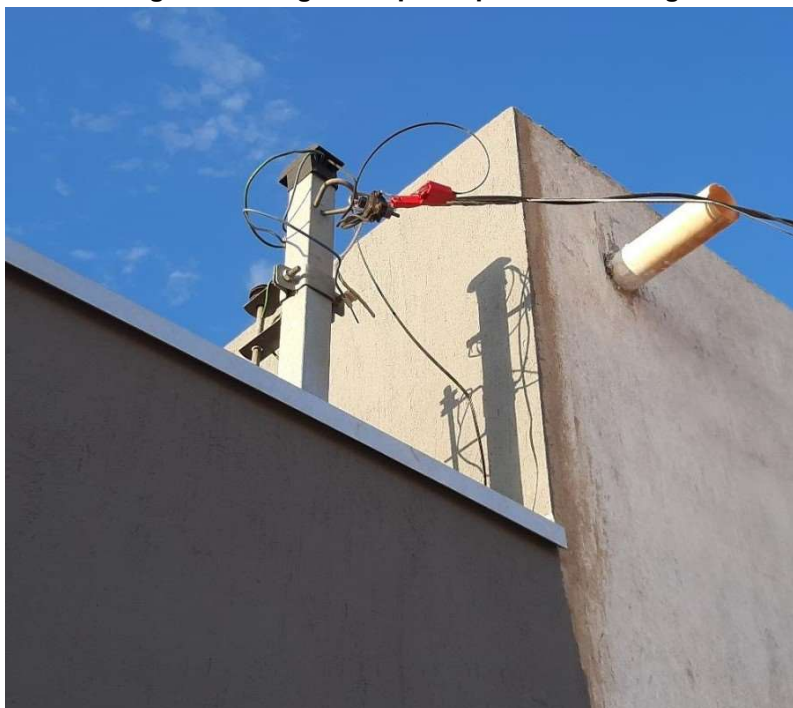
Fonte: Arquivo próprio.

4.1 Situação do sistema elétrico atual

Após uma inspeção visual detalhada da residência, constatou-se a presença de irregularidades no sistema elétrico, bem como desconformidades na instalação elétrica. Por meio de uma análise comparativa com um projeto novo feito conforme a norma regulamentadora 5410 verificou-se que existem incompatibilidades nas instalações.

A residência é abastecida com energia elétrica pela distribuidora local (Figura 9), a CEMIG, por meio de um sistema monofásico com voltagem de 110 V. No entanto, é importante ressaltar que a construção da residência ocorreu há menos de 5 anos, mas a instalação elétrica foi realizada sem um projeto elétrico e não está em conformidade com a norma 5410.

Figura 9 - Imagem do poste padrão de energia



Fonte: Arquivo próprio.

Segundo o proprietário, que adquiriu a residência em 2021, foi feita uma atualização no sistema elétrico. No entanto, não houve alteração na estrutura dos circuitos, mantendo-se toda a fiação original da instalação anterior, sendo ela apenas a troca de luminárias e chuveiro.

É fundamental destacar a importância de seguir as normas elétricas, como a norma 5410, para garantir a segurança dos moradores e a correta funcionalidade do sistema elétrico. Um projeto elétrico adequado leva em consideração aspectos como dimensionamento dos circuitos, proteção contra sobrecargas, correta identificação dos condutores e aterramento adequado.

O quadro de medição (Figura 10) da residência apresenta um disjuntor monofásico de 40A. A partir desse disjuntor (Figura 11), saem dois condutores com diâmetro de 6 milímetros, sendo o cabo branco utilizado para a fase e o cabo azul para o neutro. No entanto, é importante ressaltar que não há nenhum condutor de aterramento presente nessa configuração.

Figura 10 - Quadro de medição instalado na residência



Fonte: Arquivo próprio.

Figura 11 - Disjuntor do quadro de medição



Fonte: Arquivo próprio.

A falta de um condutor de aterramento é uma preocupação significativa, pois ele desempenha um papel fundamental na segurança elétrica de uma residência. O aterramento adequado ajuda a proteger contra sobrecargas, curtos-circuitos e descargas elétricas, além de contribuir para a proteção de pessoas e equipamentos.

A instalação elétrica da residência é controlada por um quadro de distribuição localizado no corredor interno (Figura 12). Esse quadro possui três disjuntores distintos, o primeiro disjuntor, de 40A, é responsável por proteger o chuveiro elétrico, o segundo disjuntor, de 16A, controla todas as tomadas da residência, e por fim, o terceiro disjuntor, também de 16A, é responsável pelo controle da iluminação. É importante ressaltar que não há um disjuntor geral presente nesse quadro de distribuição.

Figura 12 - Quadro de distribuição



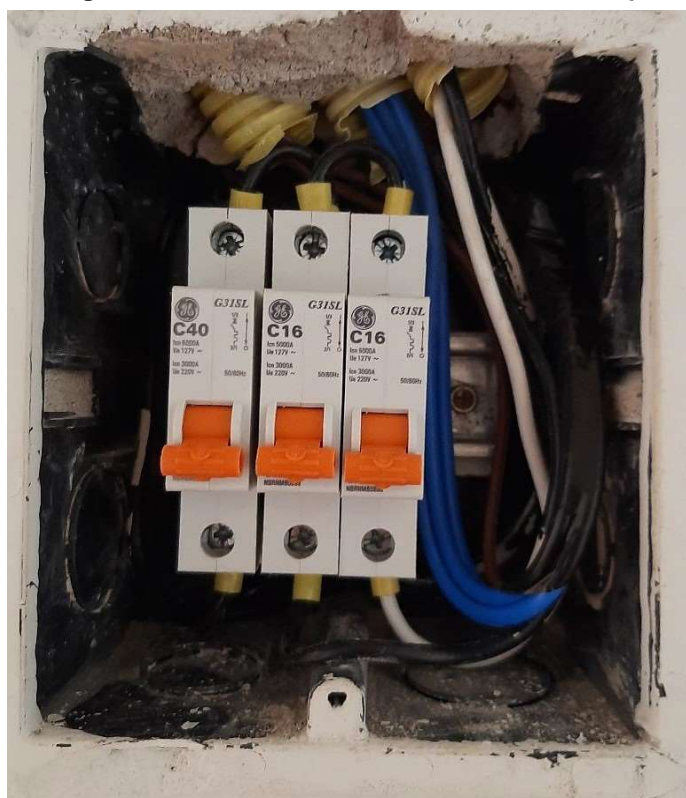
Fonte: Arquivo próprio.

Durante a inspeção do quadro de distribuição da residência (Figura 13), foi constatado que todos os condutores possuem o mesmo diâmetro, sendo todos os circuitos com um condutor de 6 mm. O circuito geral foi realizado com um condutor de 6 mm, quando o ideal seria ter utilizado um de 16 mm. O circuito do chuveiro foi dimensionado com um condutor de 6 mm, sendo necessário um de 10 mm, e para as

tomadas e iluminação, deveriam ter sido utilizados condutores de 2,5 mm e 1,5 mm, respectivamente.

Entretanto, essa uniformidade nos condutores revelou-se desnecessária e resultou em gastos indevidos, uma vez que não há exigência de utilizar o mesmo diâmetro para todos os circuitos. Seria mais eficiente e econômico adaptar os condutores de acordo com as necessidades específicas de cada circuito, levando em consideração a carga elétrica a ser suportada. Dessa forma, seria possível otimizar o uso dos materiais e evitar gastos desnecessários.

Figura 13 – Quadro de distribuição sem a tampa



Fonte: Arquivo próprio.

No caso do circuito do chuveiro, a utilização de uma bitola menor do que a recomendada pode comprometer a capacidade de condução de corrente elétrica, o que pode gerar aquecimento excessivo dos cabos e até mesmo sobrecargas nos circuitos. Para os circuitos de tomadas e iluminação, a utilização de uma seção maior do que a recomendada, sendo condutor de 6 milímetros de diâmetro para todos, não respeita a carga de cada condutor. Também foi identificado uma quantidade baixa de tomadas em cada cômodo, não há nenhuma tomada disponível na garagem. Essa

falta de tomadas pode limitar a conveniência e a funcionalidade dos espaços, dificultando a conexão de aparelhos elétricos e eletrônicos. Além disso, essa situação pode estimular o uso de adaptadores de 3 saídas, o que pode sobrecarregar os circuitos e gerar problemas de sobrecarga elétrica.

Outro ponto observado é que os pontos de comutação da iluminação não estão localizados em áreas de fácil acesso. Isso pode causar incômodo e dificuldade ao acender e apagar as luzes, especialmente em locais onde é necessário percorrer longas distâncias para chegar aos interruptores.

Na Tabela 1 abaixo podemos notar como foi feita a instalações elétricas da casa em estudo. Já na Tabela 2 podemos verificar os condutores e circuitos que foram utilizados, bem como os disjuntores associados a cada um deles.

Quadro 1- Instalações elétricas existente na casa

Dependências	Dimensões		Iluminação		TUG's		TUE's		
	Area (m²)	Perímetro (m)	Quantidade	Carga (W)	Quantidade x (VA)	Potência (VA)	Quantidade	Potência (VA)	Discriminação
Quarto 1	14,95	15,7	1	100	2x100	200	0	0	-
Quarto 2	8,86	11,96	1	100	1x100	100	0	0	-
Quarto 3	8,86	11,96	1	100	1x101	400	0	0	-
Cozinha	9,4	12,74	1	100	3x600 + 2x100	2100	0	0	-
Area de serviço	4,5	9	1	100	1x600	600	0	0	-
Corredor interno	8,4	16,6	1	160	0	0	0	0	-
Banho 01	4,09	9,04	1	100	1x600	600	1	5500	Chuveiro
Sala de estar	10,6	13,04	1	100	2x100	200	0	0	-
Garagem	25,49	23,5	1	100	0	0	0	0	-
Corredor externo	12,24	23,1	1	160	0	0	0	0	-
Total	107,39	146,64	-	1120	-	4200	-	5500	-

Fonte: Arquivo próprio.

Quadro 2 - Distribuição dos circuitos e disjuntores usados

Cicuitos	Tipo	Tensão (V)	Local	Potência (W)	Corrente (A)	Seção dos condutores (mm²)	Proteção	Nº de polos	Disjuntores	Fases
1	Chuveiro	127	Banho	5500	43,30708661	6	DTM	1	40	S
2	Tomadas	127	Todas	3360	26,45669291	6	DTM	1	16	S
3	Iluminação	127	Todas	960	7,55955118	6	DTM	1	16	S

Fonte: Arquivo próprio.

4.2 Projeto elétrico elaborado

4.2.1 Estimativa de demanda de carga elétrica.

Para o dimensionamento da demanda das cargas, foram considerados os critérios da norma NBR 5410:2004, bem como o manual da Cemig, para obter as potências dos equipamentos TUE. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Quadro 3 - Quadro de cargas do projeto

Dependência	Dimensões		Iluminação			TUG's			TUE's		
	Área (m ²)	Perímetro (m)	Qtde. pela Norma	Qtde. adotada*	Carga (W)	Qtde. pela Norma (VA)	Qtde. adotada	Potência (VA)	Qtde.	Potência (W)	Discriminação
Quarto 01	14,95	15,70	3	3	220	4X100	4X100	400	1	1600	Ar Condicionado
Quarto 02	8,86	11,96	1	1	100	3X100	4X100	400	1	1600	Ar Condicionado
Quarto 03	8,86	11,96	2	1	100	3X100	4X100	400	1	1600	Ar Condicionado
Cozinha	9,40	12,74	1	2	160	3X600+1X100	3X600+2X100	2000	0	0	-
Área de Serviço	4,50	9,00	1	1	100	2X600	2X600	1200	1	1500	Máquina de lavar roupas
Corredor	8,40	16,60	1	2	160	0	1X100	100	0	0	-
Banho 01	4,09	9,04	1	1	100	1X600	1X600	600	1	7500	Chuveiro
Sala de Estar	10,60	13,04	2	2	160	3X100	4X100	400	0	0	-
Garagem	25,49	23,50	5	5	340	1X600	1X600	600	0	0	-
TOTAL	95,15	123,54	-	-	1440	21	24	6100	-	13800	-

Fonte: Arquivo próprio.

4.2.2 Divisão dos circuitos

Foi elaborado uma tabela de divisão de circuitos contendo as seguintes informações: quantidade de carga prevista, quantidade de circuitos agrupados e seção de cada circuito e disjuntor de proteção correspondente a cada circuito (Tabela 4).

Quadro 4 – Quadro das divisões dos circuitos

Circuitos N°	Tipo	Tensão (v)	Local	Potencia		Corrente (A)	N° de Circuitos Agrupados	Seção dos Condutores (mm²)	Proteção		
				Qtde. x Potencia (VA)	Total (VA)				Tipo	N° de Polos	Corrente Nominal
1	Iluminação	127	Quarto 01	220	620	4,88	5	1,5	DTM	1	10
			Quarto 02	100							
			Quarto 03	100							
			Área de Serviço	100							
			Banho 01	100							
2	Iluminação	127	Corredor	100	760	5,98	4	1,5	DTM	1	10
			Cozinha	100							
			Sala de Estar	220							
			Garagem	340							
			Quarto 01	4x100							
3	TUG's	127	Quarto 02	4x100	1200	9,45	3	2,5	DTM	1	15
			Quarto 03	4x100							
			Corredor	1x100							
4	TUG's	127	Banho 01	1x600	1100	8,66	3	2,5	DTM	1	15
			Sala de Estar	4x100							
			Cozinha	2x600							
5	TUG's	127	Área de Serviço	2x600	1200	9,45	1	2,5	DTM	1	15
6	TUG's	127	Cozinha	1x600+1x100	700	5,51	1	2,5	DTM	1	15
7	TUG's	127	Garagem	1x600	600	4,72	1	2,5	DTM	1	15
8	TUE's	220	Quarto 01	1600W	1600W	7,27	1	2,5	DTM	2	15
9	TUE's	220	Quarto 02	1600W	1600W	7,27	1	2,5	DTM	2	15
10	TUE's	220	Quarto 03	1600W	1600W	7,27	1	2,5	DTM	2	15
11	TUE's	220	Banho 01	7500W	7500W	34,09	1	6,0	DTM	2	40
12	TUE's	220	Área de Serviço	1500W	1500W	11,81	1	2,5	DTM	1	15

Fonte: Arquivo próprio.

4.2.3 Potência ativa

Para determinar a potência ativa das cargas instaladas foi elaborado a Tabela 5, com base na potência total.

Quadro 5 - Quadro da potência ativa

Circuitos	Potência (VA)	FP	Potência Ativa (W)
Iluminação	1440	1	1440
TUG's	6100	0,8	4880
Potência Ativa Total			6320

Fonte: Arquivo próprio.

4.2.4 Cálculo de demanda

Para dimensionar o fornecimento do padrão de entrada da residência, utilizou-se o manual da CEMIG como referência. O manual oferece tabelas e um cálculo que fornece a carga instalada, utilizando como base o cálculo de potência, fator de demanda e fator de potência. O fornecimento encontrado nos cálculos foi

classificado como Tipo B (B2), conforme apresentado na tabela 1 do manual da CEMIG (Anexo A).

Cálculo de Potência de circuito:

Potência ativa de circuito de iluminação = 1.440W

Potência ativa de circuito de TUG's = 4.880W

Total = 6.320W

Fatores de demanda para iluminação e tomadas unidades consumidoras

residenciais:

$6 < CI \leq 7 = 0,60$

$6.320 * 0,60 = 3.792W$

Fator de potência para as TUE's:

1x Chuveiro de 7.500W

3x Ar-condicionado de 1.600W cada

1x Máquina de lavar de 1.500W

Total = 13.800W

5 Aparelhos = FP de 70%

$13.800 * 0,70 = 9.660W$

Total Carga Instalada = $9.660W + 3.792W = 13.452W$

Fornecimento Tipo B (B2): 10,1KW até 16KW

Para ser fazer os cálculos acima foram utilizadas duas tabelas do manual da Cemig. Para o fator de demanda foi usada a Tabela 10 (ANEXO B) e para o fator da potência foi utilizada a tabela 13 (ANEXO C).

4.3 Comparação entre a situação atual da residência e as condições ideais estabelecidas na Norma

A residência em análise revela a ausência de um projeto elétrico adequado, resultando em uma instalação realizada por profissionais sem formação técnica na área. Infelizmente, esses profissionais não seguiram os parâmetros e condições normativas estabelecidos pela NBR 5410. Suas falhas incluíram a negligência na utilização de dispositivos de proteção essenciais, como DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos) e DR (Dispositivo Residual), bem como a ausência de um disjuntor geral e a inadequada distribuição dos circuitos. Além disso, houve o uso de seções de

condutores fora das especificações recomendadas.

Em alguns cômodos, a quantidade de tomadas era inferior ao estabelecido pela norma, levando ao uso de extensões para suprir a demanda. Além disso, os pontos de luz eram insuficientes e a disposição dos interruptores estava desorganizada, dificultando o seu acionamento devido à localização distante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A residência em análise apresenta a ausência de um projeto elétrico adequado, sendo a instalação realizada por profissionais sem formação técnica na área. Esses profissionais não seguiram os parâmetros e as condições normativas estabelecidas pela NBR 5410, negligenciando a utilização de dispositivos de proteção como DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos) e DR (Dispositivo Residual), optando apenas por disjuntores.

Em alguns cômodos, a quantidade de tomadas era inferior ao estabelecido pela norma, levando ao uso de benjamins e extensões para suprir a demanda. Além disso, os pontos de luz eram insuficientes e a disposição dos interruptores estava desorganizada, dificultando o seu acionamento devido à localização distante.

Constatou-se que há problemas significativos nas instalações, incluindo uma divisão inadequada e dimensionamento equivocado de alguns circuitos terminais, ausência de identificação dos pontos de tomadas e desbalanceamento das fases. Os conflitos entre os valores da carga atual e a capacidade projetada da instalação são fatores que podem contribuir para as más condições das instalações. É importante ressaltar que o constante aumento da carga sem qualquer melhoria nos alimentadores gerais da instalação agrava ainda mais a situação.

Um planejamento cuidadoso para lidar com o aumento contínuo da carga elétrica deve ser estabelecido, levando em consideração a capacidade projetada da instalação e realizando melhorias nos alimentadores gerais, conforme necessário. Dessa forma, é possível garantir um funcionamento seguro e eficiente das instalações, prevenindo danos futuros aos equipamentos e assegurando a estabilidade do sistema elétrico como um todo.

Diante do que foi exposto, conclui-se que o uso de instalações elétricas inadequadas oferece riscos aos eletrodomésticos e a saúde dos indivíduos. Sendo assim, é de extrema importância a existência do projeto elétrico residencial, assim como a execução deste por um profissional qualificado, para que siga fielmente as particularidades específicas contidas no projeto elétrico, respeitando os padrões estabelecidos pela norma NBR 5410, que tem como objetivo garantir a segurança de todos os usuários.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. Instalações Elétricas: Prática e Teoria. Editora Érica, 2017.

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.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14136: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - Padronização. ABNT, 2002.

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.

BORGES, Leandro Francisco Pereira; GOMES, Geisla Aparecida Maia. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: Construção de uma rede elétrica dimensionada. – UNIS/MG, 2019.

CEMIG. Manual de Distribuição - ND-5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais. Belo Horizonte, 2017.

COTRIM, Ademaro A. Instalações elétricas: princípios e aplicações. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

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

DANIEL, Eduardo. Capítulo V: *Proteção contra choques elétricos*. O Setor Elétrico, São Paulo. Ed.112, p.68-73, 2015.

DE SOUZA, Danilo Ferreira; MARTINHO, Edson; MARTINHO, Meire Biudes; MARTINS JR. Walter Aguiar (Org.). ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2023 – Ano base 2022. Salto-SP: Abracopel, 2023. DOI: 10.29327/5194308

GOMES, Caroline Fernandes da Silva et al. A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEUS REQUISITOS NORMATIVOS. Epitaya E-books, v. 1, n. 5, 2020. p. 71-86.

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: 21 junho de 2023.

LIMA FILHO, Domingos Leite. Projeto de Instalações Elétricas Prediais. 12ª ed. São Paulo: Érica, 2011. 67p.

LIMA, Francycleuma Costa et al. Aplicações práticas de conhecimentos e de segurança em instalações elétricas residências. In: IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. 2013.

LIMA, K. E. N.; LAGE, E. G. S. Importância e aplicabilidade da Norma ABNT NBR 5410/2004 no quesito verificação final: segurança e confiabilidade do serviço. *Technology Science*, v.1, n.1, 2019. p.1-6.

MAMEDE FILHO, João. Instalações elétricas industriais. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 792 p.

MARTINHO, Edson. Baixa qualificação aumenta riscos e reduz oportunidades. *Revista Abreme Potência*, São Paulo, v.118, out. 2015. p. 34-36.

NERY, Noberto. Instalações elétricas: princípios e aplicações. 2ª ed. São Paulo: Érica, 2012.

OLIVEIRA, A. S. M. et al. Análise dos Riscos Elétricos em Instalações Prediais. *Revista de Engenharia Elétrica, Eletrônica e Computação*, v. 6, n. 2, p. 96-102, 2017.

PIUMHI. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Piumhi>. Acesso em: 22 de junho de 2023.

PRYSMIAN – Manuais De Instalações Elétricas. PRYSMIAN CABOS E SISTEMAS. Manual de Instalações Elétricas Residenciais. 2006. 136 f.

SANTOS, L. C. R.; SILVA, J. R. B. Impactos do desenvolvimento tecnológico nas instalações elétricas residenciais. *Revista de Engenharia Elétrica, Eletrônica e Computação*, v. 7, n. 3, p. 57-62, 2018.

SILVA, J.A. da. Normas para dimensionamento do projeto elétrico. *Revista de Engenharia Elétrica*, v.12, nº 3, p. 45-52, 2023.

ANEXOS

ANEXO A – TABELA 1 DO MANUAL DA CEMIG

TABELA 1 - DIMENSIONAMENTO PARA UNIDADES CONSUMIDORAS URBANAS OU RURAIS ATENDIDAS POR REDES DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIAS TRIFÁSICAS (127/220V)

Fornecimento		Carga Instalada		Número de		Proteção	Ramal de Entrada			Aterramento		Condutor de Proteção	Poste (5)				Pontaleta (5)
Tipo	Faixa			Fios	Fase		Disjuntor termo magnético	Condutor Cobre	Eletroduto		Condutor Cobre nu		Eletrodo	Mesmo Lado da Rede		Lado Oposto da Rede	
		de	até			IEC			PVC – 70°C	PVC		Aço		Aço	Concreto	Aço	Concreto
		kW				A	mm ²	mm	mm ²	Quantidade	mm ²	Tipo				Tipo	
A	A3	6,4	8,0	2	1	63	16	32	25	10	1	16	PA1	PC1	PA4	PC2	PT1
B	B2	10,1	16,0	3	2	63											

NOTAS:

- As faixas A1 (Carga instalada de 0,1 até 5 kW, disjuntor monopolar de 40 A, ramal de entrada de 6 mm² e condutor de proteção de 6 mm²), A2 (Carga instalada de 5,1 até 6,3 kW, disjuntor monopolar de 50 A, ramal de entrada de 10 mm² e condutor de proteção de 10 mm²) e B1 (Carga instalada de 0,1 até 10 kW, disjuntor bipolar de 40 A, ramal de entrada de 10 mm² e condutor de proteção de 10 mm²) podem ser solicitadas para ligações novas até 31/12/2022. Os demais características dos padrões de entrada destas faixas são as mesmas das faixas A3 e B2.
- As seções dos condutores e os diâmetros dos eletrodutos são mínimos.
- Para condutores com seção igual ou superior a 10 mm² é obrigatório o uso de cabo.
- O condutor neutro do ramal de entrada deve ter seção igual à dos condutores fase.
- Todas as faixas correspondem a ligações com medição direta (Ver Tabela 5).
- As características técnicas dos postes e pontaletes estão indicadas nos Desenhos 63 e 64.
- O engastamento do poste do padrão de entrada deve ser em base concretada para fornecimento tipo B.
- As unidades consumidoras localizadas em área rural devem apresentar padrão considerando "Lado Oposto da Rede".
- Para ligações novas deve ser utilizado o novo padrão de medição (com disjuntor conectado pós-medidor) e disjuntores IEC curva "C" ou "D" conforme tabela acima.
- Os disjuntores devem ser de um dos modelos homologados pela Cemig listados no Manual do Consumidor nº 11.
- A Tabela 1 é aplicada como regra geral para unidades consumidoras novas. Para unidades consumidoras já ligadas, caso o cliente solicite aumento ou redução de carga ou reposição de disjuntor, podem ser utilizados disjuntores NEMA conforme padrão de medição existente ou disjuntores IEC, conforme Tabela 20.

ANEXO B – TABELA 10 DO MANUAL DA CEMIG

TABELA 10 - FATORES DE DEMANDA PARA ILUMINAÇÃO E TOMADAS - UNIDADES CONSUMIDORAS RESIDENCIAIS

CARGA INSTALADA CI (KW)	FATOR DE DEMANDA
CI £ 1	0.86
1 < CI £ 2	0.81
2 < CI £ 3	0.76
3 < CI £ 4	0.72
4 < CI £ 5	0.68
5 < CI £ 6	0.64
6 < CI £ 7	0.60
7 < CI £ 8	0.57
8 < CI £ 9	0.54
9 < CI £ 10	0.52
CI > 10	0.45

NOTAS:

É recomendável que a previsão de cargas de iluminação e o número de tomadas, feita pelo consumidor, atenda as prescrições da NBR 5410.

Para lâmpadas incandescentes, considerar : kVA = kW (fator de potência unitário).

Para lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, sódio e fluorescente) e tomada considerar : kVA = kW / 0,92.

ANEXO C – TABELA 13 DO MANUAL DA CEMIG

TABELA 13 - FATORES DE DEMANDA DE APARELHOS ELETRO DOMÉSTICOS, DE AQUECIMENTO, DE REFRIGERAÇÃO E CONDICIONADORES DE AR

Número de Aparelhos	Fator de Demanda %	Número de Aparelhos	Fator de Demanda %
1	100	16	43
2	92	17	42
3	84	18	41
4	76	19	40
5	70	20	40
6	65	21	39
7	60	22	39
8	57	23	39
9	54	24	38
10	52	25	38
11	49	26 a 30	37
12	48	31 a 40	36
13	46	41 a 50	35
14	45	51 a 60	34
15	44	61 ou mais	33

NOTAS :

1. Aplicar os fatores de demanda à carga instalada determinada por grupo de aparelhos, separadamente.
2. Considerar kW = kVA (fator de potência unitário) para os aparelhos de aquecimento; para os demais, considerar kVA = kW / 0,92.
3. No caso de hotéis, o consumidor deve verificar a conveniência de aplicação desta tabela ou de fator de demanda igual 100%.

ANEXO D – TABELA 36 DA NORMA 5410:2004

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

ANEXO E– TABELA 40 DA NORMA 5410:2004

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 F– TABELA 47 DA NORMA 5410:2004

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores¹⁾

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu
¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas ²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força. ³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² . ⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² .			