

ARTIGO ORIGINAL

MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA INCÊNDIOS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Johnny Franco de Oliveira¹, Paulo Eduardo Santiago Mesquita²

1. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais** – johnny.franco@bombeiros.mg.gov.br

2. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais** – paulo.mesquita@bombeiros.mg.gov.br

Recebido em: 31/10/2023. Aprovado em: 16/07/2024. Publicado em: 04/10/2024.

RESUMO

Este artigo visa estudar as medidas preventivas que contribuem para a redução do surgimento de incêndios de origem elétrica nas edificações alimentadas por instalações de baixa tensão. A busca por sistemas eficientes de proteção para evitar incêndios e por um maior cuidado na realização de projetos elétricos nos diversos tipos de edificações e áreas de uso coletivo é parte da missão constitucional dos corpos de bombeiros. Assim, foi realizada uma pesquisa de revisão narrativa da literatura que identificou causas de acidentes elétricos que podem resultar em incêndios, as medidas preventivas e as boas práticas que podem minimizar esses acidentes, e por sua vez, os incêndios. Utilizou-se como fonte de informações e dados o Anuário Estatístico da Abracopel, normas de instituições de metrologia e normalização, normas dos corpos de bombeiros militares dos estados e produções científico-acadêmicas que tratam das medidas preventivas contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão. Os resultados demonstram que há um consenso de que os incêndios relacionados a fenômenos termoeletrônicos são comuns e que uma das soluções seria a regulação pelos corpos de bombeiros, exigindo profissionalismo e técnica adequada no dimensionamento e definição dos componentes de segurança em instalações elétricas de baixa tensão.

Palavras-chave: curto-circuito; eletricidade; incêndios elétricos; prevenção.

PREVENTIVE MEASURES IN LOW-VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS

ABSTRACT

This article aims to study preventive measures that contribute to reducing the occurrence of electrical fires in buildings powered by low voltage installations. The search for efficient protection systems to prevent fires and greater care when carrying out electrical projects in different types of buildings and areas of collective use is part of the constitutional mission of the Fire Departments. Thus, a narrative literature review research was carried out that identified causes of electrical accidents that can result in fires, preventive measures and good practices that can minimize these accidents, and in turn, fires. The Abracopel Statistical Yearbook, standards from metrology and standardization institutions, standards from state military fire departments and scientific-academic production that dealt with preventive measures against fire in low voltage electrical installations were used as a source of information and data. The results demonstrate that there is a consensus that fires related to thermoelectric phenomena are common and that one of the solutions would be regulation by fire departments, requiring professionalism and appropriate technique in the sizing and definition of safety components in low-voltage electrical installations.

Keywords: short circuit; electricity; electrical fires; prevention.

1 INTRODUÇÃO

O uso da eletricidade como fonte de energia é fundamental para a manutenção das rotinas de vida e também de produção da era atual. A utilização da eletricidade em redes de baixa tensão contém alguns riscos, entre eles o de incêndio, que muitas vezes segue ignorado pela sociedade, pelos órgãos de segurança e outros agentes de licenciamento (Distrito Federal, 2019).

As redes de baixa tensão, que se encontram no intervalo de 50 volts a 1.000 volts para corrente alternada e entre 120 volts e 1.500 volts para corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra, envolvem a grande maioria dos usuários de energia elétrica, em geral (CEMIG, 2022), e não estão isentas de riscos que demandam atenção e cuidado.

O sobreaquecimento da fiação, decorrente de fenômenos elétricos como o efeito Joule, pode iniciar a queima do revestimento dos fios (isolamento) e dos materiais que estiverem próximos, como tecidos, plásticos e papéis, dando início a um incêndio (Rangel Junior, 2011).

Outro risco de incêndio relacionado à eletricidade também ignorado reside no fluxo de eletricidade como manifestação de energia, o qual transita por um condutor e pode gerar uma fagulha ou faísca (centelha), que é uma descarga elétrica que “escapa” do condutor (através do ar) e também pode iniciar um processo de combustão de algum material (Aragão, 2009).

Em virtude desses riscos, a eletricidade é considerada a principal causa de incêndios acidentais (Abracopel, 2022) originando tragédias como a do Edifício Joelma, em São Paulo, no ano de 1974, que provocou a morte de 179 pessoas e deixou outras 320 pessoas feridas (Goiás, 2016). Segundo os laudos da perícia, o incêndio do Edifício Joelma iniciou-se nos aparelhos de ar condicionado cujas instalações elétricas não seguiram os parâmetros das normas de segurança já existentes à época (Rangel Júnior, 2011).

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) tem a competência de coordenação e execução do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico (SSCIP), incluindo o estabelecimento de normas técnicas relativas à segurança das pessoas e seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe, em edificações

e espaços destinados ao uso coletivo (Minas Gerais, 2020). Contudo, atualmente, as normas dessa instituição não tratam especificamente sobre medidas de segurança para prevenir o início de incêndios em instalações elétricas de baixa tensão das edificações.

Este artigo, então, é conduzido pela seguinte pergunta norteadora: quais são as medidas preventivas que contribuem para a redução do surgimento de incêndios de origem elétrica nas edificações alimentadas por instalações de baixa tensão?

Tem como objetivo geral estudar essas medidas preventivas que auxiliam na redução dos princípios de incêndios de origem elétrica nas edificações alimentadas por instalações de baixa tensão.

De forma mais específica, este estudo pretende:

- a) identificar, por meio do material bibliográfico selecionado, as principais causas de acidentes de origem elétrica e a segurança em instalações elétricas com foco na prevenção a incêndios;
- b) verificar nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nas de corpos de bombeiros de outros estados as principais medidas preventivas exigidas para evitar incêndios de origem elétrica em instalações de baixa tensão;
- c) indicar quais seriam as medidas preventivas que poderiam ser exigidas pelo CBMMG para promover a segurança contra incêndios de origem elétrica em instalações de baixa tensão das edificações.

Embora haja uma quantidade considerável de literatura sobre prevenção de incêndios em geral, poucos estudos se concentram na competência dos corpos de bombeiros militares para estabelecer normas técnicas contra incêndio e pânico, em especial, com enfoque nos riscos e nas medidas preventivas específicas associadas a sistemas elétricos de baixa tensão.

Portanto, uma das principais razões para conduzir este estudo é a necessidade de preencher essa lacuna no conhecimento científico, fornecendo informações sobre medidas e procedimentos preventivos contra incêndio em instalações elétricas para auxiliar o CBMMG na revisão de suas normas e para que os profissionais e pesquisadores interessados na segurança desses sistemas possam atuar evitando esses tipos de incêndios.

2 MÉTODO

O estudo ocorreu por meio da revisão narrativa de literatura, buscou identificar os principais fatores de risco e apresentar soluções eficazes para evitar incêndios originados em instalações elétricas de baixa tensão, que possam ser efetuadas pelos profissionais da área de Segurança Contra Incêndio e Pânico.

Esta pesquisa iniciou-se com a coleta de informações utilizando material bibliográfico que tratasse das medidas preventivas contra início de incêndio em instalações elétricas de baixa tensão. Seguiu-se com a seleção do material realmente pertinente; avaliação e análise desse material. Foi desenvolvida uma análise crítica e por fim foram elaboradas as considerações e conclusão, além de sugestões para implementação de exigências de medidas preventivas em instalações elétricas de baixa tensão pelo CBMMG.

2.1 Tipo de estudo

Conforme a Instrução Técnica de Ensino nº 44 do CBMMG (2023), este estudo está inserido na linha de pesquisa da Grande Área 2 – Segurança Contra Incêndio e Pânico e Combate a Incêndios, e Área Básica 1 – Legislação de Segurança Contra Incêndio e Pânico.

Adotou-se o manuscrito de revisão narrativa de literatura, que é um tipo de publicação acadêmica que busca analisar e sintetizar criticamente as publicações existentes sobre um tema específico, por meio de uma abordagem mais interpretativa e descritiva para, no caso, realizar o estudo das medidas preventivas contra incêndios em instalações elétricas de baixa tensão (CBMMG, 2023).

De acordo com Hernández Sampieri, Fernández Collado e Baptista Lucio (2013), a revisão de literatura proporciona a detecção de conceitos-chave, o conhecimento de diversas formas de abordar um problema e a melhoria no entendimento sobre um assunto. Os autores destacam ainda que tem um cunho interpretativo, pois o pesquisador realiza sua própria descrição e avaliação dos dados e informações que encontrou.

Este trabalho, através da revisão narrativa de literatura, estabelece uma imersão superficial sobre o problema levantado e inicia uma discussão sobre o tema que carece de atenção no cenário de Minas Gerais e, em especial, do CBMMG.

2.2 Coleta de dados

A pesquisa bibliográfica foi conduzida selecionando publicações produzidas entre 2009 e 2023, nas bibliotecas digitais da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e da Universidade de São Paulo (USP), bem como nas bases de dados das plataformas: Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e *Web of Science* e *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE Xplore)*.

A escolha das bibliotecas digitais da UFOP e USP se justifica pelos diversos estudos sobre a proteção de edificações tombadas como patrimônio histórico no município de Ouro Preto/MG, e pelo registro de grandes incêndios em São Paulo/SP que também foram objeto de estudo no meio acadêmico.

As normas da ABNT sobre o tema foram obtidas na plataforma ABNT coleção, disponibilizada pelo Governo de Minas Gerais aos servidores, e as normas dos corpos de bombeiros militares foram obtidas em consulta direta aos sítios eletrônicos oficiais de cada corporação.

2.2.1 Identificação e seleção de fontes de informação

Para selecionar a bibliografia, critérios de inclusão e exclusão foram aplicados às normas conceituadas da ABNT, às instruções ou normas dos corpos de bombeiros nacionais (disponíveis dos sítios eletrônicos das instituições) e às dissertações e artigos relevantes da seguinte forma:

a) inclusão: foram selecionados estudos que abordassem medidas preventivas contra incêndios em instalações elétricas de baixa tensão. Para encontrá-los, utilizou-se as palavras-chave relacionadas ao tema da pesquisa: instalações elétricas, incêndio, medidas preventivas, curto-circuito, baixa tensão e segurança, combinadas em associação tipo “e” ou “and”;

b) exclusão: foram excluídos trabalhos que não abordassem diretamente o tema, que fossem duplicados ou que estivessem fora do escopo temporal definido.

2.2.2 Processo de seleção

A seleção do material de pesquisa foi realizada da seguinte maneira: triagem inicial com base nos títulos e resumos, seguida de uma análise completa do texto dos artigos selecionados. Durante a análise completa, foram avaliados o conteúdo, a qualidade metodológica e a relevância para a questão problema. Os estudos que atenderam aos critérios de inclusão foram inseridos na revisão narrativa.

Quanto às normas ou instruções técnicas, foram selecionadas de acordo com a correlação ao tema pesquisado sendo privilegiadas as normas da ABNT, instituição normativa de relevância no cenário técnico e econômico, e dos corpos de bombeiros nacionais, que têm aplicabilidade prescritiva e impositiva à sociedade como um todo.

2.2.3 Forma de análise

A análise dos dados e informações obtidos durante a revisão narrativa foi realizada por meio de um processo de síntese e interpretação dos resultados. Os estudos selecionados foram organizados e categorizados com base nos diferentes tipos de medidas preventivas contra incêndios em instalações elétricas de baixa tensão identificadas na literatura. Deu-se destaque às informações relevantes sobre cada medida preventiva, como sua descrição e benefícios.

3 ELETRICIDADE E INCÊNDIOS

No contexto das instalações elétricas de baixa tensão e sua segurança, é crucial compreender os conceitos-chave que moldam a energia elétrica como uma manifestação multifacetada, exibindo efeitos magnéticos, térmicos, luminosos e químicos para o estudo das causas de incêndio e medidas preventivas contra tais incêndios no âmbito das instalações elétricas de baixa tensão (Silva, 2015).

3.1 Fenômenos de origem elétrica em componentes dos circuitos

A eletricidade é um fenômeno físico originado por cargas elétricas estáticas ou em movimento de um corpo (matéria), a energia envolvida no processo de condução e armazenamento de eletricidade favorece o acontecimento de alguns fenômenos físicos, que serão detalhados na Tabela 1 a seguir (Bortoluzzi, 2009).

Tabela 1 – Fenômenos de origem elétrica

(continua)

Fenômeno	Descrição
Alta corrente de pico transitória	A alta corrente de pico transitória é um fenômeno elétrico que envolve um aumento rápido e breve na corrente elétrica em um sistema ou circuito elétrico. Essas altas correntes de pico transitórias são frequentemente causadas por eventos, como comutações rápidas de carga, manobras de chaveamento ou descargas atmosféricas (raios) (Schneider Electric, 2018).
Aquecimento de condutor "Wire Heating"	O aquecimento de um condutor refere-se ao aumento da temperatura em um condutor elétrico devido ao fluxo de corrente através dele. Esse aquecimento ocorre por causa do efeito Joule, no qual a resistência do condutor causa dissipação de energia na forma de calor. O aquecimento excessivo pode ocorrer quando há uma corrente maior do que a capacidade nominal do condutor, conexões inadequadas, dimensionamento incorreto ou condições de sobrecarga (Schneider Electric, 2018).
Arcos elétricos acidentais	Os arcos elétricos acidentais são descargas elétricas que ocorrem de forma não controlada e não planejada entre dois pontos com diferença de potencial elétrico. São descargas contínuas e luminosas que ocorrem entre dois condutores ou entre um condutor e uma superfície condutora (Schneider Electric, 2018).
Carbonização	A carbonização ocorre quando um condutor é danificado ou uma conexão não é devidamente apertada, momento no qual surge um ponto quente localizado que carboniza os materiais isolantes nas proximidades daquele condutor. A carbonização pode gerar falhas de arco entre as partes danificadas do mesmo condutor (Schneider Electric, 2018).

Tabela 1 – Fenômenos de origem elétrica

(conclusão)

Fenômeno	Descrição
Corrente de fuga	A corrente de fuga é um escape de energia indesejado dos fios e condutores por causa de problemas no isolamento. Esse fenômeno assemelha-se a um vazamento oriundo de problemas no invólucro de um produto ou nas paredes de uma tubulação (Schneider Electric, 2018).
Curto-circuito	O curto-circuito é uma condição anormal em que um circuito elétrico possui conexão direta e de baixa resistência entre dois pontos com alguma diferença de potencial, resultando em um fluxo excessivo de corrente elétrica.
Elevação de temperatura anormal	Refere-se ao aumento excessivo da temperatura em componentes elétricos ou sistemas elétricos, além do que é considerado normal ou seguro para o seu funcionamento adequado (Schneider Electric, 2018).
Estresse elétrico	O estresse elétrico é resultado de uma tensão elétrica excessiva ou anormal aplicada a um componente ou sistema elétrico, o que é nocivo e resulta em esforço adicional sobre os materiais isolantes e condutores.
Faíscas	As faíscas, também chamadas de centelhas, são descargas elétricas de curta duração e pequena extensão, geralmente acompanhadas de luminosidade e som característicos (Bortoluzzi, 2009).

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

3.2 Causas de acidentes e incêndios de origem elétrica

Mitolo *et al.* (2017 *apud* Lucion, Silva e Winck, 2019, p. 3) afirma que os fenômenos elétricos que se apresentam através do comportamento dos condutores são uma das principais causas de incêndio com efeitos em sua propagação e desenvolvimento.

Castro (2021), em seu trabalho intitulado “*Uma análise das causas, consequências e medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica*”, apresentou as seguintes causas de incêndios de origem elétrica: erros de projeto, falta de projeto, contratação de profissionais não habilitados, uso de materiais de baixa qualidade, conexões e emendas mal feitas, excesso de cargas na mesma tomada, falta de manutenção e intervenções indevidas nas instalações elétricas.

As causas mais comuns de comprometimento da segurança em instalações elétricas que podem gerar incêndios foram agrupadas e descritas a seguir, em

grupos cujas origens possuem naturezas semelhantes, considerando o trabalho de Rangel Júnior (2011), Castro (2021) e ainda o conteúdo da Norma ABNT NBR 5410 (2004).

3.2.1 Sobrecarga e dimensionamento inadequado

Uma das causas mais frequentes de acidentes elétricos e incêndios é a sobrecarga e o dimensionamento inadequado dos circuitos elétricos (Rangel Júnior, 2011). Isso ocorre quando a demanda de energia excede a capacidade dos condutores e dispositivos de proteção. A sobrecarga pode resultar em superaquecimento dos cabos, derretimento de isolamentos e ignição de materiais circundantes (ABNT, 2004).

A seleção correta de cabos, disjuntores e fusíveis, conforme as normas aplicáveis, é essencial para evitar esses problemas. Para isso, é necessário haver o dimensionamento correto das demandas do sistema elétrico realizado por profissional tecnicamente habilitado (Rangel Júnior, 2011).

3.2.2 Falhas de isolamento e curto-circuito

As falhas de isolamento com fios expostos ou com revestimentos desgastados podem resultar em curtos-circuitos, que, por sua vez, podem causar uma grande elevação da corrente drenada pelos circuitos, fazendo com que haja um elevado aumento de temperatura nos materiais elétricos, especialmente os condutores elétricos, cuja temperatura pode ultrapassar àquela indicada como limite de segurança, denominada como limite térmico do condutor (Silva & Beline, 2017).

Silva (2011) afirma que um curto-circuito pode ocasionar um arco elétrico que libera grande quantidade de calor num pequeno intervalo de tempo, capaz de provocar a fusão de metais componentes dos equipamentos, que podem ser lançados contra pessoas e objetos que estejam nas proximidades, causando queimaduras severas e combustão.

O curto-circuito pode gerar, ainda, uma queda brusca de tensão, superaquecimento dos condutores, danos aos equipamentos e, em casos extremos, incêndios (Bortoluzzi, 2009).

3.2.3 Má qualidade de componentes e materiais

A organização Qualifio (Associação Brasileira pela Qualidade dos Fios e Cabos Elétricos), que desenvolve um trabalho de identificar as marcas e os fabricantes que atuam de maneira ilegítima no mercado de fios e cabos elétricos, emitiu um relatório no ano de 2022 apontando que, em um total de 716 amostras de fios testadas em laboratório, apenas 26,96% (193) dos fios atenderam aos requisitos mínimos de qualidade especificados nas normas da ABNT e do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

A principal irregularidade em fios e cabos é a utilização de quantidade menor de cobre nos produtos. Este metal representa 75% do custo de fabricação de fios condutores, assim, para economizar, fabricantes substituem o cobre por outro metal menos nobre que não conduz tão bem a energia, gerando sobrecarga no fio, aquecimento elevado e desperdício de energia (Inmetro, 2021).

A condição de irregularidade ou de pouca qualidade de diversos componentes das instalações elétricas de baixa tensão, cuja certificação é ignorada pelos consumidores em geral, contribui de forma contundente para o aumento do risco de acidentes envolvendo eletricidade e, por sua vez, para o aumento dos casos de incêndios gerados por fenômenos elétricos.

Rangel Júnior (2011) expressa a gravidade e complexidade da utilização de componentes e produtos elétricos de qualidade inferior:

Além disso, outra fonte de risco originada pelos próprios usuários após o imóvel pronto é a compra de produtos elétricos falsificados ou desconformes à legislação, atraídos pelos baixos preços. Como vimos, temos diversos produtos elétricos de consumo enquadrados em processos de avaliação de conformidade na modalidade certificação compulsória (Rangel Júnior, 2011, p. 20).

3.2.4 Instalação incorreta e uso inadequado

Rangel Júnior (2011) elenca três fases da instalação elétrica: projeto, execução e utilização, e ressalta a importância da atuação de profissionais tecnicamente habilitados para o desenvolvimento do projeto e sua execução e da conscientização dos usuários das instalações elétricas, em geral.

Durante a fase de projeto, profissionais tecnicamente habilitados desempenham um papel crucial ao dimensionar os componentes elétricos conforme as normas e regulamentações vigentes. A escolha inadequada de fios, cabos, disjuntores e outros dispositivos pode levar a sobrecargas, curtos-circuitos e, conseqüentemente, a riscos de incêndio.

Além disso, durante a execução da instalação, a competência técnica dos profissionais assegura a correta montagem e conexão dos componentes, minimizando a probabilidade de falhas que poderiam resultar em aquecimentos excessivos e, eventualmente, incêndios. Destaca-se que a ausência de conhecimento sobre as normas de segurança e a regulamentação aplicável pode levar a práticas inadequadas, como o uso de materiais de baixa qualidade ou improvisações perigosas.

Rangel Júnior (2011) apresenta o agravante da cultura brasileira de procurar qualquer pessoa com certa noção sobre eletricidade para atuar ou intervir nas instalações elétricas, sem considerar o risco que condutas inapropriadas podem resultar:

A execução da instalação elétrica apenas pode ser realizada por profissional formalmente capacitado, o qual está limitado a seguir exatamente as especificações do projeto. A prática muito encontrada no segmento residencial de chamar o “porteiro que faz tudo” para “instalar um ar-condicionado” (na verdade está sendo efetuada uma ampliação na instalação elétrica) é frequentemente responsável por diversas irregularidades que via de regra comprometem a segurança da residência (Rangel Júnior, 2011, p.18).

Já sobre a utilização, Daniel (2010) destaca para os usuários finais das edificações a importância de compreender como a segurança em instalações

elétricas de baixa tensão é essencial para garantir a proteção de vidas e propriedades.

A utilização e manutenção adequada dos sistemas elétricos, incluindo tomadas e dispositivos, desempenha um papel crucial nesse contexto, pois contribui diretamente para minimizar os riscos de incêndio, como enfatiza Daniel (2010):

É importante ressaltar que os usuários aumentam cada vez mais a quantidade de equipamentos elétricos de suas casas sem considerar que eles significam uma maior demanda de energia. O aumento da demanda pode produzir sobrecarga na instalação do apartamento individualmente e do próprio edifício, causando aquecimento excessivo dos componentes e podendo chegar a incêndio e outros tipos de sinistros.

É evidente também a influência do envelhecimento dos materiais e como isso afeta de maneira significativa a confiabilidade da instalação e a segurança em seu funcionamento. Qualquer instalação elétrica deveria ser reavaliada, no mínimo, a cada 10 anos ou quando se verifique aumento significativo da potência instalada.

Em resumo, os proprietários e usuários de residências devem estar conscientes do grave risco que representa a falta de manutenção adequada das instalações, causando graves riscos pessoais e danos materiais (Daniel, 2010, p. 83).

Os usuários finais das edificações desempenham um papel fundamental na segurança contra incêndio ao adotar práticas responsáveis no uso de sistemas elétricos de baixa tensão e seguir as diretrizes de segurança, evitando assim práticas de risco e mantendo dispositivos elétricos em boas condições.

3.2.5 Desgaste e fatores ambientais

O tempo e o desgaste são fatores críticos que afetam a integridade e a eficiência de uma instalação elétrica. Componentes elétricos, como cabos, interruptores, tomadas, disjuntores e conectores estão sujeitos a várias formas de desgaste ao longo do tempo, seja pelo próprio envelhecimento do material em si, ou pela exposição contínua a fatores ambientais como calor, umidade e produtos químicos.

Acerca do envelhecimento dos componentes elétricos, Daniel (2010) evidencia que tal condição pode comprometer o funcionamento adequado das instalações elétricas, o que torna imperiosa a avaliação e manutenção contínua do sistema elétrico:

A influência da passagem do tempo, com o conseqüente envelhecimento dos materiais, afeta de maneira expressiva a confiabilidade das instalações e a segurança de seu funcionamento. Devido a esse importante fator, qualquer instalação elétrica deve ser reavaliada periodicamente. Por isso os proprietários e usuários das edificações devem estar conscientes do grave risco que correm ao não manterem de maneira adequada o nível de segurança de seus edifícios, podendo ter como conseqüências danos pessoais e materiais significativos (Daniel, 2010, p. 32).

Além do desgaste dos componentes e condutores nas instalações elétricas de baixa tensão, outros fatores, presentes no ambiente, podem levar à redução da capacidade de isolamento dos cabos e à deterioração dos componentes (Distrito Federal, 2019). O estresse mecânico resultante de vibrações, impactos e movimentos constantes, que podem afetar a integridade mecânica dos componentes, resultando em conexões soltas, fraturas e danos físicos.

3.3 Normas de prevenção a incêndio

As normas de prevenção a incêndio no Brasil possuem dois principais grupos, o primeiro deles refere-se às normas da ABNT e o segundo refere-se às normas ou instruções técnicas dos corpos de bombeiros militares estaduais e do Distrito Federal.

A norma da ABNT tem amplitude nacional não tendo, em sua grande maioria, força de lei. Já as normas ou instruções técnicas dos corpos de bombeiros estaduais e do Distrito Federal têm força de lei no seu território e seu descumprimento pode resultar em diversas sanções aos proprietários e responsáveis pelo uso de edificações, podendo chegar, inclusive, à interdição completa dessas edificações.

No primeiro grupo, é notória a importância das normas da ABNT NBR 5410 (2004), que trata de instalações elétricas de baixa tensão, e ABNT NBR IEC 60695

(2019), que trata de ensaios relativos ao risco de fogo em equipamentos eletroeletrônicos.

De forma geral, o objetivo da ABNT NBR 5410 (2004) é garantir a segurança das instalações elétricas, dos usuários, animais e dos próprios profissionais envolvidos. Essa norma define critérios rigorosos para o dimensionamento dos componentes, proteção contra choques elétricos, prevenção de curtos-circuitos e sobrecargas, e busca minimizar os riscos de acidentes, incêndios e lesões graves.

A ABNT NBR 60695 (2019) é uma norma técnica que aborda a segurança de produtos eletrotécnicos contra riscos de incêndio. Ela define os princípios e os métodos de ensaio para avaliar a inflamabilidade de materiais utilizados em produtos elétricos e eletrônicos.

Cada parte da ABNT NBR 60695 (2019) contribui para a avaliação rigorosa e padronizada da inflamabilidade de materiais utilizados em produtos elétricos e eletrônicos. Isso é essencial para garantir que esses produtos não representem riscos significativos de incêndio, promovendo a segurança de instalações elétricas, equipamentos e, conseqüentemente, a segurança das pessoas e do patrimônio.

No segundo grupo, devido à força de lei, as normas dos corpos de bombeiros são referência no desenvolvimento da prevenção em edificações e áreas de risco.

Durante a revisão e avaliação da literatura e normas pertinentes, foi realizada consulta a todos sítios eletrônicos dos corpos de bombeiros militares do Brasil e leitura preliminar das leis e decretos que tratavam da prevenção e segurança contra incêndio e pânico, bem como das normas ou instruções técnicas desses corpos de bombeiros que tratassem especificamente da segurança ou exigência de medidas preventivas contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão.

No entanto, como representado no Apêndice A deste estudo, nem todos os corpos de bombeiros possuem normas que se destinem a promover a segurança contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão, de forma específica.

Considerando os 26 estados e o Distrito Federal observa-se que: 10 (dez) entes federativos não possuem norma e tampouco a exigência de declaração de conformidade das instalações elétricas de baixa tensão em relação às normas da ABNT; 4 (quatro) exigem apenas essa declaração de conformidade e 13 (treze) possuem norma específica que trata da segurança e prevenção em instalações

elétricas de baixa tensão, em sua maioria, indicando a forma adequada de inspeção dessas instalações.

4 DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta um panorama conciso das principais características das medidas preventivas empregadas no contexto do tema do artigo, identificadas através da revisão narrativa da literatura pertinente e constantes na NBR 5410 (2004) e normas dos corpos de bombeiros do Brasil, proporcionando uma visão abrangente das abordagens adotadas para mitigar os riscos de incêndios.

Foi realizada ainda uma discussão de como poderia ser feita a regulação das instalações elétricas de baixa tensão no estado de Minas Gerais, e até mesmo nos estados nos quais ainda não há norma ou instrução que trate especificamente da prevenção contra incêndios nesse tipo de instalação elétrica.

4.1 Como evitar incêndios de origem elétrica

A base fundamental das medidas preventivas é a interrupção eficaz de correntes elétricas anormais. Disjuntores e fusíveis emergem como protagonistas nesse cenário, agindo como sentinelas automáticas que identificam e cortam a corrente quando ela ultrapassa os limites de segurança.

De acordo com Daniel (2010), novas tecnologias complementares, como o uso de dispositivos de detecção de arco elétrico, atuam para proporcionar um circuito elétrico mais protegido.

A conformidade com normas técnicas e regulamentos foi enfatizada por Rangel Júnior (2011), demonstrando a importância de inspeções regulares e da obtenção de atestados de conformidade.

No âmbito da pesquisa atual, o foco recai sobre as medidas preventivas contra incêndio direcionadas às instalações elétricas de baixa tensão. Com a crescente interdependência entre sistemas elétricos e o ambiente construído, a necessidade de prevenção de incêndios torna-se uma questão de extrema importância (Lucion, Silva e Winck, 2019).

Ao adotar uma abordagem multifacetada, que vai desde a escolha de componentes adequados até a manutenção regular das instalações, busca-se criar sistemas elétricos confiáveis e resilientes, alinhados com os padrões de segurança mais rigorosos.

4.1.1 Disjuntores e fusíveis

Disjuntores e fusíveis são dispositivos de proteção que interrompem automaticamente a corrente elétrica quando ela excede um valor predefinido. A proteção contra sobrecorrente é essencial para evitar danos aos circuitos e equipamentos elétricos, bem como prevenir incêndios causados por correntes excessivas, pois estas, normalmente, geram o sobreaquecimento dos componentes que podem entrar em combustão ou irradiar calor a outro material combustível (Abracopel, 2021).

Quando ocorre uma sobrecorrente, como um curto-circuito ou uma sobrecarga, o dispositivo de proteção (disjuntor ou fusível) detecta o aumento anormal da corrente (Distrito Federal, 2019). O disjuntor age como um interruptor que se desliga automaticamente quando a corrente excede um limite seguro, da mesma forma, o fusível aquece e se rompe, interrompendo a corrente elétrica e, de acordo com a norma ABNT NBR 5410, tais dispositivos devem ser escolhidos preferencialmente nos casos em que se fizer necessário o seccionamento direto de algum circuito.

6.3.7.4.3 No caso de seccionamento direto do circuito principal, deve ser dada preferência a dispositivos com acionamento manual. Disjuntores, contatores e outros dispositivos acionados por comando à distância devem abrir quando interrompida a alimentação das respectivas bobinas ou disparadores, ou então devem ser empregadas outras técnicas que apresentem segurança equivalente (ABNT NBR 5410, p. 141).

O dimensionamento e instalação de disjuntores e fusíveis adequados é uma das principais medidas preventivas contra incêndio em instalações elétricas de baixa

tensão, importância essa que é corroborada por Castro (2021), pois sua ação automática de interrupção de um circuito cumpre dois papéis importantes.

O primeiro, de proteger o circuito inteiro contra sobrecorrentes, evitando aquecimento indesejado de componentes do circuito e de aparelhos eletroeletrônicos. E o segundo, de alertar sobre alguma ocorrência de sobrecorrente no circuito, porque a interrupção do fornecimento de corrente demanda a intervenção humana para ser restabelecida.

Segundo Castro (2021), o acionamento de um disjuntor ou fusível é um ponto de atenção para verificação ou manutenção do circuito elétrico:

Algumas das falhas elétricas que originam incêndio se devem à ocorrência de sobrecorrentes e curtos-circuitos, que podem ser evitados com a atuação de disjuntores e fusíveis, que interrompem a circulação pelo circuito quando são atingidos os limites máximos de corrente do dispositivo. Dessa forma, eles protegem todos os elementos que compõem o circuito e possibilitam que, após sanado o problema, o dispositivo possa ser religado para dar continuidade ao funcionamento do circuito (Castro, 2021, p. 55).

4.1.2 Isolamento adequado

O isolamento e invólucros íntegros referem-se à cobertura e proteção adequadas dos componentes elétricos, evitando curto-circuito, contato acidental, choques elétricos e a transferência de calor excessiva aos materiais adjacentes (Silva, 2011). A existência de invólucros adequados é fundamental em ambientes nos quais há presença de materiais combustíveis ou outros cuja combustão poderia ser facilitada em contato com uma centelha ou uma fonte de calor externa (ABNT, 2004).

Além disso, os invólucros adequados protegem os componentes elétricos da ação de fatores externos e ambientais que, por sua vez, podem prejudicar a confiabilidade dos componentes e a segurança do sistema elétrico como um todo. Silva (2011) esclarece quando o isolamento ocorre e a necessidade de atendimento às normas para que esse isolamento possa ser efetivo:

3.11 Proteção por isolação das partes vivas

A isolação das partes vivas é composta pela isolação das partes do circuito elétrico para que não haja acesso às partes energizadas. A isolação ocorre em dois momentos, na fabricação e na instalação dos componentes da instalação elétrica, devendo suportar os agentes mecânicos, químicos, elétricos e térmicos. Na montagem em fábrica, o isolamento dos componentes deve seguir as normas técnicas vigentes. Quando a isolação é executada na instalação, deve ser verificada por meio de ensaios similares aos executados nas fábricas. A utilização de vernizes, tintas e produtos similares não é considerada proteção adequada. Os equipamentos devem possuir barreiras, invólucros ou obstáculos de acordo com os níveis de segurança (Silva, 2011, p. 58).

4.1.3 Dispositivo diferencial residual

O dispositivo diferencial residual (DR ou DDR) é projetado principalmente para fornecer proteção adicional contra choques elétricos e correntes de fuga, em vez de curtos-circuitos e incêndios diretamente. No entanto, sua presença em uma instalação elétrica pode ter impactos indiretos na prevenção de incêndios, especialmente quando a corrente de fuga está relacionada a problemas de isolamento que poderiam levar a situações de risco de incêndio (Silva, 2011).

O DR é uma camada adicional de segurança, interrompendo rapidamente circuitos com falhas de isolamento e prevenindo choques elétricos. Um DR sensível pode detectar essas correntes de fuga e desligar o circuito antes que uma sobrecorrente ou um curto-circuito ocorram, prevenindo riscos subsequentes de incêndio (ABNT, 2004).

Este dispositivo diferencial residual é exigido pela maioria dos corpos de bombeiros que possuem uma norma ou instrução técnica relacionada à segurança ou inspeção em instalações elétricas de baixa tensão devido à sua importância na proteção contra choques e, de forma subsidiária, contra incêndios, conforme pode ser observado no Apêndice A.

4.1.4 Quadro de distribuição protegido adequadamente

O quadro de distribuição protegido contra intempéries é utilizado em instalações elétricas expostas a condições climáticas adversas, como chuva,

umidade e poeira. Deve ser projetado com vedação adequada, incluindo gaxetas e tampas resistentes a intempéries, para evitar a entrada de água, umidade e outros elementos ambientais. Isso impede a exposição dos componentes elétricos internos a fatores que possam causar curtos-circuitos, danos ou oxidação (Silva, 2011).

4.1.5 Distância de segurança entre quadro de distribuição e materiais combustíveis

A instalação do quadro de distribuição distante de materiais combustíveis é necessária para prevenir incêndios que possam ser causados pela proximidade de componentes elétricos a materiais inflamáveis, como madeira, papel ou produtos químicos inflamáveis. Isso reduz o risco de incêndio por condução de calor ou centelhas elétricas. Essa medida reduz significativamente o risco de incêndio, garantindo que componentes elétricos quentes ou faíscas não possam entrar em contato direto com materiais combustíveis (Silva, 2011).

4.1.6 Detector de aquecimento no quadro de distribuição

O detector de aquecimento no quadro de distribuição é utilizado para monitorar a temperatura interna do quadro e identificar condições de superaquecimento. Trata-se de um sensor que mede continuamente a temperatura dentro do quadro de distribuição. Se a temperatura atingir níveis perigosos de superaquecimento, o detector aciona um alarme ou interrompe a alimentação elétrica, evitando danos aos componentes e riscos de incêndio (Schneider Electric, 2021).

Essa medida proporciona um alerta precoce de problemas de superaquecimento, permitindo intervenções antes que ocorram danos aos equipamentos ou riscos de incêndio.

4.1.7 Instalações elétricas elaboradas e executadas por profissional habilitado

A comprovação de responsabilidade técnica específica de elaboração e/ou execução do projeto do sistema elétrico garante que o projeto das instalações elétricas de baixa tensão foi elaborado por um profissional habilitado e experiente na área. O profissional especializado em projetos elétricos é responsável por criar um projeto que atenda às necessidades do local, considerando cargas, dispositivos de proteção, dimensionamento de cabos, componentes de segurança e outros aspectos técnicos.

Quando os circuitos são dimensionados de forma inadequada ou não possuem proteção adequada, eles podem se sobrecarregar devido ao excesso de corrente elétrica. Isso pode resultar em superaquecimento dos condutores, isolamento e componentes elétricos, aumentando significativamente o risco de incêndio, tal condição coloca o dimensionamento correto dos circuitos e de sua proteção como uma das medidas preventivas mais importantes (Rangel Júnior, 2011).

A escolha e controle dos materiais e componentes feitos por um profissional habilitado é também uma forma de enfraquecer o comércio de produtos sem certificação ou que não atendem às especificações mínimas de segurança, que em sua grande maioria apresentam mal funcionamento, perda precoce de suas propriedades, isolamento inferior ao previsto, além de sobreaquecimento acima dos limites de segurança podendo gerar incêndios ou outros acidentes (Rangel Júnior, 2011).

4.1.8 Inspeção e atestado de conformidade

O atestado de conformidade é emitido por um profissional habilitado após inspecionar as instalações elétricas de baixa tensão para verificar se estão em conformidade com as normas e regulamentos aplicáveis. O profissional realiza uma avaliação minuciosa das instalações elétricas, verificando a correta aplicação de normas, aterramento, dispositivos de proteção, dimensionamento de condutores, entre outros (Lucion, Silva e Winck, 2019).

Após essa avaliação, emite o atestado de conformidade, indicando que as instalações estão em conformidade com padrões técnicos e de segurança, reduzindo o risco de falhas e riscos à segurança.

4.1.9 Componentes de circuito blindados

Os componentes de circuito blindados (à prova de explosão) são utilizados em áreas com riscos de explosão, como locais com presença de gases inflamáveis ou poeira combustível. São projetados de forma a evitar faíscas ou calor que possam causar ignição em atmosferas explosivas. Isso é alcançado por meio de carcaças resistentes e materiais específicos, o que previne a ocorrência de explosões em ambientes com atmosferas inflamáveis, protegendo pessoas e equipamentos (Schneider Electric, 2021).

4.1.10 Componentes encapsulados

A utilização de componentes encapsulados é uma estratégia eficaz para mitigar os riscos associados a ambientes hostis. Esses ambientes podem representar ameaças diretas aos componentes elétricos, incluindo a possibilidade de corrosão, oxidação, curtos-circuitos ou falhas prematuras devido à penetração de substâncias nocivas (Schneider Electric, 2021).

A encapsulação envolve o revestimento dos componentes com uma camada protetora, geralmente resina ou materiais similares, que cria uma barreira física entre os componentes internos e os fatores externos adversos (Schneider Electric, 2021).

Os benefícios dos componentes encapsulados são diversos. Além da proteção contra fatores externos, eles também podem oferecer uma camada a mais de isolamento e segurança para os componentes, o que diminui a probabilidade de escape de centelhas e também de que os efeitos térmicos dos condutores atuem sobre o ambiente, contribuindo para uma maior segurança contra incêndio nessas instalações (Schneider Electric, 2018).

4.1.11 Emprego de equipamento com segurança aumentada (Instalações especiais)

O equipamento com segurança aumentada também é usado em áreas com riscos de explosão, onde é necessário evitar faíscas ou calor que possam causar ignição (Daniel, 2010).

Os equipamentos são projetados com margem de segurança adicional, incluindo isolamento reforçado e componentes especiais para evitar a ocorrência de faíscas ou calor excessivo (Brasil, 2019).

4.1.12 Dispositivo de detecção de arco elétrico

O dispositivo de detecção de arco elétrico (AFDD - *Arc Fault Detection Device* ou AFCI - *Arc Fault Circuit Interrupter*) é utilizado para detectar e interromper arcos elétricos que podem causar incêndios, através do monitoramento das características das correntes elétricas de um circuito e da identificação de padrões de arco elétrico (Schneider Electric, 2021).

Se um arco for detectado, o AFDD desliga o circuito rapidamente e impede a formação de possíveis centelhas que podem iniciar um processo de combustão ou explosão. Sua instalação no quadro de distribuição é simples e contribui muito para a segurança de todo sistema elétrico (Schneider Electric, 2021).

Hilton Moreno (2020 *apud* Castro, 2021) informa que a norma ABNT 5410 (2004) é limitada no que trata da prevenção a incêndios em instalações elétricas de baixa tensão e que em sua revisão há propostas de que seja incluída a exigência do dispositivo de detecção de arco elétrico.

Além disso, também será incluída a sugestão de uso do dispositivo AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter). Esse dispositivo é instalado no quadro e monitora, no circuito a qual estiver conectado, a existência de arcos elétricos de pequena energia, como acontece quando há um mal contato dentro de uma tomada ou interruptor. Sua utilização é baseada em pesquisas, principalmente realizadas nos Estados Unidos, que mostram que vários incêndios ocorreram devido a esses pequenos arcos elétricos que,

quando ocorrem com muita frequência, provocam um estresse dentro das tomadas e interruptores, entram em curto e geram um incêndio (Castro, 2021, p. 52).

4.1.13 Obstáculos e o distanciamento de segurança

O uso de obstáculos e o distanciamento são eficientes para criar barreiras físicas ou distância de segurança que evitam o contato acidental com componentes elétricos evitando choques, queimaduras e incêndios (ABNT, 2004).

Normalmente os obstáculos são cercas ou painéis instalados ao redor de componentes elétricos para evitar toques acidentais e contato com materiais combustíveis. Já o distanciamento consiste em posicionar os componentes de um circuito a uma distância segura uns dos outros, prevenindo toques acidentais e minimizando a possibilidade de curtos-circuitos (ABNT, 2004).

4.1.14 Conformidade com as normas técnicas

A exigência de conformidade com a ABNT NBR 5410 é extremamente importante, pois essa norma estabelece requisitos para instalações elétricas de baixa tensão, visando à segurança e ao funcionamento adequado das instalações elétricas de baixa tensão, através do dimensionamento de condutores, proteção contra sobrecorrente, dispositivos de proteção, aterramento, entre outros (Daniel, 2010).

Cada uma dessas medidas preventivas contribui para a criação de sistemas elétricos seguros, confiáveis e em conformidade com as normas técnicas e regulamentações.

Destaca-se que, para melhorar a segurança e o funcionamento adequado do sistema elétrico, é fundamental realizar inspeções regulares, manutenção preventiva e substituição oportuna de componentes desgastados.

4.2 Como regular o uso das redes de baixa tensão

De forma geral, os corpos de bombeiros podem desempenhar um papel importante como agentes de regulação na implementação de medidas de prevenção contra incêndios em instalações elétricas de baixa tensão.

Como órgão competente para legislar acerca da segurança contra incêndio e pânico nos estados e também por executar a fiscalização referente à condição de segurança das edificações e áreas de risco, o corpo de bombeiros deve desenvolver e publicar normas técnicas e regulamentos específicos que abordem os requisitos para prevenção contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão (Paiva, 2019). Essas normas incluiriam diretrizes detalhadas sobre projeto, instalação, manutenção e inspeção de instalações elétricas seguras.

É importante que os corpos de bombeiros tenham sua própria norma ou instrução que trata da segurança em instalações elétricas. De fato a norma ABNT NBR 5410 traz itens de grande pertinência ao tema, porém a NBR não possui força de lei.

E, mesmo quando há uma exigência por parte dos corpos de bombeiros para que essa norma da ABNT seja cumprida, o seu conteúdo específico de proteção contra incêndio encontra-se diluído nos diversos tópicos de conformidade das instalações elétricas de baixa tensão que buscam reduzir ou eliminar outros riscos ou apenas garantir a eficiência energética dessas instalações.

Evidencia-se a necessidade de que haja uma tipificação de cada exigência de medida preventiva em norma específica, indicando a sua aplicabilidade de acordo com as características de cada edificação ou área de risco. Dessa forma, espera-se que haja clareza aos profissionais eletricitas a respeito das exigências a serem cumpridas desde a fase de projeto e também aos consumidores, que poderão ser protagonistas na melhoria das condições de segurança das instalações elétricas contra incêndio.

Estabelecida a normativa compulsória para essas instalações elétricas, acredita-se que os corpos de bombeiros, no exercício de suas fiscalizações, devam verificar as instalações elétricas e exigir documentos que atestem a qualidade dessas instalações, para garantir a conformidade com as normas de segurança, tal

qual o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo já pratica (CBPMESP, 2019).

Destaca-se que, em sua grande maioria, as instalações elétricas são embutidas e por isso as fiscalizações seriam limitadas, porém, se combinadas com a exigência de documento que comprove a responsabilidade técnica pela elaboração de projeto e sua execução, ou que comprove a conformidade dessas instalações, essas fiscalizações podem gerar grande impacto na promoção da segurança contra incêndio nas instalações elétricas de baixa tensão.

Em outra linha de atuação, os corpos de bombeiros poderiam oferecer programas de treinamento e educação para proprietários, usuários e profissionais que trabalham com instalações elétricas de baixa tensão. Isso ajudaria a aumentar a conscientização sobre os riscos elétricos e as melhores práticas de prevenção de incêndios, como conclama a Abracopel:

Temos a absoluta certeza de que a união da sociedade, dos agentes econômicos, órgãos de imprensa e do poder público pode contribuir para que, em um futuro breve, o número de acidentes de origem elétrica seja reduzido. Profissionais atualizados, produtos de qualidade e contratantes preocupados são a base para que essa meta seja alcançada (Abracopel, 2021, p. 106).

Os corpos de bombeiros poderiam trabalhar em estreita colaboração com eletricitistas, engenheiros elétricos, associações profissionais e outras entidades relevantes para garantir uma implementação eficaz e atualização contínua das normas.

Em resumo, para operacionalizar a efetividade da prevenção contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão, os corpos de bombeiros atuam como autoridades reguladoras, emitindo normas, conduzindo inspeções e garantindo a conformidade das instalações. Isso envolveria um processo estruturado de inspeções, certificação, auditorias e educação para garantir a segurança elétrica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a proposta de estudar as medidas preventivas que contribuem para a redução do surgimento de incêndios de origem elétrica nas edificações alimentadas por instalações de baixa tensão, este estudo permitiu uma revisão da literatura afim e a exposição de quais seriam tais medidas preventivas, sua aplicação geral e o fenômeno elétrico ou risco protegido.

Também foram identificadas as principais causas de acidentes de origem elétrica com foco na prevenção de incêndio, por meio da revisão bibliográfica com conteúdo que trate de segurança em instalações elétricas em geral e de baixa tensão.

No que trata das medidas preventivas exigidas para prevenção de incêndios de origem elétrica em instalações de baixa tensão, foi realizada uma revisão das normas da ABNT e dos corpos de bombeiros militares dos estados brasileiros e também de manuais técnicos que detalham especificações de componentes dessas instalações, o que tornou possível identificar as medidas e componentes de proteção de circuitos e instalações elétricas.

A partir da definição das principais causas de incêndio de origem elétrica e da revisão das normas identificando o que poderia proteger as instalações elétricas contra incêndio ou de fenômenos que poderiam iniciar uma combustão, foram relacionadas medidas preventivas que poderiam ser exigidas pelo CBMMG para promover a segurança contra incêndios de origem elétrica em instalações de baixa tensão das edificações.

Dessa forma, os objetivos deste estudo foram alcançados, devendo ficar registradas as limitações de um estudo de revisão narrativa de literatura, no qual não são realizados experimentos ou outros procedimentos que permitam maior assertividade das informações.

É importante, também, que se considere a falta de dados precisos acerca da causa e origem de incêndios em todo Brasil citada por Daniel (2010), e em especial os relacionados a fenômenos termoelétricos, como um fator limitador deste estudo, no sentido de conferir à proposição das medidas de prevenção relacionadas menor

assertividade do que num cenário cujos dados sobre a origem de incêndios estivessem disponíveis.

Apesar dessas limitações, demonstrou-se a importância de que, no exercício da competência conferida ao corpo de bombeiros na formulação e regulamentação de normas voltadas à prevenção contra incêndios, seja criada uma norma que trate de forma mais específica as instalações elétricas de baixa tensão.

Através da colaboração com profissionais do setor elétrico, como eletricitistas e engenheiros, e a exploração das tecnologias emergentes, o corpo de bombeiros teria, então, a oportunidade de criar um arcabouço regulatório que efetivamente minimize a ocorrência de incêndios causados por falhas elétricas com a exigência das medidas preventivas destacadas na presente pesquisa como: dimensionamento adequado de circuitos, proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos, isolamento correto dos fios, monitoramento de corrente e temperatura e proteções físicas.

No entanto, deve-se reconhecer que a implementação efetiva dessas normas requer uma abordagem multidisciplinar e um engajamento amplo de partes interessadas. A educação e conscientização dos cidadãos sobre os riscos elétricos são igualmente fundamentais para o sucesso dessas iniciativas regulatórias.

A colaboração entre os corpos de bombeiros, órgãos governamentais, entidades profissionais e a sociedade civil poderia ser importante para garantir a aderência, a fiscalização adequada e a contínua evolução das normas de prevenção contra incêndios em instalações elétricas de baixa tensão.

Portanto, a presente pesquisa demonstra que, apesar dos desafios apresentados pela disseminação de instalações elétricas inadequadas, a atuação proativa e assertiva do corpo de bombeiros pode desempenhar um papel significativo na redução dos riscos de incêndios relacionados à eletricidade.

Ao estabelecer normas abrangentes, promover a colaboração e incentivar a adoção de medidas preventivas, o corpo de bombeiros pode direcionar a sociedade para um futuro mais seguro, no qual a eletricidade, tão essencial para o progresso, deixe de figurar nas estatísticas como uma das principais origens das causas de incêndios.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-5410 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR IEC 60695 - Ensaio relativos aos riscos de fogo**. Rio de Janeiro, 2019.
- Abracopel. **Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2022, Ano Base 2021**. Organizadores: Danilo Ferreira de Souza, Edson Martinho, Biudes Meire Martinho. 1. ed. - Salto-SP: Doisa Organização Documental, 2022.
- ARAGÃO, Ranvier Feitosa. **Incêndios e explosivos: uma introdução à engenharia forense**. São Paulo: Millenium, 2009.
- BORTOLUZZI, H. **Choque Elétrico – Barra shopping sul**. 2009. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Engenharia Nuclear, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26753/000748254.pdf?...1> Acesso em: 9 jul. 2023.
- CASTRO, Robson Lobo de. **Uma análise das causas, consequências e medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica**. Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Norma de Distribuição - 5.1, Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais**. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2022.
- CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - CBPMESP. **Instrução Técnica nº 41**. Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2019.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS – CBMMG. **Instrução Técnica de Ensino nº 44**. Academia de Bombeiros Militar/CBMMG, junho, 2023.
- DISTRITO FEDERAL. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL - CBMDF. **Manual de perícia em incêndios e explosões: conhecimentos específicos**. Diretoria de Investigação de Incêndio, Brasília, 2019.
- GOIÁS. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS - CBMGO. **História da corporação**. Secretaria de Segurança Pública, Goiânia, 2016.
- DANIEL, Eduardo. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. São Paulo, USP, 2010.

DE GRAMMONT, Anna Maria. **Ouro Preto**: problemas de um patrimônio histórico no início do século XXI. Turismo - Visão e Ação, vol. 8, núm. 3, setembro - dezembro, 2006, pp. 455-467.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Maria del Pilar. **Metodologia de pesquisa**. 5.ed. Porto Alegre: Pensa. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. **Inmetro e Sindicel se unem no combate às fraudes de fios e condutores elétricos no País**. Disponível em:

<<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/inmetro-e-sindicel-se-unem-no-combate-as-fraudes-de-fios-e-condutores-eletricos-no-pais> > Acesso em: 16 ago. 2023.

JUNG, Carlos F.; AMARAL, Fernando G. **Análise de artigos de revisão e elaboração de artigos científicos**. Porto Alegre: FACCAT - PPGE/UFGRS, 2010. Disponível em: <

<https://pt.slideshare.net/profjung/anlise-de-artigos-de-revisao-e-elaborao-de-artigos-cientificos> > Acesso em: 9 jan. 2023.

JUNKES, V. H.; CORDEIRO, D. R.; PEDROSO, M. M.; OLIVEIRA, C. C.; BELINE, E. L. **Incêndios de origem elétricas: um estudo sobre suas causas, consequências e prevenções**. XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Unespar. Campo Mourão, Paraná, 2017.

LUCION, Denis Almeida; SILVA, Ítalo Ferreira ; WINCK, Licurgo Borges. **Análise das inspeções visuais em instalações elétricas de baixa tensão e as causas de incêndios em edificações no estado de Goiás**: uma proposta de guia técnico para aplicação nas inspeções. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Instituto Federal do Paraná. Paranaguá, PR, v.4, n.6, p.199-01, 199-25, 2019.

MINAS GERAIS. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. Minas Gerais, Belo Horizonte, 21 set. 1989. Disponível em:

<<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-ln.html?tipo=CON&num=1989&comp=&ano=1989&texto=consolidado#texto>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 14.130, de 19 de dez. de 2001**. Dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências. [Belo Horizonte, 2001]. Disponível em:

<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=14130&comp=&ano=2001&aba=js_textoAtualizado#texto>. Acesso em: 12 abr. 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.998, de 1º de jul. de 2020**. Regulamenta a Lei nº 14.130, de 19 de dez. de 2001. Dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências. [Belo Horizonte, 2020]. Disponível em:

<<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo>

=DEC&num=47998&comp=&ano=2020&texto=original#texto>. Acesso em: 12 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10) - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Universidade Federal de Goiás, Goiânia: UFG, 2011.

PAIVA, Gabriel Alves. **Segurança contra incêndio e pânico em instalações elétricas de baixa tensão**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2019.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 Ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em:
<<https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/Ebook%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf> > Acesso em: 9 jan. 2023.

RANGEL JUNIOR, Estellito. **A eletricidade como fator gerador de incêndios**. 2011. Disponível em:
<<https://dokumen.tips/documents/materia-de-capa-a-eletricidade-como-fator-gerador-de-de-eletricidade-e-ilumina-o.html>> Acesso em: 19 abr. 2023.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Electrical Installation Guide**: According to IEC international standards. Schneider Electric S.A. Rueil-Malmaison, França, 2018.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Electrical Fire Prevention Guide**. Schneider Electric S.A. Rueil-Malmaison, França, 2021.

SILVA, Gustavo Antônio da. Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos: estudos de casos em Ouro Preto – MG. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto: UFOP, p. 105, 2011.

SILVA, Marcelo Freitas da. **Eletricidade**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Santa Maria, RS: Rede e-Tec Brasil, 2015.

SILVA, Aylanna Alves da; BELINE, Ederaldo Luiz. **Um estudo sobre incêndios de causas elétricas**. XII EEPA, Unespar. Campo Mourão, Paraná, 2018.

APÊNDICE A – Exigências de medidas preventivas pelos corpos de bombeiros dos estados brasileiros

(continua)

Medidas preventivas contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão ¹	Estados																										
	AL	AL	AP	AM	BA	CE ²	DF ²	ES	GO ²	MA ²	MT	MS	MG ²	PA	PB ²	PR	PE ²	PI ²	RJ ²	RN	RS ²	RO	RR	SC	SP	SE	TO
Proteção contra sobrecorrente por disjuntores ou fusíveis	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Isolamento ou invólucros íntegros	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Proteção contra falha de aterramento (dispositivo supervisor de isolamento)																											
Proteção por fio-terra	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Tomadas com polo de aterramento																										X	
Proteção por Dispositivo Diferencial Residual (DR ou DDR)	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Quadro de distribuição protegido contra intempéries																											
Quadro de distribuição distante de materiais combustíveis																											
Identificação dos componentes dos quadros de distribuição	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Detector de aquecimento no quadro de distribuição																											
Atestado de conformidade das instalações elétricas de baixa tensão	X	X	X	X	X						X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Comprovação de responsabilidade técnica específica de elaboração do projeto do sistema elétrico	X	X	X	X	X			X			X	X							X	X	X	X	X	X	X	X	
Comprovação de responsabilidade técnica específica de execução do Projeto de sistema elétrico	X	X	X	X	X		X				X	X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	

APÊNDICE A – Exigências de medidas preventivas pelos corpos de bombeiros dos estados brasileiros

(conclusão)

Medidas preventivas contra incêndio em instalações elétricas de baixa tensão ¹	Estados																											
	AL	AL	AP	AM	BA	CE ²	DF ²	ES	GO ²	MA ²	MT	MS	MG ²	PA	PB ²	PR	PE ²	PI ²	RJ ²	RN	RS ²	RO	RR	SC	SP	SE	TO	
Componentes de circuito blindados (à prova de explosão)																												
Componentes encapsulados (resina) ou equivalente																												
Equipamento com segurança aumentada																												
Dispositivo de detecção de arco elétrico (AFDD)																												
Uso de obstáculos		X	X	X	X	X					X	X							X		X	X	X	X	X	X	X	
Equipotencialização																											X	
Distanciamento																												
Relé térmico de proteção para motores																												
Exigência de conformidade com a ABNT NBR 5410	X	X	X	X	X			X		X	X		X						X		X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

1- As medidas preventivas elencadas são resultados da análise das exigências previstas nas normas ABNT NBR 5410, NBR IEC 60695, Instruções ou Normas Técnicas que tratam da segurança em instalações elétricas de baixa tensão dos corpos de bombeiros militares brasileiros;

2-Estados que não possuem norma ou exigência relacionada à declaração de conformidade das instalações elétricas de baixa tensão mediante laudo ou anexo acompanhado de documento de responsabilidade técnica.

Normas de referência: (continua)

AL: Instrução Técnica nº 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

AP: Norma Técnica nº 17- Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

AM: Norma Técnica nº 03 - Procedimentos administrativos. Indica o uso das normas de São Paulo para aplicação no Estado do Amazonas;

BA: Instrução Técnica nº 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

ES: Norma Técnica nº 01 - Procedimentos administrativos;

Normas de referência: (conclusão)

MT: Norma Técnica nº 42- Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

MS: Norma Técnica nº 41- Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

PA: Instrução Técnica nº 01 - Procedimentos administrativos;

PR: Código De Segurança Contra Incêndio e Pânico – CSCIP;

RN: Instrução Técnica nº 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

RO: Instrução Técnica nº 46 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

RR: Instrução Técnica nº 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

SC: Instrução Normativa nº 19 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

SE: Instrução Técnica nº 41 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;

TO: Norma Técnica nº 01 - Procedimentos administrativos.