

MODERNIZAÇÃO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL POR MEIO DE RETROFIT: ESTUDO DE CASO APLICADO À SEGURANÇA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

Aluno: Alysson Santos Quevedo, Panambi – RS, Brasil

Orientador: Ivan Paulo Canal, Panambi – RS, Brasil

E-mail: alyssonquevedo96@gmail.com, ivan.canal@iffarroupilha.edu.br

Resumo

O presente trabalho aborda o retrofit de uma instalação elétrica residencial com base nos requisitos da ABNT NBR 5410:2004, visando adequar o sistema elétrico às condições atuais de segurança, confiabilidade e eficiência energética. A relevância do tema é evidenciada pelos dados apresentados pela ABRACOPEL (2025), que apontam elevados índices de acidentes de origem elétrica no Brasil, frequentemente associados a instalações antigas, ausência de aterramento e dispositivos de proteção inadequados.

A partir da análise técnica de um estudo, foram identificadas diversas não conformidades, como quadro de distribuição obsoleto, falhas nas conexões elétricas, ausência de eletrodutos e inadequação dos dispositivos de proteção. Com base no diagnóstico realizado, foi executado o retrofit completo da instalação, seguindo as recomendações da ABNT NBR 5410, incluindo reorganização dos circuitos, implantação do sistema de aterramento, instalação de dispositivos de proteção e substituição dos componentes elétricos obsoletos.

Os resultados demonstram a importância do retrofit elétrico como alternativa para modernização de instalações residenciais antigas, contribuindo para a redução de riscos elétricos, adequação normativa e melhoria do desempenho do sistema elétrico residencial.

Palavras-chave: retrofit elétrico, instalações elétricas residenciais, segurança elétrica, eficiência energética, ABNT NBR 5410.

MODERNIZATION OF RESIDENTIAL ELECTRICAL INSTALLATIONS THROUGH RETROFIT: A CASE STUDY APPLIED TO SAFETY AND ENERGY EFFICIENCY

Abstract-This study addresses the retrofit of a residential electrical installation based on the requirements of ABNT NBR 5410:2004, aiming to adapt the electrical system to current standards of safety, reliability, and energy efficiency. The relevance of the topic is highlighted by data presented by ABRACOPEL (2025), which indicate high rates of electrical accidents in Brazil, often associated with outdated installations, lack of grounding systems, and inadequate protective devices.

Based on the technical analysis of the existing installation, several non-conformities were identified, such as an obsolete distribution panel, faulty electrical

connections, absence of conduits, and inadequate protection devices. From the diagnosis obtained, a complete retrofit of the installation was carried out following the recommendations of ABNT NBR 5410, including circuit reorganization, implementation of the TN-S grounding system, installation of residual current devices (RCDs), and replacement of obsolete electrical components.

The results demonstrate the importance of electrical retrofit as an alternative for the modernization of old residential installations, contributing to the reduction of electrical risks, compliance with technical standards, and improvement of the operational performance of residential electrical systems.

Keywords: electrical retrofit, residential electrical installations, electrical safety, energy efficiency, ABNT NBR 5410

I. INTRODUÇÃO

A evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial, impulsionada pela ampliação do uso de eletrodomésticos, sistemas de climatização, equipamentos eletrônicos e tecnologias de automação, tem imposto novas exigências às instalações elétricas das edificações. Entretanto, grande parte das instalações residenciais brasileiras foi dimensionada para uma realidade de carga inferior à atualmente demandada, resultando em sistemas frequentemente subdimensionados, obsoletos e, em muitos casos, em desacordo com as exigências estabelecidas pela ABNT NBR 5410. Nesse cenário, o retrofit de instalações elétricas residenciais apresenta-se como uma alternativa técnica para modernização dos sistemas existentes, promovendo segurança, confiabilidade operacional e eficiência energética.

O conceito de retrofit aplicado às instalações elétricas consiste na readequação e atualização de sistemas existentes, por meio de intervenções que visam corrigir não conformidades, substituir componentes degradados ou tecnologicamente ultrapassados, redimensionar circuitos e incorporar dispositivos de proteção compatíveis com as exigências normativas e com o perfil atual de utilização da edificação. Mais do que uma simples manutenção corretiva, o retrofit representa uma solução de engenharia voltada à extensão da vida útil das instalações, mitigação de riscos elétricos e melhoria do desempenho do sistema.

A relevância do tema é reforçada pelos dados apresentados no Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica – Base 2025, publicado pela ABRACOPEL (2025), que evidencia a persistência de elevados índices de acidentes relacionados à eletricidade no Brasil, incluindo choques elétricos, incêndios de origem elétrica e ocorrências associadas a falhas em instalações prediais. Esses dados demonstram que deficiências em instalações elétricas continuam sendo um problema recorrente e de impacto significativo sobre a segurança das edificações e de seus usuários. Soma-se a isso o elevado número de residências sem aterramento adequado, dispositivos de proteção insuficientes e ausência de projetos elétricos compatíveis com a demanda instalada, fatores que reforçam a necessidade de intervenções de modernização [1].

Sob a perspectiva da engenharia elétrica, o retrofit assume papel estratégico ao possibilitar adequação técnica das instalações às condições reais de operação, contemplando aspectos como seletividade de proteção, capacidade de condução de corrente, qualidade de energia, segurança contra sobrecargas e conformidade normativa [2]. Além dos ganhos relacionados à segurança, essas intervenções contribuem para a redução de perdas, otimização do consumo energético e melhoria da confiabilidade do sistema elétrico residencial.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a demanda dos usuários e as condições atuais das instalações elétricas do estudo de caso, buscando identificar necessidades de adequação por meio do retrofit, indicando as orientações necessárias de modo a garantir a segurança, a eficiência e o desempenho adequado do sistema elétrico da edificação analisada.

II.RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA UM RETROFIT

A. ABNT NBR 5410:2004 e sua Importância para o Retrofit.

A norma ABNT NBR 5410:2004 constitui a principal referência técnica para o projeto, execução, verificação e manutenção de instalações elétricas de baixa tensão, estabelecendo critérios destinados a garantir segurança, funcionalidade e desempenho das instalações. Conforme definido no item 1.1 da norma, sua aplicação abrange instalações elétricas em edificações residenciais, comerciais e similares, contemplando desde a origem da instalação até os pontos de utilização [3].

Segundo o item 4.1 da NBR 5410, as instalações elétricas devem ser concebidas de forma a assegurar a segurança das pessoas, dos animais e a conservação dos bens, além de garantir o funcionamento adequado da instalação e dos equipamentos alimentados. Esse princípio é particularmente relevante no contexto de instalações residenciais antigas, onde a ausência de adequações normativas pode comprometer tanto a segurança quanto o desempenho do sistema elétrico.

No que se refere ao dimensionamento dos circuitos, a norma estabelece, na seção 6.2, critérios para seleção dos condutores em função da capacidade de condução de corrente, queda de tensão admissível, coordenação com dispositivos de proteção e condições de instalação. O item 6.2.6.1 determina que os condutores devem possuir seção

suficiente para suportar as correntes previstas sem aquecimentos prejudiciais, condição essencial para prevenir sobrecargas e falhas em instalações com aumento progressivo de demanda.

A divisão dos circuitos é tratada no item 4.2.5, onde a norma estabelece que a instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários para evitar perigos e facilitar inspeção, ensaios, manutenção e operação. Esse requisito técnico é de grande importância em estudos de retrofit, pois instalações antigas frequentemente apresentam circuitos excessivamente carregados ou ausência de segregação entre iluminação, tomadas de uso geral e cargas específicas, em desacordo com os princípios de segurança e seletividade estabelecidos pela norma.

Quanto à proteção contra choques elétricos, a NBR 5410 dedica a seção 5.1 às medidas de proteção contra contatos diretos e indiretos. O item 5.1.2.2.3 destaca o seccionamento automático da alimentação como medida fundamental de proteção, sendo o aterramento e os dispositivos diferenciais residuais (DR) componentes essenciais para essa estratégia. Ainda conforme item 5.1.3.2.2, o uso de dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal não superior a 30 mA é exigido para circuitos específicos em áreas molhadas e tomadas de uso geral, evidenciando a importância desses dispositivos para a segurança das instalações residenciais.

No tocante à proteção contra sobrecorrentes, a seção 5.3 estabelece que condutores vivos devem ser protegidos por dispositivos capazes de interromper correntes de sobrecarga e curto-circuito antes que possam produzir efeitos térmicos ou mecânicos danosos. Essa exigência reforça a necessidade de correta coordenação entre condutores e dispositivos de proteção, aspecto frequentemente reavaliado em projetos de modernização e retrofit.

Outro parâmetro relevante previsto na norma refere-se à queda de tensão. De acordo com o item 6.2.7, a instalação deve ser dimensionada para que a queda de tensão entre a origem e qualquer ponto de utilização não ultrapasse os limites recomendados, normalmente 4% para instalações alimentadas diretamente por rede pública. Esse critério está diretamente relacionado à eficiência energética e ao desempenho dos equipamentos, sendo um dos fatores observados em processos de adequação de instalações existentes.

A norma também estabelece requisitos para sistemas de aterramento na seção 5.4, destacando que massas metálicas acessíveis devem ser ligadas a condutores de proteção, compondo medidas fundamentais para equipotencialização e proteção contra contatos indiretos. Em muitas edificações antigas, a ausência ou inadequação desses sistemas representa uma das principais não conformidades observadas, tornando sua correção um elemento central em propostas de retrofit.

Além dos critérios de projeto e proteção, a NBR 5410 enfatiza a necessidade de verificação das instalações. Conforme item 7.1, toda instalação nova, bem como reformas e ampliações, deve ser inspecionada e ensaiada antes de entrar em operação, com objetivo de verificar a conformidade com os requisitos da norma. Esse princípio reforça tecnicamente a importância da análise das condições atuais das instalações em estudos de retrofit, uma vez que o

diagnóstico do sistema existente constitui etapa indispensável para qualquer proposta de readequação.

Sob essa perspectiva, o retrofit de instalações elétricas residenciais pode ser compreendido como aplicação prática dos requisitos técnicos estabelecidos na NBR 5410 em sistemas existentes, buscando adequá-los às exigências normativas atuais quanto à segurança, confiabilidade e eficiência operacional.

B. Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade

A importância da modernização das instalações elétricas residenciais é reforçada pelos dados divulgados pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade [1]. Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica – Base 2025, o número de incêndios de origem elétrica apresentou crescimento significativo no Brasil, passando de 467 ocorrências no primeiro semestre de 2024 para 632 em 2025. O gráfico a seguir demonstra o total de acidentes de origem elétrica.

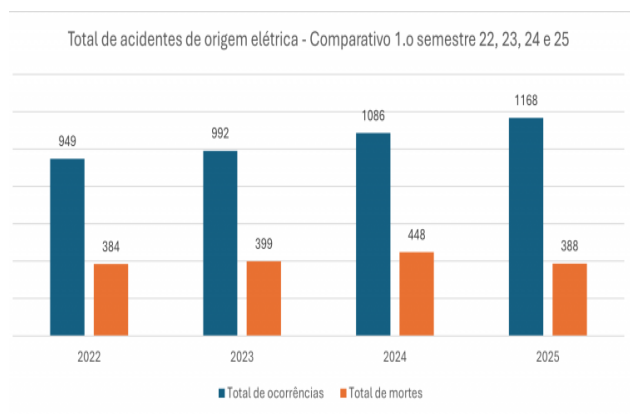


Fig. 1. Total de acidentes de origem elétrica. Comparativo 1º semestre dos anos 2022,2023,2024,2025.Fonte: ABRACOPEL, 2025.

Dentre esses casos, as residências permaneceram como o principal local de ocorrência, totalizando 302 incêndios e 20 mortes apenas no primeiro semestre de 2025. O levantamento aponta ainda que os problemas nas instalações elétricas internas continuam sendo a principal causa dessas ocorrências, evidenciando a necessidade de adequação das instalações antigas às exigências normativas atuais, especialmente quanto ao uso de dispositivos de proteção, sistemas de aterramento e correta execução das instalações elétricas.

C. Tipos de Aterramento e suas Finalidades

O sistema de aterramento constitui um dos principais elementos de segurança em instalações elétricas de baixa tensão, tendo como finalidade limitar tensões de toque e de passo, além de garantir a atuação eficaz dos dispositivos de proteção. Conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410 (2004), as massas das instalações devem ser conectadas a um sistema de aterramento adequado, de forma a assegurar a proteção contra choques elétricos.

A norma classifica os esquemas de aterramento em três principais tipos: TN, TT e IT, definidos de acordo com a

forma de ligação do neutro da fonte e das massas da instalação.

O sistema TN caracteriza-se pela ligação direta das massas ao ponto aterrado da fonte de alimentação. Esse sistema pode ser subdividido em TN-S (condutores de proteção e neutro separados), TN-C (condutor combinado PEN) e TN-C-S (combinação dos dois sistemas), conforme as Figuras 2, 3 e 4, respectivamente. Sua principal finalidade é garantir a atuação rápida dos dispositivos de proteção por meio do seccionamento automático da alimentação, conforme previsto na seção 5.1.2 da NBR 5410 (ABNT, 2004).

No esquema TN-S (Terra-Neutro Separado), os condutores de neutro (N) e proteção (PE) permanecem separados desde a origem da instalação até os pontos de utilização. Esse sistema é considerado o mais seguro dentre as configurações TN, pois evita a circulação de correntes de carga pelo condutor de proteção, reduzindo interferências eletromagnéticas e aumentando a eficiência dos dispositivos de proteção.

A ABNT NBR 5410 recomenda a utilização desse sistema em novas instalações devido ao seu elevado nível de segurança. Além disso, o TN-S proporciona melhor desempenho para dispositivos diferenciais residuais (DR), sistemas eletrônicos e equipamentos sensíveis, sendo amplamente empregado em instalações residenciais modernas. Em função dessas vantagens, o esquema TN-S foi adotado no retrofit desenvolvido neste estudo de caso [4].

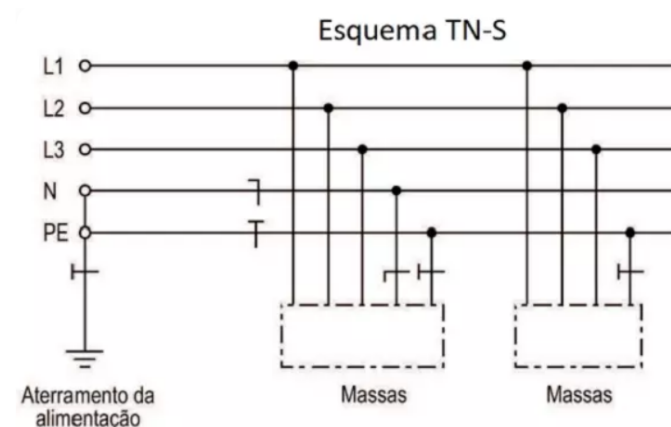


Fig. 2. Esquema de aterramento TN-S

Autor: Mundo da elétrica

No esquema TN-C (Terra-Neutro Combinado), as funções de neutro e proteção são desempenhadas por um único condutor denominado PEN (Protective Earth and Neutral). Nesse sistema, o mesmo condutor conduz tanto as correntes de carga quanto as correntes de falta.

Embora apresente menor custo de instalação devido à redução da quantidade de condutores, o sistema TN-C possui limitações importantes relacionadas à segurança. A interrupção do condutor PEN pode provocar o aparecimento de tensões perigosas nas partes metálicas da instalação, aumentando significativamente os riscos de choque elétrico. Além disso, a utilização de dispositivos DR torna-se inviável

em trechos onde o condutor PEN está presente. Por essas razões, sua aplicação é cada vez mais restrita em instalações prediais modernas [4].

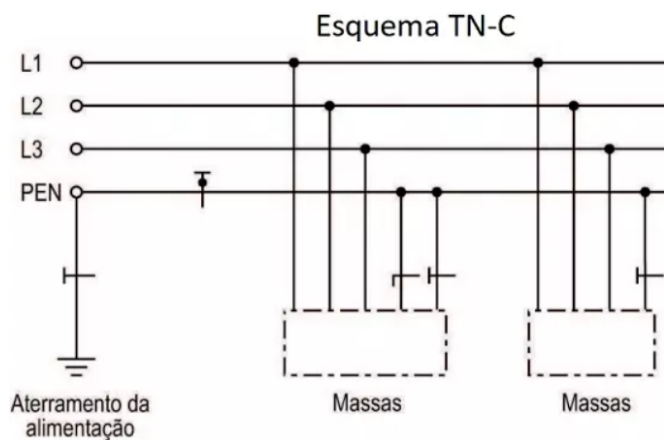


Fig. 3. Esquema de aterramento TN-C
Autor: Mundo da elétrica

O esquema TN-C-S combina características dos sistemas TN-C e TN-S. Nesse arranjo, a instalação inicia com um condutor PEN compartilhando as funções de neutro e proteção e, em determinado ponto, normalmente na entrada da edificação ou no quadro geral de distribuição, ocorre a separação entre o condutor de neutro (N) e o condutor de proteção (PE).

Esse sistema é amplamente utilizado pelas concessionárias de energia elétrica devido à sua viabilidade técnica e econômica. Após a separação dos condutores, a instalação passa a operar de forma semelhante ao sistema TN-S, permitindo a utilização de dispositivos DR e proporcionando níveis adequados de segurança aos usuários. O TN-C-S representa atualmente uma das configurações mais encontradas em instalações residenciais urbanas no Brasil [4].

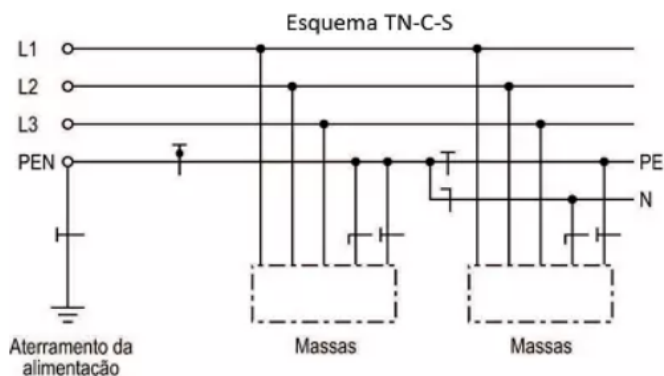


Fig. 4. Esquema de aterramento TN-C-S
Autor: Mundo da elétrica.

O sistema TT apresenta aterramento independente entre a fonte e as massas da instalação, sendo amplamente utilizado em instalações residenciais no Brasil. Nesse esquema, a proteção contra choques elétricos depende fundamentalmente da utilização de dispositivos diferenciais residuais (DR), conforme exigido pela norma. Sua finalidade é garantir

segurança mesmo em situações onde o aterramento da concessionária não pode ser utilizado diretamente [3].

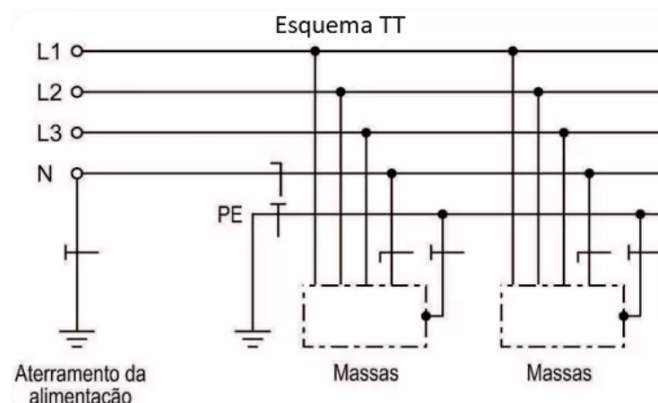


Fig. 5. Esquema de aterramento TT
Autor: Mundo da elétrica

O sistema IT, por sua vez, possui a fonte isolada da terra ou conectada por meio de alta impedância. Nesse caso, as massas são aterradas, mas não há ligação direta do sistema com o terra da fonte. Esse esquema tem como principal finalidade garantir a continuidade do fornecimento de energia, sendo utilizado em aplicações específicas, como ambientes hospitalares e industriais críticos [2].

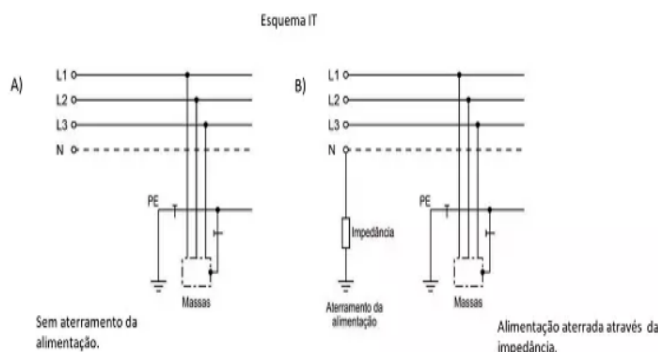


Fig. 6. Esquema de aterramento IT
Autor: Mundo da elétrica

Dessa forma, a escolha e correta implementação do sistema de aterramento são fundamentais para assegurar a proteção dos usuários, o funcionamento adequado dos dispositivos de proteção e a conformidade com os requisitos normativos.

D. Dispositivos de Proteção em Instalações Elétricas

Os dispositivos de proteção são responsáveis por preservar a integridade da instalação elétrica, dos equipamentos e dos usuários, atuando em situações de falha. De acordo com a ABNT NBR 5410 (2004), toda instalação deve possuir proteção contra sobrecorrentes e contra choques elétricos, conforme estabelecido nas seções 5.1 e 5.3 da norma.

Os disjuntores termomagnéticos são amplamente utilizados para proteção contra sobrecorrentes, atuando tanto em situações de sobrecarga (efeito térmico) quanto em curtos-circuitos (efeito magnético). Esses dispositivos interrompem automaticamente o circuito quando a corrente

ultrapassa os limites admissíveis, evitando danos aos condutores e reduzindo riscos de incêndio [6].

Os dispositivos diferenciais residuais (DR) têm como finalidade proteger contra choques elétricos, detectando correntes de fuga à terra. Conforme a NBR 5410 (2004), item 5.1.3.2.2, é obrigatória a utilização de dispositivos DR com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA em circuitos específicos, especialmente em áreas molhadas e tomadas de uso geral. Estes dispositivos atuam rapidamente ao detectar desequilíbrios entre fase e neutro, promovendo o desligamento da alimentação.

Já os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) são responsáveis por proteger a instalação contra sobretensões transitórias, geralmente causadas por descargas atmosféricas ou manobras na rede elétrica. Sua atuação ocorre desviando os surtos para o sistema de aterramento, protegendo equipamentos sensíveis e aumentando a confiabilidade do sistema elétrico [3].

A atuação coordenada desses dispositivos, associada a um sistema de aterramento eficiente, é indispensável para garantir a segurança, a durabilidade e o desempenho adequado das instalações elétricas.

III. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi desenvolvida com o objetivo de diagnosticar as condições da instalação elétrica residencial analisada e propor soluções de adequação por meio do retrofit, em conformidade com os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 5410:2004. O estudo foi conduzido por meio de um estudo de caso aplicado a uma residência unifamiliar, permitindo a avaliação detalhada das condições existentes e a implementação prática das melhorias necessárias.

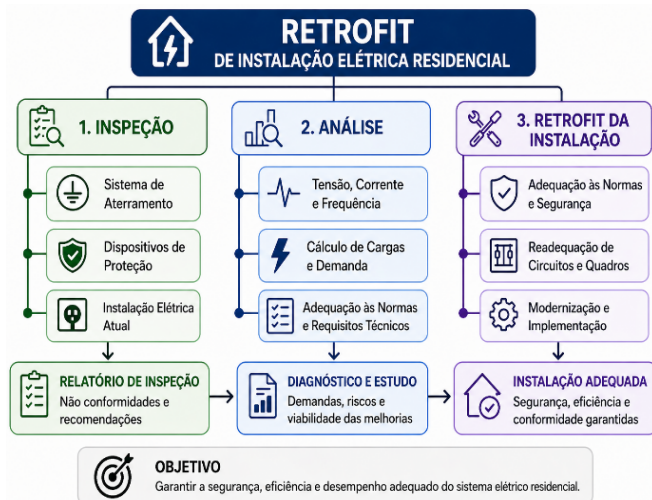


Fig. 7. Fluxograma do Retrofit

Autor: Autoria própria

Conforme ilustrado na Figura 7, a metodologia foi estruturada em três etapas principais e sequenciais: inspeção da instalação elétrica existente, análise técnica das condições encontradas e execução do retrofit. Essa organização permitiu que as decisões adotadas ao longo do estudo fossem fundamentadas em informações obtidas durante o diagnóstico da instalação, possibilitando a proposição de

soluções compatíveis com as necessidades da edificação e com os requisitos técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 5410:2004. As atividades desenvolvidas em cada etapa são descritas detalhadamente nos itens a seguir.

A. Inspeção das Condições da Instalação Elétrica

A etapa de inspeção constitui o ponto inicial do processo de retrofit, sendo responsável pelo levantamento das condições reais da instalação elétrica existente. Nessa fase, são avaliados elementos essenciais como o sistema de aterramento, a presença e adequação dos dispositivos de proteção (disjuntores, DR e DPS) e o estado geral da instalação elétrica. O objetivo é identificar não conformidades em relação à ABNT NBR 5410, além de possíveis riscos à segurança, como sobrecargas, conexões inadequadas e ausência de proteção contra choques elétricos.

B. Análise Técnica e Diagnóstico do Sistema

Após a inspeção, realiza-se a análise técnica da instalação, com foco na avaliação dos parâmetros elétricos e da demanda de consumo. Nessa etapa, são verificados aspectos como tensão, corrente e frequência, além do levantamento e cálculo das cargas instaladas, permitindo identificar possíveis desequilíbrios e sobrecargas nos circuitos. Também é feita a verificação da conformidade com os requisitos normativos, especialmente no que se refere ao dimensionamento de condutores, divisão de circuitos e critérios de proteção. Essa fase que fundamenta tecnicamente as intervenções necessárias no processo de retrofit.

C. Retrofit da Instalação Elétrica

A etapa de retrofit corresponde à implementação das melhorias identificadas nas fases anteriores, com o objetivo de adequar a instalação elétrica às condições atuais de uso e às exigências normativas, atendendo às condições mínimas de segurança e desempenho exigidas para instalações elétricas residenciais. As intervenções incluem a readequação dos circuitos, substituição ou instalação de dispositivos de proteção, reorganização dos quadros de distribuição e correção de não conformidades. Essa fase busca garantir maior segurança operacional, eficiência energética e confiabilidade do sistema elétrico. Ao final do processo, obtém-se uma instalação devidamente adequada, reduzindo riscos de acidentes e assegurando desempenho compatível com a demanda dos usuários.

IV. ESTUDO DE CASO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A. Diagnóstico da Instalação Existente

A análise da instalação elétrica do estudo de caso evidenciou um conjunto significativo de não conformidades em relação aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 5410 (2004), comprometendo diretamente a segurança, a confiabilidade e o desempenho do sistema elétrico.

Inicialmente, verificou-se a ausência de um sistema de aterramento adequado, condição que inviabiliza a proteção eficaz contra choques elétricos por contato indireto. Conforme estabelecido na seção 5.1 da NBR 5410, a proteção contra choques depende da correta implementação

do aterramento associado ao seccionamento automático da alimentação. A inexistência desse sistema expõe os usuários a tensões perigosas em caso de falhas de isolamento.

Outro aspecto crítico identificado foi a presença de dispositivos de proteção incompatíveis com os condutores instalados, caracterizando falha no dimensionamento da proteção contra sobrecorrentes. De acordo com a seção 5.3 da NBR 5410 (2004), os dispositivos de proteção devem ser coordenados com a capacidade de condução de corrente dos condutores, de forma a interromper o circuito antes que ocorram danos térmicos. A não conformidade observada pode resultar em superaquecimento dos cabos e aumento do risco de incêndio.

O quadro de distribuição também se encontra em condição obsoleta, sem organização adequada dos circuitos e sem identificação clara, contrariando as recomendações da norma quanto à divisão e disposição dos circuitos (item 4.2.5) como mostra a figura 8. Além disso, foi constatado desequilíbrio de fases no sistema trifásico, evidenciado pela distribuição irregular das cargas entre as fases, o que pode ocasionar sobrecargas localizadas, redução da eficiência do sistema e possíveis quedas de tensão.



Fig. 8. Quadro de distribuição de energia em condições precárias.
Autor: Autoria própria

Durante a inspeção, foram identificadas ainda emendas frouxas e conexões em estado avançado de deterioração, incluindo pontos com sinais de derretimento do isolamento. Esse tipo de falha eleva significativamente a resistência de contato, provocando aquecimento excessivo e aumentando o risco de falhas elétricas e incêndios.

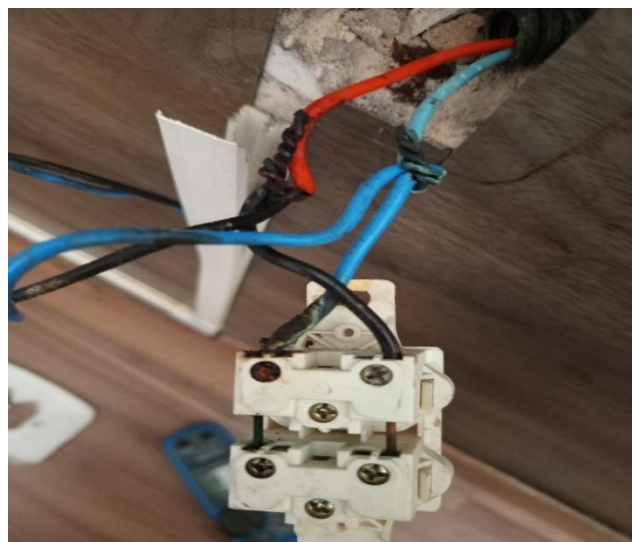


Fig. 9. Tomadas e derivações de condutores executadas fora de norma e já apresentando zinabres e isolamento derretidas.

Autor: Autoria própria

Adicionalmente, foram observadas fugas de corrente ao longo da instalação, possivelmente associadas a isolamento comprometido e conexões inadequadas. Essas fugas, além de representarem risco à segurança dos usuários, contribuem para perdas de energia e redução da eficiência do sistema elétrico. A NBR 5410 (2004) estabelece que as instalações devem ser executadas de modo a evitar correntes de fuga prejudiciais, garantindo níveis adequados de isolamento.

Outro ponto relevante identificado foi a ausência de eletrodutos em trechos da instalação, com condutores expostos ou instalados de forma inadequada. Conforme a ABNT NBR 5410 (2004), os condutores devem ser instalados de modo a garantir sua proteção mecânica, isolamento adequado e facilidade de manutenção, sendo o uso de eletrodutos uma das principais formas de atender a esses requisitos. A falta desses elementos compromete a integridade dos cabos, aumenta o risco de danos mecânicos, curtos-circuitos e choques elétricos, além de dificultar futuras intervenções e inspeções na instalação.

Diante das condições identificadas, torna-se evidente a necessidade de intervenção por meio de retrofit elétrico, com a finalidade de adequar a instalação às exigências normativas, corrigir falhas existentes e garantir condições seguras e eficientes de operação para os usuários.

B. Medição de Tensão, Corrente e Frequência

Para a avaliação do desempenho da instalação elétrica do estudo de caso, foram realizadas medições dos parâmetros elétricos fundamentais, sendo eles tensão, corrente e frequência. As medições foram executadas com o auxílio de um multímetro digital, devidamente calibrado, em diferentes períodos do dia, contemplando variações de carga ao longo dos turnos (manhã, tarde e noite).

A análise da tensão teve como objetivo verificar a conformidade com os níveis estabelecidos para sistemas de baixa tensão, observando possíveis variações que possam comprometer o funcionamento adequado dos equipamentos. Já a medição de corrente permitiu identificar o comportamento das cargas instaladas, bem como possíveis

sobrecargas em determinados circuitos. A frequência, por sua vez, foi analisada para verificar a estabilidade do sistema elétrico, sendo um parâmetro importante para o correto funcionamento de equipamentos sensíveis.

Essas medições são fundamentais para o diagnóstico técnico da instalação, pois permitem identificar irregularidades operacionais, desequilíbrios e condições fora dos padrões recomendados, servindo como base para a proposição de melhorias no sistema elétrico por meio do retrofit.

C. Levantamento do Quadro de Cargas e Demanda Instalada

O levantamento do quadro de cargas constitui etapa essencial na análise da instalação elétrica, pois permitiu identificar a distribuição das cargas, a potência instalada e a demanda requerida pelo sistema. Nessa fase, foram analisados os circuitos existentes, os equipamentos conectados e suas respectivas potências nominais, possibilitando a construção de um panorama detalhado do consumo energético da edificação.

Inicialmente, foi realizado o levantamento das cargas instaladas na residência, contemplando circuitos de iluminação, tomadas de uso geral (TUG), tomadas de uso específico (TUE) e demais equipamentos elétricos.

Com a determinação da potência instalada, procedeu-se ao cálculo da corrente de projeto dos circuitos. Para os circuitos monofásicos, foi utilizada a relação entre potência e tensão, (1).

$$I=P/V \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

I= corrente elétrica

P=Potência

V=Tensão

A partir dessas informações, tornou-se possível avaliar a adequação dos circuitos, verificar a existência de sobrecargas e identificar a necessidade de redistribuição das cargas entre as fases do sistema trifásico. Além disso, o levantamento da demanda contribuiu para o correto dimensionamento dos condutores, dispositivos de proteção e do quadro de distribuição, garantindo maior eficiência e segurança operacional.

Com base nos resultados obtidos, foi elaborado o quadro de cargas detalhado do estudo de caso como mostra a Figura 10, permitindo fundamentar tecnicamente as propostas de adequação da instalação elétrica. O dimensionamento dos condutores e dos dispositivos de proteção foi realizado em conformidade com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5410:2004, assegurando a compatibilidade entre a capacidade de condução de corrente dos cabos e os dispositivos de proteção adotados. Também foi considerado o balanceamento das cargas entre as fases e a previsão de espaços para futuras ampliações da instalação, contribuindo para a confiabilidade e flexibilidade do sistema elétrico.

QUADRO DE CARGAS												
CIRC.	NOMES	POTÊNCIA(W)	CORRENTE NOMINAL	DISJ.	PONTOS DE ILUMINAÇÃO	TOMADAS		FASES				CONDUTORES
						100 VA	600 VA	TUE	R	S	T	
1	ILUMINAÇÃO GERAL	2160	9,82 A	10A	24				x			1,5 mm
2	AR QUARTO 1	1800	8,18 A	15 A				1	x			4mm
3	AR QUARTO 2	1800	8,18 A	15A				1		x		4mm
4	AR QUARTO 3	1800	8,18 A	15 A				1	x			4mm
5	AR SALA DE ESTAR	1800	8,18 A	15 A				1			x	4mm
6	AR GARAGEM	1800	8,18 A	15 A				1	x			4mm
7	INVERSOR SOLAR	5500	25 A	32 A				1	x			4mm
8	COZINHA	3500	15,9 A	25 A		11	4			x		4mm
9	Q1 +SALA	1600	7,27 A	15 A		16					x	2,5mm
10	Q2+ Q3+ HALL	1200	5,45 A	15 A		12			x			2,5mm
11	GARG+BANHEIRO+ LAVANDEIRIA	4100	18,63 A	25 A		11	5				x	4mm
12	CHUVEIRO	8000	36 A	40 A				1	x			10 mm
	TOTAL DE CARGAS	35060				50	9	7				

Fig. 10. Quadro de Cargas do estudo de caso.

Fonte: Autoria própria

D. Retrofit da Instalação Elétrica

Com base nas não conformidades identificadas durante a inspeção da instalação elétrica do estudo de caso, foi diagnosticada a necessidade de realização do retrofit completo da instalação residencial, seguindo os critérios técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 5410:2004. Inicialmente, foi realizado o levantamento da demanda de carga utilizada na residência, considerando os equipamentos instalados, os circuitos existentes e as condições de utilização da edificação. A partir dessas informações, foi elaborado o quadro de cargas da residência, possibilitando o correto dimensionamento dos condutores elétricos, dispositivos de proteção e do novo quadro de distribuição, garantindo maior segurança, confiabilidade operacional e possibilidade de ampliação futura da instalação.

Após essa etapa, foram executadas as adequações necessárias no sistema elétrico. Inicialmente, foi realizada a instalação de novos eletrodutos para acomodação dos condutores elétricos. Conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410 (2004), os condutores devem possuir proteção mecânica adequada e condições que permitam inspeção, manutenção e substituição quando necessário. A utilização de eletrodutos proporciona maior proteção contra danos mecânicos, reduz riscos de curtos-circuitos e melhora a organização da instalação elétrica.

As emendas dos condutores passaram a ser realizadas exclusivamente no interior das caixas de inspeção e passagem, conforme recomendado pela norma. Essa adequação é fundamental para garantir acessibilidade às conexões, facilitar futuras manutenções e reduzir riscos relacionados a aquecimento excessivo e mau contato. Segundo Creder (2016), conexões executadas fora das caixas apropriadas comprometem a integridade da instalação e aumentam significativamente o risco de falhas elétricas [6].

Além das adequações realizadas nas conexões elétricas, foi executada a instalação e substituição de pontos de tomadas em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 5410:2004. Os pontos de utilização foram distribuídos de acordo com a finalidade de cada ambiente, contemplando tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE), com correto dimensionamento dos circuitos, condutores e dispositivos de proteção associados. Também foi realizada a ligação do condutor de proteção (PE) em todas as tomadas instaladas, garantindo a continuidade do sistema

de aterramento e aumentando a segurança dos usuários contra choques elétricos. Segundo a ABNT NBR 5410 (2004), as tomadas devem ser instaladas de forma a atender adequadamente à demanda prevista, evitando o uso excessivo de extensões e adaptadores, que podem ocasionar sobrecargas, aquecimento dos condutores e riscos de incêndio. Dessa forma, a adequação dos pontos de tomada contribuiu para a segurança, funcionalidade e confiabilidade da instalação elétrica residencial, como mostra a figura 11 a seguir.



Fig. 11. Tomadas de uso geral após Retrofit

Fonte: Autoria própria

No sistema de aterramento, foi adotado o esquema do tipo TN-S, no qual os condutores de neutro e proteção são separados ao longo de toda a instalação. Conforme descrito na ABNT NBR 5410 (2004), esse sistema proporciona maior segurança operacional, melhora a eficiência dos dispositivos de proteção e reduz a circulação de correntes parasitas nas massas metálicas da instalação. A implementação do sistema TN-S também contribui para maior estabilidade do sistema elétrico e melhor desempenho dos equipamentos conectados.

Adicionalmente, foram instalados dispositivos diferenciais residuais (DR) nos circuitos destinados às áreas úmidas da residência, atendendo às exigências do item 5.1.3.2.2 da NBR 5410. Esses dispositivos possuem a finalidade de proteger os usuários contra choques elétricos decorrentes de correntes de fuga, promovendo o desligamento automático da alimentação em situações de risco. A utilização de DR representa uma das principais medidas de proteção contra contatos indiretos em instalações residenciais.

Os antigos disjuntores do padrão NEMA foram substituídos por disjuntores do padrão DIN, proporcionando maior confiabilidade, padronização e compatibilidade com os sistemas modernos de distribuição elétrica. Conforme Mamede Filho (2017), os disjuntores DIN apresentam melhor desempenho operacional, maior facilidade de manutenção e melhor organização no quadro de distribuição.

Também foi executado um novo quadro de distribuição dos circuitos, devidamente organizado e identificado, permitindo melhor divisão das cargas e balanceamento das

fases do sistema trifásico. O novo quadro foi dimensionado considerando não apenas a demanda atual da instalação, mas também a possibilidade de ampliações futuras, conforme recomendação da ABNT NBR 5410 (2004), que prevê a necessidade de planejamento para futuras expansões da instalação elétrica.

Dessa forma, o retrofit executado permitiu adequar integralmente a instalação elétrica às exigências técnicas e normativas vigentes, proporcionando melhorias significativas em segurança, eficiência energética, confiabilidade e capacidade operacional do sistema elétrico residencial.

Além das adequações relacionadas à segurança e distribuição elétrica, foram instalados novos pontos de tomadas na área externa da residência destinados à alimentação do sistema de monitoramento por câmeras. A implementação desses pontos teve como finalidade garantir alimentação elétrica adequada aos equipamentos de segurança, evitando o uso de extensões e ligações improvisadas, práticas que podem comprometer a segurança e a confiabilidade da instalação. Conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410 (2004), os pontos de utilização devem ser dimensionados e instalados de acordo com a finalidade prevista, assegurando condições adequadas de funcionamento e proteção dos equipamentos conectados.

Complementando as melhorias executadas no retrofit, a iluminação externa da residência recebeu sistema de automação por meio da instalação de interruptores inteligentes, proporcionando maior comodidade, eficiência energética e praticidade aos usuários. O sistema implantado permite acionamento automatizado e remoto da iluminação, além da programação de horários de funcionamento, contribuindo para redução do consumo de energia elétrica e melhor gerenciamento da instalação. Segundo Mamede Filho (2017), a integração de sistemas automatizados às instalações elétricas residenciais representa uma importante evolução tecnológica, agregando conforto, segurança e maior eficiência operacional às edificações modernas[2].

E. Análise de consumo

Os resultados obtidos após a execução do retrofit demonstraram melhorias significativas tanto na segurança quanto na eficiência energética da instalação elétrica residencial. Além da adequação às exigências da ABNT NBR 5410:2004, observou-se redução considerável no consumo de energia elétrica após a modernização da instalação, realizada no mês de agosto de 2025. Conforme análise das faturas de energia da residência, o consumo registrado antes do retrofit apresentava valores elevados, atingindo 881 kWh no mês de julho de 2025 e 624 kWh em agosto de 2025. Após a execução das adequações elétricas, verificou-se redução progressiva do consumo, passando para 467 kWh em setembro, 311 kWh em outubro e 284 kWh em novembro de 2025.

Essa redução está diretamente relacionada à eliminação de fugas de corrente, substituição de conexões deterioradas, redistribuição adequada das cargas, balanceamento do sistema trifásico e melhoria das condições gerais da instalação elétrica.

Observa-se uma redução significativa do consumo de energia elétrica após a realização do retrofit em agosto de

2025. O consumo passou de 881 kWh em julho para 284 kWh em novembro, representando uma redução aproximada de 67,8%. Esse resultado demonstra que as adequações implementadas, como correção de fugas de corrente, substituição de conexões deterioradas, balanceamento das cargas e dimensionamento dos circuitos, contribuíram para o aumento da eficiência energética e para a redução do desperdício de energia elétrica na residência.

Os resultados evidenciam que o retrofit elétrico, além de promover maior segurança operacional e conformidade normativa, contribui diretamente para o aumento da eficiência energética e redução do desperdício de energia elétrica na edificação.

V. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar a demanda dos usuários e as condições da instalação elétrica de uma residência unifamiliar, identificando não conformidades e necessidades de adequação por meio do retrofit elétrico. A partir da inspeção técnica realizada, foi possível constatar diversas deficiências na instalação existente, incluindo ausência de sistema de aterramento adequado, dispositivos de proteção incompatíveis, quadro de distribuição obsoleto, conexões deterioradas, fugas de corrente, falta de eletrodutos e desequilíbrio na distribuição das cargas.

Com base no diagnóstico obtido, foram propostas e executadas intervenções de retrofit fundamentadas nos requisitos da ABNT NBR 5410:2004, contemplando a implantação do sistema de aterramento TN-S, reorganização dos circuitos, substituição dos dispositivos de proteção, instalação de novos eletrodutos, adequação das tomadas, correção das emendas elétricas e modernização do quadro de distribuição. As melhorias implementadas permitiram adequar a instalação às exigências normativas vigentes, elevando significativamente os níveis de segurança, confiabilidade e desempenho operacional do sistema elétrico.

Os resultados obtidos demonstraram que o retrofit elétrico constitui uma alternativa eficiente para a modernização de instalações residenciais antigas, possibilitando não apenas a correção de falhas e a redução dos riscos de choques elétricos e incêndios, mas também a melhoria da eficiência energética da edificação. A redução aproximada de 67,8% no consumo de energia elétrica observada após a execução das adequações evidencia os benefícios técnicos e econômicos proporcionados pelas intervenções realizadas.

Dessa forma, conclui-se que os objetivos propostos foram plenamente alcançados, uma vez que o estudo permitiu analisar as condições da instalação elétrica existente, compreender as necessidades dos usuários, identificar as inadequações presentes e implementar soluções capazes de garantir maior segurança, eficiência energética e desempenho adequado ao sistema elétrico da residência analisada. Além disso, o trabalho reforça a importância da realização de avaliações periódicas e da atualização de instalações elétricas antigas, demonstrando que o retrofit é uma ferramenta estratégica para adequação normativa, prolongamento da vida útil das instalações e atendimento às crescentes demandas energéticas das edificações modernas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, força e perseverança para superar os desafios encontrados ao longo desta trajetória acadêmica.

Ao Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi, pela estrutura e qualidade de ensino oferecidas durante minha formação, contribuindo significativamente para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Prof. Ivan Canal, pela orientação, dedicação, apoio e pelos conhecimentos compartilhados ao longo da elaboração deste trabalho, fundamentais para a sua realização.

Aos professores do Curso de Tecnologia em Automação Industrial, pelos ensinamentos transmitidos durante a graduação, que contribuíram para minha formação técnica e acadêmica.

Aos meus familiares, pelo incentivo, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos, especialmente durante o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Por fim, agradeço a todos os colegas, amigos e demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão desta importante etapa da minha vida.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DA ELETRICIDADE (ABRACOPEL). Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2025. São Paulo: ABRACOPEL, 2025.
- [2]. MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- [3]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- [4]. PROCobre Brasil. Aterramento Elétrico. São Paulo: Procobre Brasil, 2021. Disponível em: E-book Procobre – Aterramento Elétrico
- [5]. MATTEDE, Henrique. Aterramento elétrico, tipos e usos. Mundo da Elétrica, [s.d.]. Disponível em: Mundo da Elétrica – Aterramento elétrico, tipos e usos
- [6]. CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [7] MAZZUCHETTI, Bruno Gbur; SANTOS, Jefferson da Silva; OLIVEIRA, Nilson Marcondes de. **Adequação da instalação elétrica de uma oficina mecânica antiga com adição de microgeração fotovoltaica – um estudo de caso.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

[8] MEDEIROS, Isabela Francisco de. **Instalações elétricas prediais: perturbações e falhas no sistema**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Anhanguera, Niterói, 2018.