



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ROBSON LOBO DE CASTRO**

**UMA ANÁLISE DAS CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO  
DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

**FORTALEZA**

**2021**

ROBSON LOBO DE CASTRO

**UMA ANÁLISE DAS CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO  
DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C353a Castro, Robson Lobo de.  
Uma análise das causas, consequências e medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica /  
Robson Lobo de Castro. – 2021.  
61 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara.
1. Incêndios de origem elétrica. 2. Prevenção de incêndios. 3. Instalações Elétricas. I. Título.  
CDD 621.3
-

ROBSON LOBO DE CASTRO

**UMA ANÁLISE DAS CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO  
DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Dr. Dalton de Araújo Honório  
Universidade Federal do Ceará

---

Eng. Roberto Hugo Martins  
Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais.

Aos meus irmãos, Renato e Alice.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por todos os incentivos e esforços para que eu pudesse me dedicar aos estudos, principalmente em meu período de graduação.

Aos meus irmãos, em especial ao Renato, por todo os seus ensinamentos e estímulos durante toda a minha vida.

A esta universidade e seu corpo docente, por todos os recursos e conhecimentos que me proporcionaram.

Ao Prof. Raphael Amaral da Câmara, pela disponibilidade em orientar o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar e analisar as principais causas para a ocorrência de incêndios originados pela eletricidade, assim como sugerir as medidas mais importantes para a prevenção desses acidentes. Diante do cenário atual, onde os aparelhos elétricos e eletrônicos estão constantemente inseridos no cotidiano da sociedade, os incêndios de origem elétrica estão cada vez mais comuns, mesmo com a evolução dos materiais e dispositivos que compõe uma instalação elétrica, o que justifica a necessidade de um maior cuidado na realização dos projetos elétricos, bem como na sua utilização. Quanto à metodologia, utilizou-se como instrumento de coleta de dados o Anuário Estatístico da ABRACOPEL, que traz um levantamento detalhado dos acidentes de origem elétrica. Além disso, foi feita uma análise de diversos casos de incêndios gerados pela eletricidade, para que fossem observadas as principais negligências que levaram a ocorrência desses desastres. Com este trabalho, pode-se concluir que é urgente a necessidade de aprimoramento da sociedade no seu convívio com a eletricidade, visto o elevado índice de incêndios causados por falhas elétricas, que devido à natureza destrutiva do fogo, podem provocar consequências trágicas para a saúde e os bens das pessoas. Essa mudança de comportamento deve partir tanto por parte dos profissionais na elaboração e execução de um projeto elétrico, quanto dos consumidores na utilização diária de aparelhos e equipamentos elétricos.

**Palavras-chave:** Incêndios de origem elétrica. Prevenção de incêndio. Instalações elétricas

## ABSTRACT

This work aims to present and analyze the main causes for the occurrence of fires caused by electrical failures, as well as to suggest the most important measures for the prevention of such accidents. Given the current scenario, where electrical and electronic devices are constantly inserted in daily life, fires with electrical origin are increasingly common, even with the evolution of materials and devices that are found in an electrical installation, justifying the need for greater care in the elaboration of electrical designs, as well as in their use. As for the methodology, the Statistical Yearbook of ABRACOPEL was used as a data collection instrument, which provides a detailed survey of accidents with electrical origin. Also, an analysis was made with several cases of fires generated by electricity to observe the main negligences that lead to the occurrence of these disasters. With this work, it can be concluded that there is an urgent need for an improvement of society in its coexistence with electricity, given the high rate of fires caused by electrical failures, which due to the destructive nature of fire, can cause tragic consequences for people's health and assets. This changing in the behavior must come from both, the professionals in the elaboration and execution of an electrical project, as well as from consumers in the daily use of electrical appliances and equipment.

**Keywords:** Fires of electrical origin. Fire prevention. Electrical installations.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tetraedro do fogo.....	18
Figura 2 – Evolução de um incêndio em um compartimento.....	22
Figura 3 – Incêndio no Hospital Badim: pacientes foram levados para a rua.....	25
Figura 4 – Incêndio no Museu Nacional .....	26
Figura 5 – Fotografia aérea no CT Ninho do Urubu, do Flamengo, após o incêndio .....	27
Figura 6 – Operação de combate ao incêndio do Edifício Joelma .....	29
Figura 7 – Porcentagem de imóveis que possuem projeto elétrico .....	40
Figura 8 – Porcentagem de imóveis que possuem projeto elétrico .....	40
Figura 9 – Uso de benjamins, T's ou extensões .....	46
Figura 10 – Detalhes do questionário a respeito de reformas nas instalações elétricas .....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de acidentes de origem elétrica por tipo em 2019 .....	32
Gráfico 2 – Acidentes de origem elétrica fatais e não fatais no ano de 2019.....	33
Gráfico 3 – Número de acidentes de origem elétrica de 2013 a 2019.....	33
Gráfico 4 – Número de incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019.....	34
Gráfico 5 – Número de mortes em incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019.....	35
Gráfico 6 – Quantidade de incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019, por tipo de edificação	36
Gráfico 7 – Incêndios de origem elétrica em 2019, por tipologia .....	38
Gráfico 8 – Necessidade de tomadas por cômodo.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios para a distribuição dos aparelhos extintores conforme o risco, a área e a distância percorrida.....	23
Tabela 2 – Quantidade e percentual de incêndios de origem elétrica de 2013 a 2019, por tipo de edificação .....	37
Tabela 3 – Incêndios causados por eletrodomésticos em 2019 .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
CBMESP	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CT	Centro de Treinamento
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IT	Instrução Técnica
NT	Norma Técnica
PROCOBRE	Instituto Brasileiro do Cobre
PQS	Pó Químico Seco
PQSE	Pó Químico Seco Especial

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1.1</b>	<b>Motivação</b> .....	14
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	14
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivo geral</i> .....	14
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos</i> .....	15
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do trabalho</b> .....	15
<b>2</b>	<b>CONCEITOS BÁSICOS DE FOGO E INCÊNDIO</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Conceito de fogo</b> .....	17
<b>2.2</b>	<b>Formas de transmissão de calor</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Classes de incêndio</b> .....	19
<b>2.4</b>	<b>Métodos de extinção do fogo</b> .....	20
<b>2.5</b>	<b>Fases do incêndio</b> .....	21
<b>2.6</b>	<b>Extintores de incêndio</b> .....	22
<b>3</b>	<b>CASOS RELEVANTES DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA</b> .....	24
<b>3.1</b>	<b>Hospital Badim</b> .....	24
<b>3.2</b>	<b>Museu Nacional</b> .....	25
<b>3.3</b>	<b>Centro de Treinamento do Flamengo</b> .....	26
<b>3.4</b>	<b>Edifício Joelma</b> .....	28
<b>3.5</b>	<b>Outras ocorrências</b> .....	30
<b>4</b>	<b>PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA</b> .....	31
<b>4.1</b>	<b>Anuário Estatístico da ABRACOPEL</b> .....	31
<b>4.2</b>	<b>A relevância dos casos de incêndios dentre os acidentes de origem elétrica</b> .....	32
<b>4.3</b>	<b>Análise das principais causas de incêndios de origem elétrica</b> .....	39
<i>4.3.1</i>	<i>Erros de projeto</i> .....	39
<i>4.3.1.1</i>	<i>Falta de projeto elétrico</i> .....	39

4.3.1.2	<i>Subdimensionamento das cargas</i> .....	40
4.3.1.3	<i>Dimensionamento incorreto dos condutores e dos dispositivos de proteção</i> .....	41
4.3.1.4	<i>Erro na quantidade e na distribuição das tomadas</i> .....	41
4.3.1.5	<i>Contratação de profissionais não habilitados</i> .....	43
<b>4.3.2</b>	<b><i>Erros de execução</i></b> .....	<b>43</b>
4.3.2.1	<i>Uso de materiais de baixa qualidade</i> .....	44
4.3.2.2	<i>Conexões e emendas mal feitas</i> .....	44
<b>4.3.3</b>	<b><i>Erros de uso e manutenção</i></b> .....	<b>44</b>
4.3.3.1	<i>Excesso de cargas na mesma tomada</i> .....	45
4.3.3.2	<i>Uso de aparelhos de baixa qualidade</i> .....	46
4.3.3.3	<i>Falta de manutenção nas instalações elétricas</i> .....	47
4.3.3.4	<i>Intervenções indevidas nas instalações elétricas</i> .....	48
4.3.3.5	<i>Aumento excessivo da demanda energética sem as modificações necessárias</i> .....	49
<b>5</b>	<b>AS MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA OS INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA</b> .....	<b>50</b>
<b>5.1</b>	<b>As principais normas de instalação elétrica e prevenção de incêndio</b> .....	<b>50</b>
5.1.1	<i>NBR 5410</i> .....	51
5.1.2	<i>NR – 10</i> .....	53
5.1.3	<i>Corpo de Bombeiros</i> .....	53
<b>5.2</b>	<b>A importância dos componentes das instalações elétricas</b> .....	<b>54</b>
5.2.1	<i>Condutores</i> .....	54
5.2.2	<i>Disjuntores e fusíveis</i> .....	55
<b>5.3</b>	<b>Medidas mais importantes para a elaboração e execução de um bom projeto</b> ..	<b>55</b>
<b>5.4</b>	<b>Cuidados indispensáveis na utilização e manutenção da instalação elétrica</b> .....	<b>56</b>
<b>5.5</b>	<b>Os principais sinais de riscos que devem ser observados</b> .....	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Mais do que nunca, a eletricidade está presente em todos os setores e nas mais diversas aplicações. Sua presença não somente é importante, como necessária para funcionamento e o bem-estar da sociedade. Em novembro de 2020, o estado do Amapá enfrentou uma grande crise energética, passando por dois blecautes totais e 22 dias de fornecimento em rodízio. As consequências da falta de energia elétrica foram terríveis: dificuldades no abastecimento de água e combustível; impossibilidade de utilização de serviços de telefonia e internet, dificuldade na compra e venda de mercadorias, entre outros. Portanto, pudemos acompanhar na prática, através de um evento lamentável, o quão indispensável é a presença da energia elétrica na vida moderna.

Em contrapartida a sua importância, à medida que a eletricidade se torna mais presente em nossas vidas, também aumenta o número de acidentes provocados por falhas em equipamentos e instalações elétricas, mesmo com o crescimento e a melhora das medidas e dispositivos de proteção. Dentre esses acidentes, a qual também fazem parte os choques elétricos e aqueles gerados por descargas atmosféricas, os incêndios de origem elétrica são os que apresentaram maior crescimento percentual nos últimos anos, segundo dados da ABRACOPEL.

Recentemente, nosso país tem presenciado diversas tragédias causadas por incêndios originados de falhas nas instalações elétricas, como nos casos dos incêndios no Museu Nacional em 2018 e no Centro de Treinamento do Flamengo em 2019. Esses e outros eventos trágicos escancararam a urgência de ocorrer uma mudança de comportamento no uso da eletricidade. Acidentes como esses podem provocar consequências terríveis, como mortes, feridos e destruição de patrimônio, mas podem ser evitadas caso sejam tomadas as devidas precauções.

Visto que a maioria das residências não possuem projeto elétrico e não passam por manutenções periódicas, a situação das instalações elétricas está longe da condição ideal em maior parte das moradias brasileiras. Somada as diversas negligências no manejo da eletricidade, tanto por parte dos profissionais quanto pelos consumidores, tornam os incêndios de origem elétrica uma grande ameaça para grande parte da população.

Diante desse cenário, torna-se necessário a discussão das principais razões que levam à ocorrência desses tipos de incêndios, assim como a construção de propostas que tragam a sua diminuição. Os serviços técnicos de baixa qualidade, intervenções irregulares e o número

excessivo de cargas conectadas em uma única tomada são apenas algumas das causas geradoras de incêndios. Ao mapear e tornar conhecidas as principais situações de descaso no trato da eletricidade, esse trabalho pretende trazer sugestões de ações preventivas e a oportunidade para a conscientização da necessidade de melhora no uso das instalações e equipamentos elétricos. Afinal, diversas tragédias poderiam ser evitadas se medidas simples de prevenção fossem tomadas e as normas relacionadas fossem respeitadas.

## **1.1 Motivação**

O presente trabalho torna-se relevante em razão do elevado índice de incêndios originados por falhas elétricas, que devido à natureza destrutiva do fogo, podem provocar consequências trágicas para pessoas e empresas. Por meio da apresentação e análise das principais causas, esse trabalho pode auxiliar na construção de propostas e na maior conscientização de projetistas e consumidores para a diminuição de casos de incêndios desse tipo.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo geral***

O objetivo de estudo desse trabalho é apresentar e analisar as principais causas que levam à ocorrência de incêndios com origem elétrica e as medidas mais importantes para evitar que eles ocorram. Para isso, serão apresentados dados estatísticos fornecidos pela ABRACOPEL a respeito do número de casos e dos principais motivos que provocam a sua ocorrência. Também serão analisadas as características de diversos casos de incêndios de origem elétrica para melhor compreensão das circunstâncias que levam à geração desses sinistros.



Além disso, este trabalho se propõe a apresentar as principais providências e critérios para a elaboração de um bom projeto e de um bom uso dos equipamentos e da instalação elétrica, podendo auxiliar na diminuição das chances de haver a ocorrência de incêndios originados pela eletricidade.

### **1.2.2 *Objetivos específicos***

- a) Apresentar números e dados estatísticos a respeito das ocorrências e causas de incêndios de origem elétrica, embasando a necessidade de discutir esse tema.
- b) Apontar e discutir os principais motivos que levam à ocorrência de incêndios de origem elétrica.
- c) Apresentar as principais medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica, desde a elaboração e execução do projeto até a utilização dos equipamentos e da instalação elétrica.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

Este capítulo apresentou uma introdução que contextualiza as motivações, os objetivos e a estrutura do presente trabalho.

O capítulo 2 se propõe a introduzir os conceitos básicos de fogo e incêndio, mostrando as suas classificações, formas de propagação, fases do incêndio e formas de extinção do fogo.

O capítulo 3 traz alguns exemplos de casos marcantes de incêndios causados por falhas elétricas, ilustrando por meio de acontecimentos reais as terríveis consequências que podem ser provocadas pelas irregularidades presentes nas instalações elétricas.

No capítulo 4 serão abordados os principais motivos que levam à origem de incêndios devido a eletricidade. Esses fatores serão analisados por meio das etapas de projeto, execução e utilização da instalação elétrica, salientando as negligências mais importantes em cada um desses estágios.

O capítulo 5 destina-se a propor as principais medidas de prevenção de incêndios de origem elétrica, apresentando as principais normas reguladoras e os pontos mais essenciais para o uso seguro da instalação elétrica.

Por fim, o capítulo 6 traz a conclusão, onde são apresentados os resultados alcançados por esse trabalho.

## 2 CONCEITOS BÁSICOS DE FOGO E INCÊNDIO

Esse capítulo se propõe a apresentar as informações básicas a respeito dos conceitos de fogo e incêndio, bem como as suas formas de propagação e classificação. Além disso, essa parte do trabalho irá trazer uma explicação a respeito das fases de um incêndio e das formas de extinção do fogo.

### 2.1 Conceito de fogo

Como a ocorrência de um incêndio está diretamente ligada à presença do fogo, nosso estudo se inicia com a compreensão dos seus componentes, fenômenos, principais características e das formas de dominá-lo.

O fogo é decorrente de uma reação química caracterizada pelo desprendimento de luz e calor devido à combustão de materiais diversos. Para que essa reação ocorra, deve haver a presença simultânea de quatro elementos essenciais: combustível, comburente, calor e reação em cadeia, formando o que é chamado de Tetraedro do Fogo (GOMES, 2014), ilustrado na Figura 1.

O tetraedro é uma figura espacial composta por quatro faces triangulares e foi escolhido como melhor maneira de demonstrar a interdependência dos elementos necessários para garantir a combustão. Anteriormente, a figura utilizada para demonstrar essa relação era o triângulo, conhecido como o “triângulo do fogo”, que não levava em consideração a reação em cadeia.

Figura 1 – Tetraedro do fogo



Fonte: Seito (2008)

O combustível pode ser entendido como toda substância capaz de queimar e propiciar a propagação do fogo, podendo se apresentar nos estados sólido, líquido ou gasoso. O elemento combustível, gera uma reação exotérmica com o comburente, iniciando a combustão (FLORES; ORNELAS; DIAS, 2016).

O comburente é o elemento de ativação do fogo, dando vida às chamas e permitindo o aumento de sua intensidade. O comburente mais comum é o oxigênio, devido sua enorme presença na atmosfera. Dessa forma, em ambientes com baixa concentração de oxigênio não é possível haver combustão.

Já o calor é a energia térmica transferida de um sistema para o outro em virtude da diferença de temperatura entre eles. No tetraedro do fogo, é o responsável por iniciar, manter e incentivar a propagação da reação entre combustível e comburente. Alguns exemplos de elemento que introduzem calor à combustão são: a chama de um palito de fósforo, uma faísca elétrica, um raio, um cigarro aceso, um condutor superaquecido, entre outros.

Por sua vez, a reação em cadeia é fenômeno no qual, após o início do fogo, o próprio processo de combustão produz sua energia de ativação (calor) enquanto houver combustível e comburente disponíveis.

## 2.2 Formas de transmissão de calor

A transferência de calor sempre ocorre espontaneamente de um sistema mais quente para um mais frio, até que se atinja o equilíbrio térmico. Essa propagação do calor, e consequentemente de um incêndio, poderá ocorrer por três maneiras:

- a) **Condução:** É a forma pela qual se transmite o calor através da agitação molecular do próprio material ou de um corpo para outro. Quando dois corpos de temperatura diferente entram em contato, as moléculas do corpo mais quente, que estão com maior nível de agitação, irão colidir com as moléculas do corpo mais frio, transferindo energia para este;
- b) **Convecção:** É o tipo de propagação de calor que ocorre com os líquidos e gases. A convecção surge quando há um diferencial de temperatura no fluido. Dessa forma, as regiões mais quentes, que são menos densas, trocam de lugar com as regiões mais frias, dando origem a correntes de convecção. O movimento convectivo acontece até que todo o fluido fique sob a mesma temperatura;
- c) **Irradiação:** É a forma de transmissão de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Todo corpo emite ondas eletromagnéticas, cujas características dependem do material e da temperatura do corpo. Quando ondas eletromagnéticas incidem sobre um corpo, uma parte dessas ondas é refletida e outra é absorvida, transformando-se em novas formas de energia, como a energia térmica.

## 2.3 Classes de incêndio

Os incêndios são classificados de acordo com as características dos materiais envolvidos. Essa classificação é importante para se definir o melhor método de combate. Essa classificação foi elaborada pela NFPA (National Fire Protection Association) e adotada pela maioria dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil (GOMES, 2014). As classes do incêndio são:

- a) Classe “A”: fogo em combustíveis sólidos como madeiras, papel, plástico, borracha, tecidos, entre outros. É caracterizado pelas cinzas e brasas que deixa como resíduos, sendo que a queima acontece na superfície e em profundidade;
- b) Classe “B”: fogo em líquidos e gases inflamáveis, como álcool, gasolina, óleo, querosene, GLP etc. É caracterizado por não deixar resíduos e queimar apenas na superfície exposta;
- c) Classe “C”: fogo em instalações, máquinas, materiais e equipamentos energizados, como motores, transformadores, geradores etc. É caracterizado pelo risco de vida que oferece, sendo importante nunca usar extintor de água;
- d) Classe “D”: fogo em metais combustíveis, como o magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio e zircônio, entre outros. É caracterizado pela queima em altas temperaturas e pela elevada produção de luz e calor;
- e) Classe “K”: fogo envolvendo óleo vegetal e gordura animal, tanto no estado sólido ou líquido, tendo como exemplo de ambientes as cozinhas comerciais ou industriais. Essa classe é ainda pouco conhecida no Brasil;
- f) Classe “E”: fogo envolvendo material radioativo e químico em grandes proporções, sendo necessário equipamentos e equipes altamente treinadas (GOMES, 2014).

## 2.4 Métodos de extinção do fogo

Como citado anteriormente, é condição necessária para a ocorrência do fogo a presença simultânea dos quatro elementos que formam o Tetraedro do Fogo. Dessa forma, os métodos de extinção do fogo se baseiam na retirada de um ou mais desses elementos. Têm-se que, segundo Flores, Ornelas e Dias (2016), os quatro métodos básicos de extinção são:

- a) Resfriamento: Consiste em aplicar o agente extintor, normalmente água, de forma que ele absorva mais calor do que o incêndio é capaz de produzir, reduzindo a temperatura do combustível que está em queima e diminuindo, conseqüentemente, a liberação dos gases inflamáveis;
- b) Abafamento: Consiste na interrupção do fornecimento do comburente da reação. Podem ser utilizados inúmeros agentes extintores para este fim, como areia,

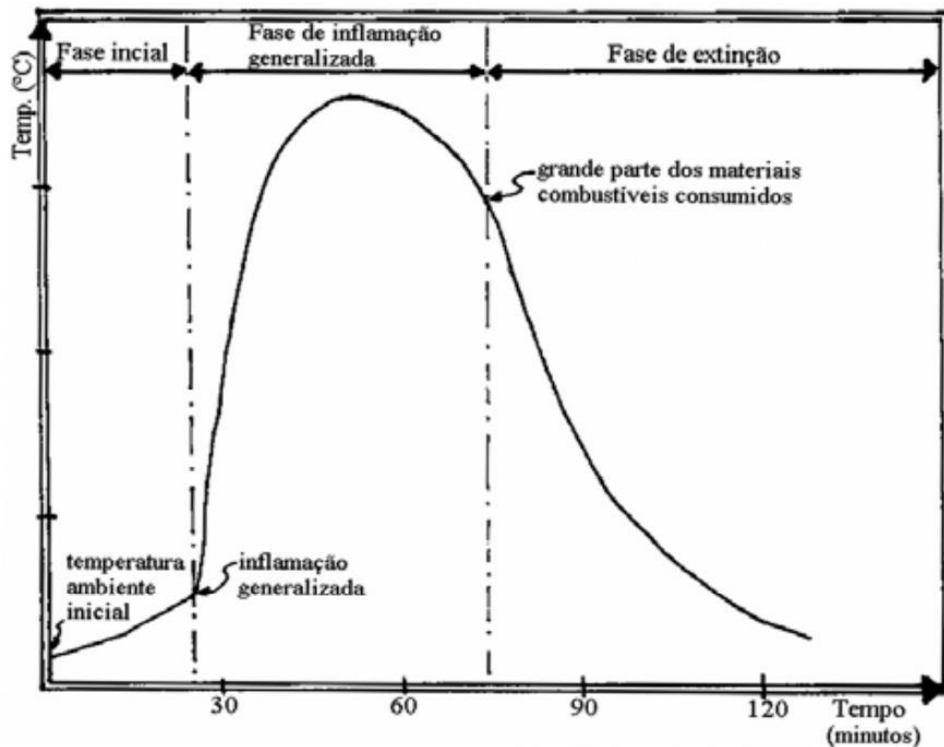
terra, cobertores, vapor d'água, espumas, pós, gases especiais, entre outros. Não havendo comburente, não haverá combustão. No entanto, existe uma exceção à esta regra: elementos que tenham oxigênio em sua composição e que o liberem durante a queima, ou seja, que independem de comburente externo, como é o caso dos peróxidos orgânicos e do fósforo branco;

- c) Isolamento: O isolamento é a retirada do material combustível que ainda não queimou ou mesmo separá-lo do combustível que ainda queima. Desta forma, sem mais combustível, a combustão se encerrará por falta do que consumir. Pode ser feita com o fechamento de válvula ou interrupção de vazamento de combustível líquido ou gasoso, com a retirada de materiais combustíveis do ambiente em chamas, com a realização de aceiro, entre outros;
- d) Quebra da reação em cadeia: Introduzindo substâncias que inibem a capacidade reativa do comburente com o combustível, se interrompe a reação e, assim, não haverá fogo. Isso é possível utilizando-se certas substâncias que, ao sofrerem ação do calor, reagem sobre a área das chamas e interrompem a reação em cadeia, realizando, portanto, uma extinção química das chamas. Ocorrerá pelo fato de o comburente não conseguir mais reagir com os vapores combustíveis e, geralmente, só será possível quando ainda existirem chamas.

## **2.5 Fases do incêndio**

O incêndio, normalmente, se inicia bem pequeno e o seu crescimento dependerá do seu item de ignição, das características dos materiais na proximidade do item ignizado e da sua distribuição no ambiente. Segundo Seito (2008), a evolução do incêndio é caracterizada em três fases: a fase inicial, a fase de inflamação generalizada e a fase de extinção. A Figura 2 apresenta a evolução típica de um incêndio com suas três fases características.

Figura 2 – Evolução de um incêndio em um compartimento



Fonte: Seito (2008)

Na fase inicial, o incêndio está limitado a uma região pequena, representada pelo primeiro material ignizado e pelos possíveis materiais ao seu redor. Nessa fase, a temperatura do ambiente vai se elevando de forma gradual. O ideal é que o fogo seja combatido rapidamente nesta fase. Em seguida, tem-se a fase da inflamação generalizada, caracterizada pelo envolvimento do fogo em grande parte do material combustível existente no ambiente. A temperatura sofre um crescimento muito acentuado, não sendo mais possível a permanência no recinto. A fase de extinção ocorre quando grande parte do material combustível existente no ambiente já foi consumido e a temperatura começa a diminuir (SEITO, 2008).

## 2.6 Extintores de incêndio

Extintores de incêndio são equipamentos destinados ao combate e extinção de princípios de incêndio por meio da emissão de agentes extintores sob pressão contra o fogo. Para melhor esclarecimento, define-se agente extintor como toda substância capaz de interferir



no processo de combustão, contribuindo para a diminuição ou extinção do fogo. Para que possam ser utilizados por qualquer pessoa, os extintores devem ser portáteis e de fácil manejo, uso e operação.

Os extintores se diferem pelo conteúdo de sua substância extintora e devem ser escolhidos de acordo com a classe do incêndio. Para incêndios de classe A devem ser utilizados extintores de água ou de pó químico seco (PQS) do tipo ABC. Nos de classe B, podem ser usados os de espuma, PQS BC e PQS ABC. Os extintores PQS BC, PQS ABC e de CO<sub>2</sub> podem ser usados nos incêndios de classe C. Já para os incêndios de classe D, deve-se utilizar os extintores de pó químico seco especial (PQSE). Para incêndios de classe K e E, existem extintores especiais e de alto custo, que necessitam de maior treinamento para seu uso.

A distribuição dos aparelhos extintores na edificação deve ser feita seguindo as orientações das normas técnicas do Corpo de Bombeiros do seu estado. A NT – 04/2008 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE) especifica o emprego dos extintores de acordo com o risco do local, a área a ser protegida e a distância máxima a ser percorrida até o equipamento. A Tabela 1 apresenta as disposições a serem respeitadas na distribuição dos extintores de incêndio.

Tabela 1 – Critérios para a distribuição dos aparelhos extintores conforme o risco, a área e a distância percorrida

<b>RISCO</b>	<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DISTÂNCIA (m)</b>
<b>BAIXO</b>	500	20
<b>MÉDIO</b>	250	15
<b>ALTO</b>	150	10

Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará, 2008

Quanto a instalação, os aparelhos extintores devem colocados em locais de fácil acesso, sem obstruções e devidamente sinalizados. Podendo ser instalado sobre o piso acabado, apoiado em suportes apropriados ou em paredes, fixados em suportes localizados a 1,60 m do chão. Cada pavimento deve conter, no mínimo, dois aparelhos extintores, sendo um para incêndio classe A e outro para as classes B e C. Também é permitida a instalação de duas unidades de extintores iguais de pó ABC. A utilização de um único aparelho de pó ABC só é permitida em edificações com área inferior a 50 m<sup>2</sup>. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO CEARÁ, 2008). As instruções e condições a respeito do uso e instalação dos aparelhos extintores de incêndio são apresentadas na NT – 04/2008 do CBMCE.

### **3 CASOS RELEVANTES DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

Apesar de possuímos normas regulamentadoras bastante detalhistas e de toda a evolução tecnológica em que vivemos, os casos de acidentes em instalações elétricas no Brasil vem aumentando a cada ano, segundo os dados da ABRACOPEL. Alguns desses acidentes chamaram bastante atenção da mídia e da população pelo altíssimo dano causado, seja do ponto de vista material como, principalmente, quando os casos envolvem a perda de vidas.

Sempre que esse tipo de tragédia acontece, a sociedade passa por um período de reflexão e conscientização a respeito da importância dos cuidados com todos os aparelhos e instalações elétricas que utilizamos. Com o objetivo de ilustrar, por meio de acontecimentos reais, o quão desastroso podem ser as consequências provocadas por irregularidades e negligências no uso das instalações elétricas, serão listados a seguir alguns casos de incêndios devido à eletricidade, analisando detalhadamente as causas de cada uma dessas ocorrências.

#### **3.1 Hospital Badim**

Um incêndio de grandes proporções atingiu o Hospital Badim (Figura 3), no Rio de Janeiro, no dia 12 de setembro de 2019. No momento do incêndio havia cerca de 500 pessoas no prédio, entre funcionários, visitantes e pacientes. Onze pessoas morreram no dia da tragédia, mas ao longo dos meses seguintes, outros 23 pacientes faleceram devido às complicações decorrentes do incêndio. Segundo laudos do IML (Instituto Médico Legal), a maioria das vítimas morreram por causa da inalação de fumaça e pelos efeitos provocados pelo desligamento de aparelhos devido à falta de energia no prédio.

Segundo a perícia realizada pelo Instituto de Criminalística Carlos Éboli, o fogo iniciou no gerador do hospital, localizado no subsolo. O gerador estava instalado em um lugar sem proteção e não estava dentro de um compartimento que pudesse resistir ao fogo, como exigido. Além disso, os tanques de armazenamento estavam em desacordo com as normas vigentes.

Figura 3 – Incêndio no Hospital Badim: pacientes foram levados para a rua



Fonte: Pupo, Celso. Fotoarena. 2019

No momento do incêndio, os alarmes não soaram e os chuveiros automáticos instalados no teto não soltaram água, o que fez com que a situação ficasse mais grave. Além disso, a Polícia Civil afirmou que o plano de evacuação não funcionou, já que somente os funcionários dos pavimentos próximos ao subsolo tomaram conhecimento do incêndio, enquanto as pessoas que estavam nos andares superiores não foram informadas. As investigações também apuraram que obras irregulares foram realizadas no hospital, com adaptações indevidas e sem a regularização do Corpo de Bombeiros.

Até o momento, a Polícia Civil já indiciou oito pessoas. Entre eles estão os diretores do hospital, os responsáveis pela engenharia da unidade de saúde, um arquiteto e diretores da empresa responsável pela construção e manutenção do gerador.

### 3.2 Museu Nacional

Em setembro de 2018, no Rio de Janeiro, um incêndio de grandes proporções destruiu o Museu Nacional (Figura 4), junto com a maior parte do seu acervo, que contava com cerca de 20 milhões de itens. Fósseis, múmias, documentos históricos e obras de arte viraram cinzas.

Figura 4 – Incêndio no Museu Nacional



Fonte: Reprodução/TV Globo, 2018

A Polícia Federal concluiu que o início do fogo aconteceu em um aparelho de ar-condicionado, instalado em um auditório localizado no 1º andar do prédio. Os equipamentos elétricos foram periciados, a fim de se identificar se algum deles tinha sinais de ter originado as chamas e logo foi identificado que havia o rompimento de um fio em um aparelho de ar-condicionado que ficava próximo do palco do auditório. Em entrevista coletiva, o perito Marco Antônio Isaac, especialista em eletricidade da Polícia Federal, afirmou que o rompimento do cabo é típico de uma ocorrência de sobrecorrente, que é quando a corrente que flui por um circuito é superior ao valor a qual ele foi projetado. Além disso, foi identificado irregularidades na instalação do sistema de ar-condicionado do auditório. Um dos três equipamentos não possuía aterramento externo e não havia disjuntor individual para cada um dos aparelhos, o que pode ter causado a falha no sistema de proteção, já que o disjuntor não atuou no momento que houve a sobrecorrente.

### 3.3 Centro de Treinamento do Flamengo

No dia 8 de fevereiro de 2019, um incêndio em um dos alojamentos do Centro de Treinamento do Flamengo (Figura 5) causou a morte de 10 adolescentes que faziam parte da divisão de base do Clube. Segundo a perícia, o incêndio iniciou graças a um curto-circuito no

ar-condicionado de um dos quartos e o fogo se alastrou rapidamente devido ao material que reveste as paredes dos contêineres, que eram usados como dormitórios.

Figura 5 – Fotografia aérea no CT Ninho do Urubu, do Flamengo, após o incêndio



Fonte: Ribeiro, Thiago. AGIF/AFP. 2019

Os peritos ainda encontraram outras irregularidades, como instalações elétricas irregulares no prédio ao lado, fiações expostas, fios desencapados, condutores emendados, tomadas sem plugue e fios queimados. Também foi verificado que, durante o incêndio, as instalações elétricas continuavam energizadas, indicando que não havia indícios de um sistema que desarmasse a rede.

Segundo uma reportagem do G1, publicada no dia 9 de setembro de 2020, documentos e mensagens que estão em poder da Justiça revelaram que nove meses antes do incêndio, o Flamengo foi alertado que havia problemas elétricos e riscos à segurança no alojamento que pegou fogo. Em um e-mail do dia 11 de maio de 2018, os responsáveis pela administração do centro de treinamento receberam um relatório feito por um técnico contratado pelo clube que apontava problemas em diversos itens. De acordo com o relatório, a situação era de grande risco e emergencial, principalmente nas instalações localizadas próximos ao alojamento da base. Os reparos, no entanto, não foram realizados e os itens que deveriam ter sido consertados permaneceram intactos.

Segundo o parecer técnico da Anexa Energia Serviços de Eletricidade, que foi contratada pelo Flamengo após o incêndio para fazer uma vistoria, identificar as causas do acidente e fazer consertos necessários, as instalações elétricas que atendiam ao módulo onde estava o ar-condicionado que deu início ao fogo continuavam as mesmas de quando a inspeção fora realizada e que algumas “gambiarras” ainda podiam ser identificadas no local

A perícia da empresa contratada também deu informações detalhadas sobre a operação do dispositivo de proteção. Segundo ela, o disjuntor estava operando em aproximadamente 54% acima do seu limite máximo de proteção, o que pode acarretar valores excessivos de temperatura na parte interna do equipamento. Além disso, os condutores não tinham as especificações técnicas para suportar a carga do ar-condicionado. O circuito possuía um cabo de 10 mm<sup>2</sup>, conectado a um disjuntor de 125 A, quando a corrente máxima admissível para esse tipo de condutor seria de 52 A.

### **3.4 Edifício Joelma**

No dia 1º de fevereiro de 1974, um incêndio consumiu 14 dos 25 andares do Edifício Joelma (Figura 6), localizado em São Paulo. Ocorrido somente três anos após a sua inauguração, a tragédia deixou 187 mortos e 300 feridos. Além da alta gravidade do incêndio, as imagens de pessoas caindo ou se atirando das janelas, em meio as chamas e fumaça, deixaram o Brasil em choque.



Figura 6 – Operação de combate ao incêndio do Edifício Joelma



Fonte: Foto de arquivo. Agência O GLOBO. 1974

Um conjunto de fatores tornou as condições ainda mais difíceis. Os hidrantes do prédio não funcionavam, as mangueiras dos carros dos bombeiros não tinham pressão suficiente para alcançar todos os andares, o prédio não possuía heliponto, não havia escadas de incêndio e as escadas Magirus, de 40 metros, não chegavam aos andares mais altos.

O laudo chegou à conclusão de que o prédio apresentava péssimas condições, descumprindo inúmeros aspectos das normas de segurança. Foram encontrados aparelhos de ar-condicionado, bem como outros aparelhos, ligados por fiação aparente correndo nos rodapés de madeira, fixada por pregos. Segundo as investigações, os responsáveis pelos reparos elétricos não possuíam cursos técnicos e não recebiam orientação do setor de serviços gerais do prédio. A conclusão foi que a causa do incêndio foi um curto-circuito no sistema de refrigeração do Banco Crefisul, que ocupava boa parte do edifício.

O caso foi julgado um ano após a tragédia. Devido à precariedade das instalações elétricas, principalmente no sistema de refrigeração, a Justiça condenou um engenheiro, o gerente de uma empresa de ar-condicionado e três eletricitas por negligência, omissão ou imperícia.

### 3.5 Outras ocorrências

Alguns casos de incêndios de origem elétrica não geram muita repercussão, mas refletem como algumas situações recorrentes do uso da eletricidade podem provocar um incêndio e causar uma tragédia.

Um caso que tem sido cada vez mais comum é a ocorrência de incêndios iniciados por celulares carregando, resultado de falhas nas instalações elétricas e da utilização de carregadores de baixa qualidade que ficam horas e horas conectados nas tomadas. Em julho de 2020, uma residência localizada em Santos, litoral de São Paulo, foi totalmente destruída devido a um incêndio provocado por um curto-circuito em um carregador de celular que estava ligado na tomada. O incêndio teria iniciado no quarto, onde estava o carregador, e logo se espalhou para todo o restante da casa. Ninguém se feriu, mas houve perda total da residência (INCÊNDIO..., 2019).

Os eletrodomésticos também são responsáveis pelo início de diversos incêndios. Em outubro de 2020, uma criança de dois anos faleceu após um incêndio que iniciou devido à queda de um ventilador, que por não ter barreira de proteção frontal, entrou em curto-circuito. O caso aconteceu no bairro Parque Dois Irmãos, em Fortaleza. Segundo relatos, a mãe da criança estava do lado de fora da casa e não percebeu o início do fogo, que atingiu somente o quarto, mas foi o suficiente para provocar uma tragédia (CRIANÇA..., 2020).

Esses e outros casos alertam sobre a necessidade de cuidados durante o uso de equipamentos elétricos e eletrônicos e do aprimoramento dos projetos e manutenções de instalações elétricas. Afinal, a eletricidade participa de forma contínua e essencial do nosso dia a dia, exigindo um grande nível de atenção para que infortúnios como esses sejam evitados.



## **4 PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

Nesse capítulo serão abordados os principais fatores de risco de incêndios devido à eletricidade, com foco nos elementos presentes nas instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais. Através da apresentação de levantamentos estatísticos da ABRACOPEL, serão mostradas as principais razões que levam a essas ocorrências. Esses fatores serão analisados a partir de três etapas das instalações elétricas: projeto, execução e utilização, enfatizando as irregularidades mais relevantes em cada um desses processos, para a posterior recomendação de medidas para evitá-las.

### **4.1 Anuário Estatístico da ABRACOPEL**

A principal fonte de dados estatísticos para esse trabalho, no que diz respeito a incêndios de origem elétrica, é o Anuário Estatístico da ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade), em especial o Anuário 2020, o último anuário publicado até a realização desse trabalho, que contém os levantamentos de casos até o ano anterior de sua publicação, 2019.

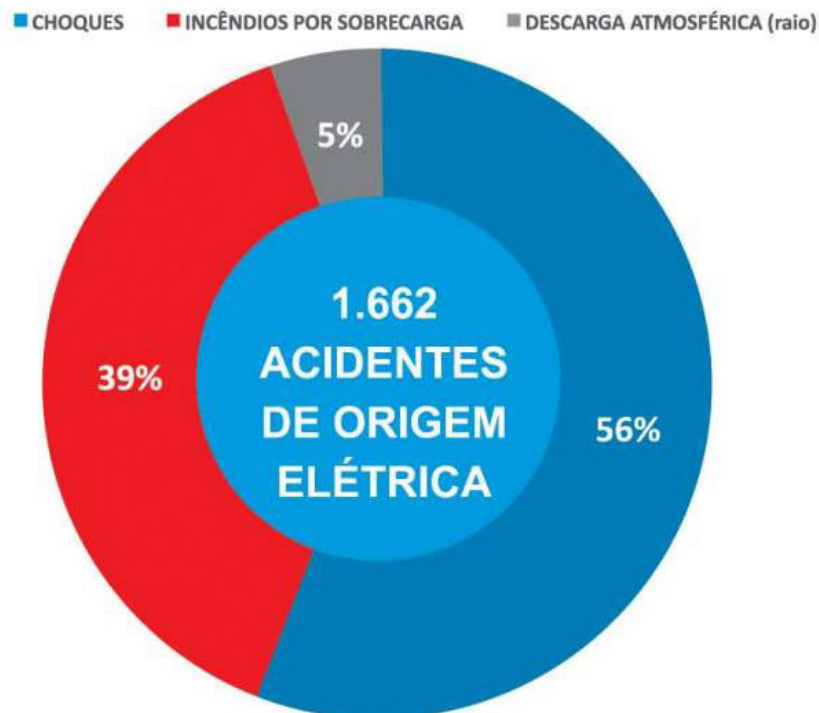
A ABRACOPEL, desde 2008, faz um levantamento de acidentes originados pela eletricidade (choques elétricos, incêndios e descargas atmosféricas), apresentando os dados em gráficos e tabelas, inclusive com segmentações por tipo, faixa etária, gênero e local. Esses dados são coletados através do sistema de alertas da internet, assim são computados apenas os acidentes que foram noticiados em alguma fonte da internet. Uma equipe ler cada notícia e verifica a autenticidade de cada uma delas. A partir de 2013, a ABRACOPEL ampliou sua base de apuração inserindo as redes sociais e os blogs e sites informais.

Apesar da importância e da qualidade das informações contidas no Anuário, a própria ABRACOPEL faz a ressalva de que esses dados apresentados demonstram apenas uma parte da real situação, haja vista a existência de casos não reportados ou de situações que possuem causas aparentes, mas que por falta de maiores evidências, não podem ser legitimadas.

#### 4.2 A relevância dos casos de incêndios dentre os acidentes de origem elétrica

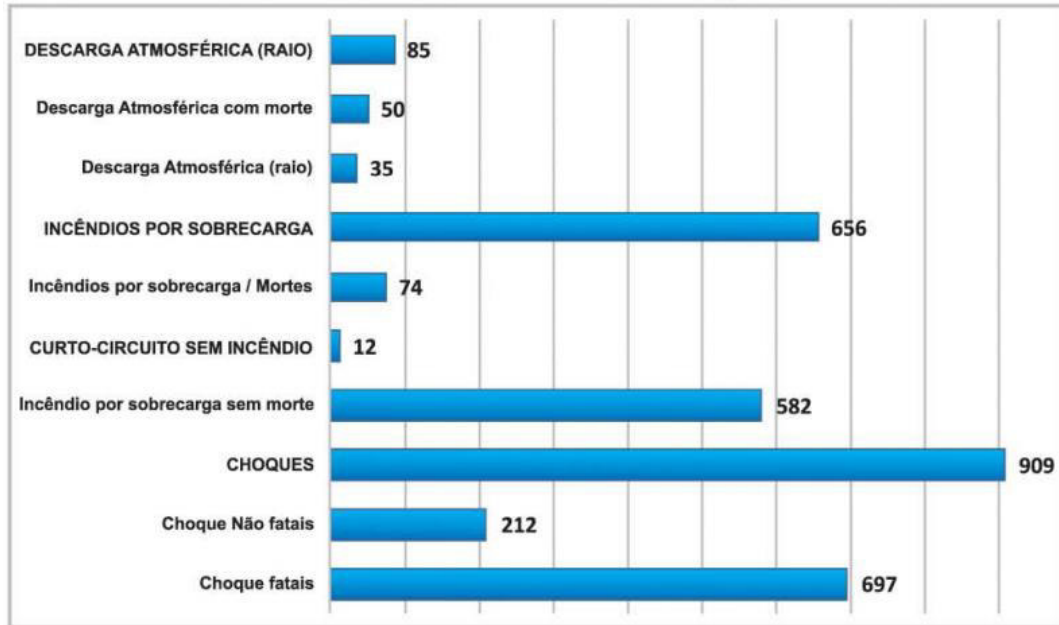
Segundo levantamento da ABRACOPEL, os eventos de choques elétricos lideraram o ranking de acidentes de origem elétrica no ano de 2019, com 56% das ocorrências, conforme apresentado no Gráfico 1. Os incêndios por sobrecarga aparecem logo em seguida, enquanto os eventos causados por descargas atmosféricas representam uma pequena fatia da quantidade geral. Obviamente, os choques elétricos são ainda mais comuns do que os dados apresentados aparentam, pois eles são de difícil apuração, já que os casos que se tornam públicos, geralmente, são somente aqueles de alta gravidade. Sendo assim, os números aqui apresentados de choques elétricos fatais devem estar bem mais próximos da realidade do que os casos de choques elétricos não fatais. Os incêndios se diferenciam por serem acidentes que podem vitimar diversas pessoas em uma só ocorrência, enquanto os acidentes provocados por choques e descargas atmosféricas acontecem somente de forma individual, porém com um altíssimo grau de fatalidade. Os números da letalidade desses acidentes em 2019 podem ser vistos no Gráfico 2.

Gráfico 1 – Porcentagem de acidentes de origem elétrica por tipo em 2019



Fonte: ABRACOPEL (2020)

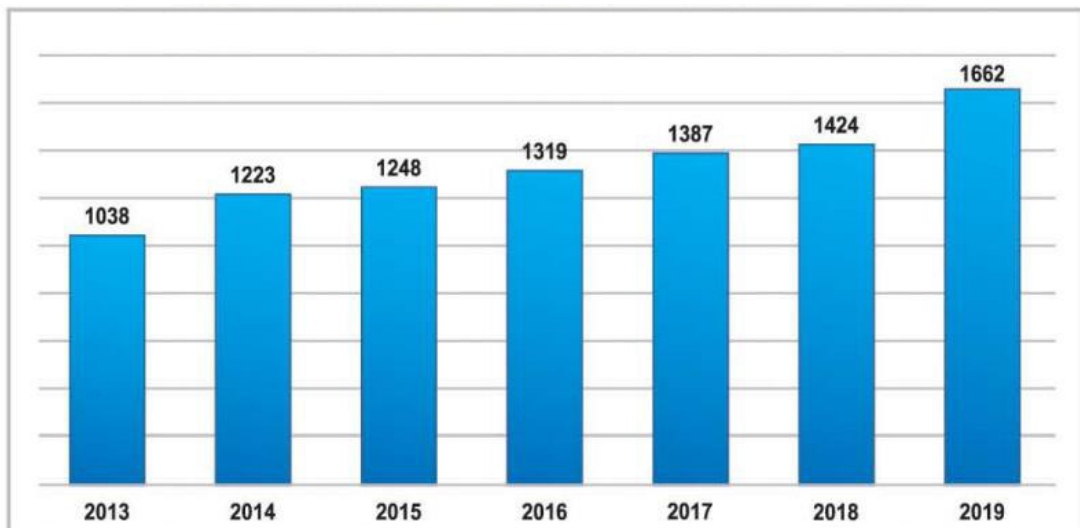
Gráfico 2 – Acidentes de origem elétrica fatais e não fatais no ano de 2019



Fonte: ABRACOPEL (2020)

A série histórica de dados, apresentada no Gráfico 3, mostra uma escalada crescente de acidentes de origem elétrica no país, com um aumento de 60% dos casos em 2019, em comparação com 2013, ano de início da pesquisa. Em números absolutos, esse percentual representou um acréscimo de 624 acidentes. Diante desse aumento, fica evidente a necessidade de uma mudança grande na forma como utilizamos a eletricidade.

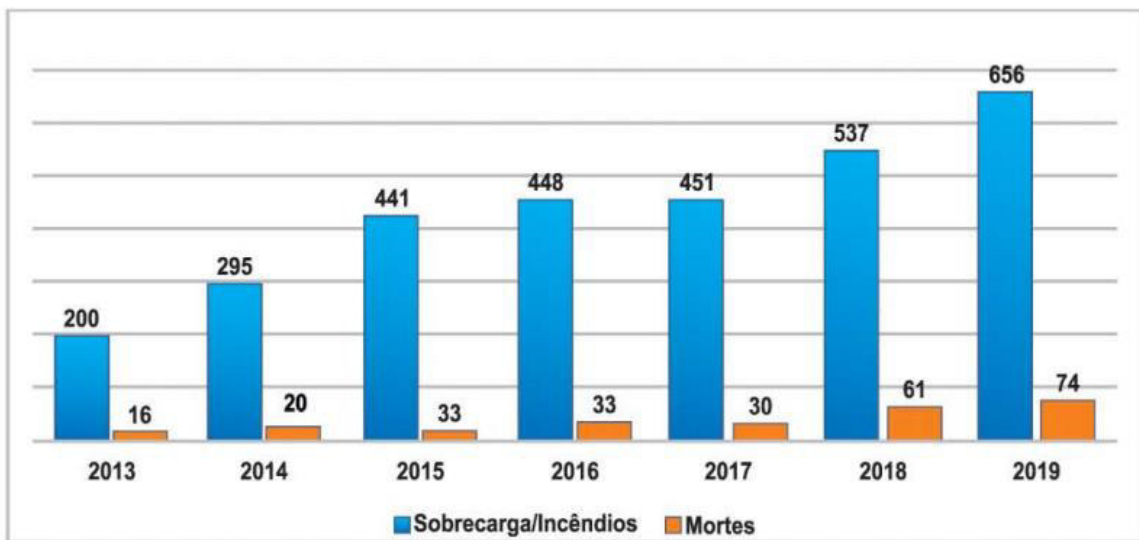
Gráfico 3 – Número de acidentes de origem elétrica de 2013 a 2019



Fonte: ABRACOPEL (2020)

Entre os acidentes de origem elétrica, os incêndios por sobrecarga são o que possuem o maior crescimento percentual nesse período, com um aumento dramático de 228% nas ocorrências, como mostrado no Gráfico 4. Em relação ao ano anterior, 2019 registrou um aumento de 22%. Dessa forma, os números mostram um grande descontrole em relação às ocorrências desses incêndios, provocando grandes perdas materiais e colocando a segurança e a saúde de diversas pessoas em risco.

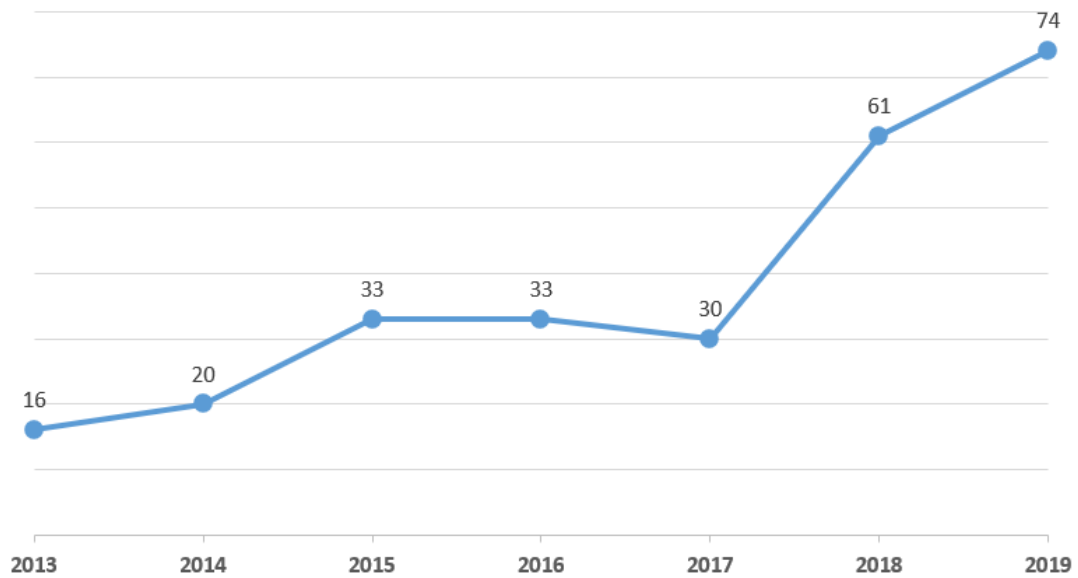
Gráfico 4 – Número de incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019



Fonte: ABRACOPEL (2020)

Da mesma forma que a ocorrência de incêndios por sobrecarga têm ocorrido com maior frequência, a série histórica mostra que as mortes ocorridas nesse tipo de incêndio vêm crescendo vertiginosamente, como pode ser visto no Gráfico 5. Um aumento de 362% em 7 anos. A quantidade de mortes por incêndios não depende só do número de ocorrências, mas de diversos outros fatores, como a gravidade do fogo, o número de pessoas presentes, as características do local, entre outros. Dessa forma, grandes tragédias como os incêndios do Hospital Badim e no Centro de Treinamento do Flamengo, ambos ocorridos em 2019, podem acabar levando os números de mortes para um valor muito acima da média histórica, o que serve para aumentar ainda mais o nível de alerta.

Gráfico 5 – Número de mortes em incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019

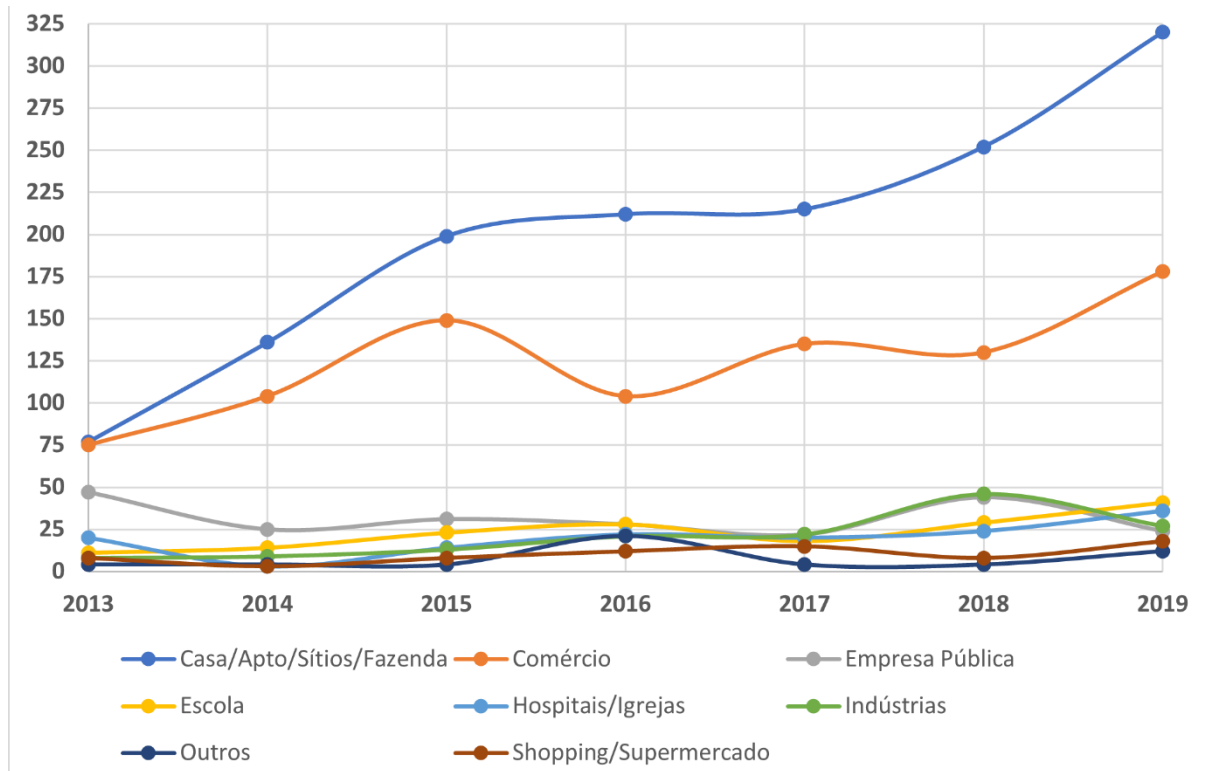


Fonte: ABRACOPEL (2020)

O Gráfico 6 apresenta o número de incêndios provocados por eletricidade entre os anos de 2013 e 2019, dividindo-os pelo tipo de edificação. As residências (casas, apartamentos, sítios, fazendas) são o tipo de edificação que mais registraram incêndios por sobrecarga e, por isso, seu crescimento se assemelha ao dos casos gerais, apresentado no Gráfico 5. Em 2º lugar aparece os estabelecimentos comerciais, que acompanharam este crescimento nos sete anos de levantamento estatístico. Enquanto isso, os outros tipos de edificações apresentam números bem menores e sem grandes variações.

Esses dados acendem um alerta importante, visto que as residências e os comércios são os locais de maior circulação e de maior tempo de presença das pessoas, o que torna os casos ainda mais suscetíveis a causar mortes. Dessa forma, as instalações elétricas localizadas em edificações comerciais e residenciais devem ser a prioridade na implementação de medidas que tragam maior segurança.

Gráfico 6 – Quantidade de incêndios por sobrecarga de 2013 a 2019, por tipo de edificação



Fonte: ABRACOPEL (2020)

Diversas cargas conectadas em uma única tomada, o uso de equipamentos de baixa qualidade, dispositivos de proteção dimensionados incorretamente. Esses são apenas alguns dos fatores que serão discutidos posteriormente neste capítulo e que tornam as instalações elétricas residenciais as principais responsáveis pela iniciação dos incêndios de origem elétrica.

Para ficar mais evidente a predominância dos casos em edificações residenciais, a Tabela 2 apresenta a quantidade percentual de incêndios de origem elétrica acumulados nesses sete anos de apuração da ABRACOPEL, por tipo de edificação. Dentre os 3081 casos registrados, quase metade ocorreram dentro dos lares das pessoas, justamente o lugar onde consideramos que estamos mais seguros.

Na sequência aparecem as edificações comerciais, com 28,40% da quantidade total de incêndios de origem elétrica, valor superior a todos os outros tipos de edificação somados. O que indica que uma mudança na forma de utilização da instalação elétrica nas residências e comércios seria fundamental para uma diminuição significativa na ocorrência de incêndios.

Tabela 2 – Quantidade e percentual de incêndios de origem elétrica de 2013 a 2019, por tipo de edificação

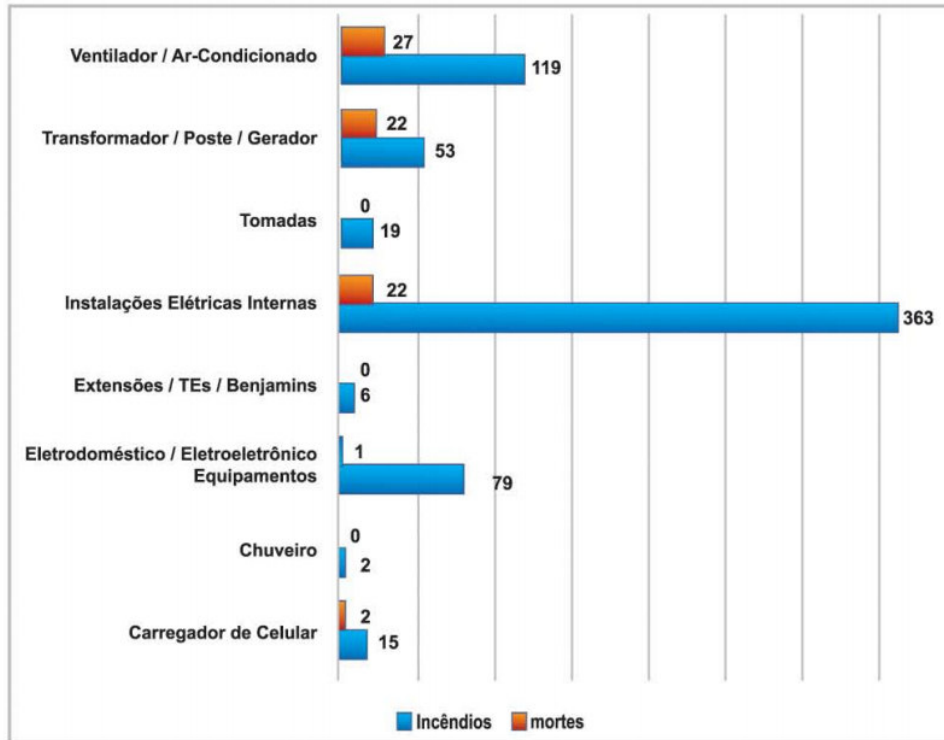
	<b>Números absolutos</b>	<b>Percentual</b>
<b>Casa/Apto/Sítios/Fazenda</b>	1411	45,80%
<b>Comércio</b>	875	28,40%
<b>Empresa Pública</b>	221	7,17%
<b>Escola</b>	164	5,32%
<b>Hospitais/Igrejas</b>	139	4,51%
<b>Indústrias</b>	146	4,74%
<b>Shopping/Supermercado</b>	72	2,34%
<b>Outros</b>	53	1,72%
<b>TOTAL</b>	3081	100,00%

Fonte: ABRACOPEL (2020)

O Gráfico 7 apresenta a quantidade de incêndios originados pela eletricidade em 2019, segmentando-os por sua tipologia. Observa-se a grande predominância de casos originados nas instalações elétricas internas, graças a problemas como fiações antigas, conexões mal feitas, sobrecargas, curto circuito, entre outros. Os eletrodomésticos também se destacam, mas são os aparelhos de ventilação e climatização que ficam em segundo lugar. Além desses, também tem sido cada vez mais comum os casos de incêndios que se iniciam em celulares que estão carregando, por isso a importância de se utilizar apenas carregadores originais e em bom estado.

Corroborando com os dados mostrados no gráfico anterior, observa-se que grande parte dos incêndios são iniciados em equipamentos que estão presentes nas residências, como os eletrodomésticos, carregadores de celulares, extensões, ares-condicionados etc. Dentre os equipamentos apresentados no Gráfico 7, somente o grupo formado por transformadores, postes e geradores não faz parte do ambiente residencial.

Gráfico 7 – Incêndios de origem elétrica em 2019, por tipologia



Fonte: ABRACOPEL (2020)

Como complemento as essas informações, a Tabela 3 mostra os equipamentos elétricos que mais causaram incêndios em 2019. Observar-se o grande destaque para os aparelhos de ventilação e ares-condicionados. Além desses, os únicos a causarem mortes foram os incêndios gerados pelos aparelhos de aquecimento de alimentos e os carregadores de celulares.

Tabela 3 – Incêndios causados por eletrodomésticos em 2019

Tipo de equipamento	Total	Fatal
Micro-ondas/forno/fogão/sanduicheira/fritadeira	8	3
Ventilador/ar-condicionado	62	11
Máquinas de lavar	7	0
Geladeiras/freezer/frigoar	19	0
Eletroeletrônicos (TV, computador, nobreak etc.)	15	0
Fritadeira, panela elétrica etc.	10	0
Carregador de celular	15	2

Fonte: ABRACOPEL (2020)



### **4.3 Análise das principais causas de incêndios de origem elétrica**

Essa seção se propõe a apresentar e analisar os principais fatores de ativação dos incêndios iniciados por falhas elétricas. Esses fatores serão analisados através das etapas de projeto, execução e utilização das instalações elétricas, ressaltando as principais negligências em cada uma delas.

#### **4.3.1 Erros de projeto**

Os erros de projetos são aqueles relativos ao dimensionamento, especificação e detalhamento dos sistemas, materiais e equipamentos que irão compor a instalação elétrica. Esses erros ocorrem logo no início e suas falhas são potencializadas durante a execução da obra, tendo um custo muito elevado para a sua correção. A seguir serão listadas as principais falhas na concepção de um projeto de instalação elétrica que podem acabar resultando em incêndios.

##### **4.3.1.1 Falta de projeto elétrico**

Uma das premissas básicas para se obter uma instalação elétrica segura é que seja realizado um projeto elétrico da construção, pois somente ele garantirá todo o planejamento de dimensionamento das cargas e dos materiais e da instalação dos circuitos, tomadas, quadros, iluminação e dispositivos de proteção. Porém, muitas pessoas acabam optando por dispensar a elaboração de um projeto elétrico para a sua edificação, seja por economia financeira ou por acreditar que a simples contratação de profissionais experientes fará com que a obra possa ser feita por pura intuição.

Segundo ABRACOPEL e PROCOBRE (2017), somente 29% das 1100 residências pesquisadas possuem projeto elétrico, sendo que desses 294 imóveis que possuem o projeto, somente 25% haviam sido elaborados por eletricitistas, conforme mostrado na Figura 7. Apesar da amostra ser composta por imóveis com idade média de 20 anos, esse mesmo problema existe

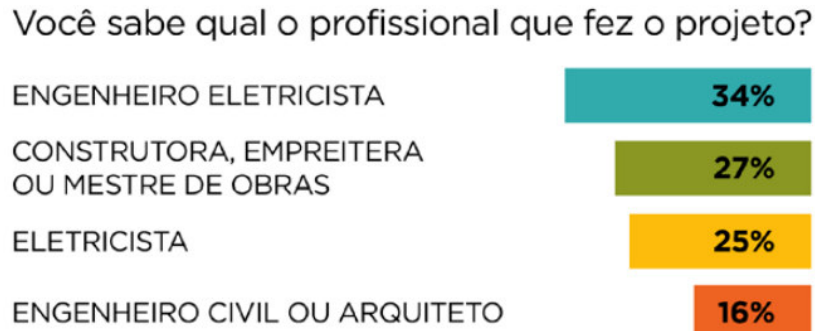
em construções mais novas. Uma pesquisa realizada em 2010 pelo PROCOBRE, apontou que 53% das construções residenciais, com idade média de 2 anos, não possuíam projeto elétrico. Por outro lado, dados apontaram o eletricitista como sendo o principal executor das obras e reformas elétricas, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 7 – Porcentagem de imóveis que possuem projeto elétrico



Fonte: ABRACOPEL; PROCOBRE (2017)

Figura 8 – Porcentagem de imóveis que possuem projeto elétrico



Fonte: ABRACOPEL; PROCOBRE (2017)

#### 4.3.1.2 Subdimensionamento das cargas

A previsão de cargas é a primeira etapa na elaboração do projeto elétrico e visa garantir o conhecimento do perfil das cargas elétricas que serão utilizadas na edificação. Seu levantamento é fundamental para o dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção e para a distribuição dos pontos de iluminação e de tomadas. Cada aparelho ou dispositivo elétrico (lâmpadas, eletrodomésticos, motores, aquecedores etc.) solicita da rede uma

determinada potência para o seu perfeito funcionamento, a qual é solicitada da rede de energia elétrica da concessionária. Caso esse levantamento esteja abaixo dos valores de cargas que serão utilizadas, a instalação elétrica estará sujeita a uma sobrecarga. A sobrecarga é caracterizada quando um circuito é exigido acima do seu limite e há uma circulação de corrente superior a aquela suportada pelos condutores. Devido a essa alta corrente de circulação, os fios atingem uma temperatura muita elevada e seu material isolante passa a se deteriorar, oferecendo condições para que ocorra um incêndio

#### *4.3.1.3 Dimensionamento incorreto dos condutores e dos dispositivos de proteção*

Cada um dos componentes de uma instalação elétrica deve ser cuidadosamente dimensionado para garantir o seu funcionamento correto, no entanto, é nesse processo que os principais erros acontecem. Tudo se inicia, como citado anteriormente, na avaliação da potência instalada (quantidade e potência de iluminação, tomadas, equipamentos etc.), que deve levar em conta a possibilidade de uso simultâneo dos pontos de luz e força. Este dimensionamento é que irá determinar a seção dos condutores para cada um dos circuitos, a capacidade de proteção dos disjuntores termomagnéticos, dispositivos de proteção contra surtos, interruptores diferenciais, aterramento etc.

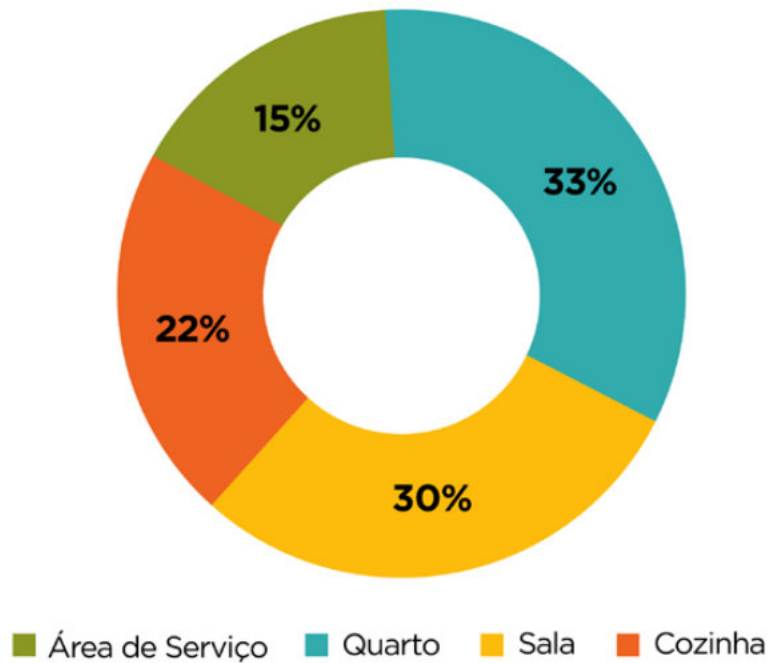
Um dimensionamento incorreto dos condutores pode provocar superaquecimento da instalação, ocasionando o derretimento da isolação e, conseqüentemente, um curto-circuito. Em disjuntores e dispositivos de proteção em geral, a utilização de equipamentos com níveis elevados de corrente evitará o transtorno de ter o circuito desarmando constantemente, entretanto, além desses dispositivos serem mais caros, caso os condutores não possuam a mesma capacidade de corrente do disjuntor, eles passarão a operar em sobrecarga.

#### *4.3.1.4 Erro na quantidade e na distribuição das tomadas*

Outro ponto muito importante na elaboração do projeto é a definição da quantidade e da distribuição dos pontos de tomadas. Caso as tomadas sejam posicionadas em lugares

inadequados ou sua quantidade seja insuficiente, o usuário será obrigado a se utilizar de T's e extensões, conectando muitas cargas em uma única tomada e, conseqüentemente, provocando uma sobrecarga no circuito. Segundo ABRACOPEL e PROCOBRE (2017), quando os participantes de sua pesquisa foram questionados se gostariam de possuir mais tomadas em suas residências, 46% responderam que sim, deixando claro que há um déficit enorme em relação à quantidade de tomadas nas residências. Tal necessidade é apresentada em 41% dos imóveis construídos nos últimos 5 anos, assim como em 46% dos imóveis com mais de 20 anos de construção. Isso demonstra claramente que a evolução no uso de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos foi muito rápida, não havendo uma readequação das instalações elétricas que acompanhasse tal crescimento no uso desses equipamentos. O Gráfico 8 apresenta os cômodos onde os entrevistados mais sentem a ausência de tomadas.

Gráfico 8 – Necessidade de tomadas por cômodo



Fonte: ABRACOPEL; PROCOBRE (2017)

Outro ponto interessante trazido por essa pesquisa é que, nas obras realizadas por construtoras, a necessidade por mais tomadas nos quartos foi sentida por 61% dos entrevistados, ao passo que em obras contratadas pelos próprios consumidores esse número cai para 51%. Isso é reflexo de que quando a obra é acompanhada pelo cliente e feita de forma personalizada, essas e outras necessidades são bem mais compreendidas do que em obras com arquitetura padrão.

#### *4.3.1.5 Contratação de profissionais não habilitados*

Infelizmente, muitas pessoas negligenciam o valor do conhecimento técnico e acreditam que qualquer pessoa que trabalhe com instalação elétrica possa elaborar um projeto elétrico completo. A experiência prática é muito valiosa, porém um projeto de uma instalação elétrica não pode ser confiado a uma pessoa que não possui a qualificação necessária. Somente um profissional qualificado e habilitado estará atento a todas as exigências das normas técnicas e estará preparado para interpretar e identificar as melhores alternativas para projetar a instalação de maneira segura e que atenda às necessidades atuais e futuras do cliente.

Esses requisitos estão expressos na NR-10, que estabelece as exigências legais que devem ser atendidas no projeto, tais quais que o mesmo deve ser embasado nas normas técnicas e assinado por um profissional devidamente registrado no conselho de classe, o CREA. Deve-se ainda enfatizar que tanto os requisitos legais quanto as normas técnicas sofrem atualizações periódicas, de modo que é necessário que o profissional esteja em constante atualização com as exigências do seu trabalho (RANGEL JUNIOR, 2011).

#### *4.3.2 Erros de execução*

Mesmo com o projeto elétrico em mãos, o seu processo de execução ainda exige diversos cuidados para se colocar em prático tudo o que foi planejado de forma segura e dentro dos custos e prazos estabelecidos. Os erros de execução estão relacionados à aquisição ou utilização incorreta dos materiais e ferramentas, além das falhas na escolha ou aplicação das técnicas de execução do projeto. Os erros de execução fazem com que a qualidade esperada para o projeto seja abaixo do planejado. Na sequência serão listadas e analisadas alguns dos principais erros no momento da execução do projeto elétrico.

#### *4.3.2.1 Uso de materiais de baixa qualidade*

Em busca de economizar financeiramente, muitas pessoas optam por adquirir equipamentos de baixa qualidade, que são bem mais baratos. Porém essa escolha é um grande erro, já que ela pode resultar em muitos prejuízos e acabar se tornando a opção mais cara. Materiais elétricos de baixa qualidade não cumprem corretamente as suas funções e são bem mais suscetíveis a apresentar falhas. Dessa forma, a instalação elétrica aumenta consideravelmente o risco de apresentar falhas, como sobrecargas na rede, rompimento dos fios, dispositivos de proteção que não interrompem o circuito no caso de sobrecorrente, curtos-circuitos, entre outros. Essas falhas podem levar a ocorrência de incêndios, colocando em risco seu patrimônio e, acima de tudo, a vida das pessoas.

#### *4.3.2.2 Conexões e emendas mal feitas*

Fazer emendas e conexões são atividades muito comuns para quem trabalha com instalações elétricas, mas a qualidade com que esses serviços são feitos é de extrema importância. Um aperto incorreto dos parafusos das conexões faz com que não haja um contato suficiente entre as partes condutoras para tentar minimizar a resistências de contato, elevando a temperatura desses pontos. O mesmo ocorre com emendas, que além de poderem apresentar mau contato e falta de isolamento, também podem gerar um superaquecimento, deteriorando o isolamento dos cabos e terminais, e se tornando um possível vetor para a iniciação de um incêndio.

#### *4.3.3 Erros de uso e manutenção*

Mesmo que o projeto elétrico e a sua execução sejam feitas de maneira adequada, é essencial que os usuários façam um uso responsável da instalação elétrica, garantindo que ela tenha uma boa vida útil e que possa ser utilizada de maneira segura. Infelizmente, é comum a

ocorrência de negligências no uso dos aparelhos elétricos, comprometendo o funcionamento da instalação elétrica e se tornando um possível gerador de incêndio. A seguir serão apresentados e analisados alguns dos principais erros durante a utilização da instalação elétrica.

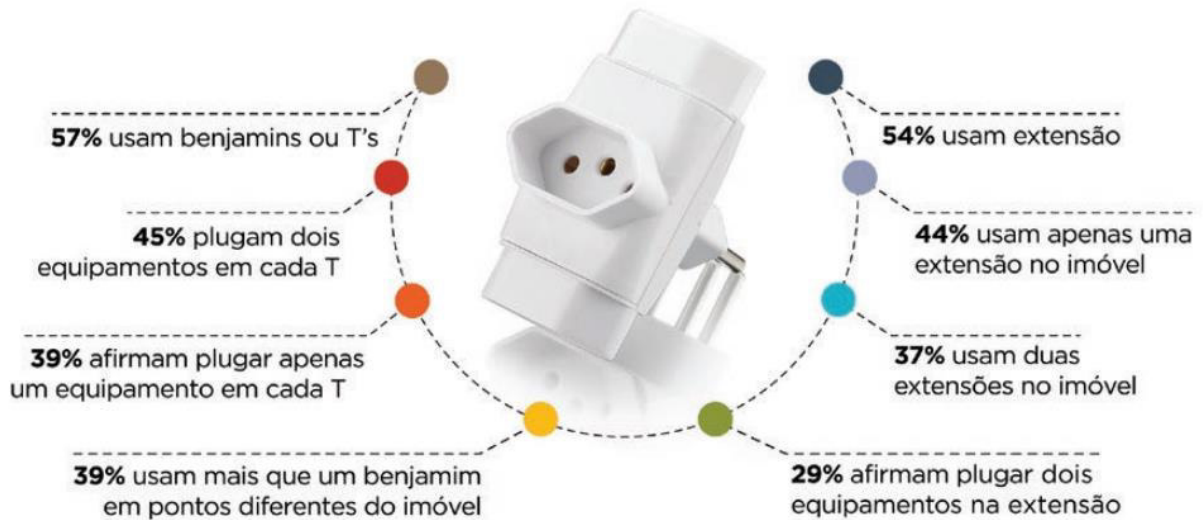
#### *4.3.3.1 Excesso de cargas na mesma tomada*

Pela praticidade e baixo preço, é muito comum as pessoas utilizarem T's (ou benjamins) e extensões para ligar mais de um aparelho na mesma tomada, porém essa atitude exige muito cuidado. Seu uso pode ser aceito em algumas situações momentâneas ou quando são conectadas algumas cargas pequenas, porém muito atento com a quantidade, pois 4 ou 5 aparelhos, mesmo de baixa potência, podem ser suficientes para gerar uma sobrecarga no circuito. Se tratando de cargas de alta potência, é indispensável que sejam ligadas de forma individual, mesmo que seja por pouco tempo.

Segundo a pesquisa da ABRACOPEL e PROCOBRE (2017), 57% das residências utilizam T's (ou benjamins) devido à falta de tomadas para ligar os aparelhos. Em construções com menos de 5 anos de idade o número é um pouco menor, 42%. Já em imóveis com mais de 20 anos, o uso desses componentes aumenta para 61,2%. E nos casos de autoconstrução, o número é alarmante: 95% utilizam T's nas residências. Esses e outros números podem ser observados na Figura 9.

Nos dias de hoje, as residências exigem um número alto de tomadas, visto a grande quantidade de aparelhos eletrônicos que nos acompanham. O uso de benjamins e extensões é sintoma para uma má distribuição das tomadas e sua utilização de forma demasiada pode gerar graves prejuízos, visto que não é incomum que incêndios iniciem a partir dessa situação.

Figura 9 – Uso de benjamins, T's ou extensões



Fonte: ABRACOPEL; PROCOBRE (2017)

#### 4.3.3.2 *Uso de aparelhos de baixa qualidade*

Geralmente não é o aparelho que provoca a falha elétrica, mas sim o seu acionamento em condições inapropriadas ou incompatíveis com sua potência e tensão. Contudo, esses eventos críticos podem acontecer, ou serem agravados, quando um equipamento possui componentes de baixa qualidade que, não só impedem o seu bom funcionamento, como também deixam a instalação sujeita a ocorrência de superaquecimento de fios e curtos-circuitos.

Nos últimos anos tem se tornado cada vez mais comum a ocorrência de incêndios originados de celulares carregando. O principal responsável por essas ocorrências é a utilização de carregadores genéricos, que são bem mais baratos que os originais, porém com qualidade bastante inferior. Infelizmente, a maioria das pessoas desconhece os riscos de usar esse tipo aparelho, mas um cabo ou uma fonte pirata não oferecem isolamento ao usuário, podem gerar superaquecimento e possuir componentes e fios internos mal soldados, o que traz risco de curtos-circuitos.



#### 4.3.3.3 *Falta de manutenção nas instalações elétricas*

Seja em uma edificação nova ou antiga, ainda é muito pequeno o hábito de fazer manutenção preventiva nas instalações elétricas. Muitas pessoas acreditam que, uma vez que tudo foi instalado, só o que resta a fazer é utilizar a instalação elétrica. Contudo, uma boa manutenção periódica garante bem mais segurança para os usuários e aumenta consideravelmente a vida útil de toda a instalação.

Segundo pesquisa realizada pela ABRACOPEL e PROCOBRE (2017), 46% dos entrevistados afirmaram nunca ter realizado reforma, e ainda 14% deles não sabiam informar. Por outro lado, a necessidade por mais tomadas devido à grande quantidade de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos nos lares, fez com que 67% (dos 40% que reformaram a instalação) aumentasse a quantidade de tomadas. No caso dos imóveis com idade menor a 5 anos, 47% das reformas realizadas na instalação elétrica foi pela necessidade de aumento de tomadas. Para os casos das reformas elétricas, o eletricista continua sendo o principal executor, responsável por 66% das reformas realizadas. Mais detalhes a respeito da pesquisa referente à existência e os motivos das reformas nas instalações elétricas podem ser vistos na Figura 10.

Figura 10 – Detalhes do questionário a respeito de reformas nas instalações elétricas



Fonte: ABRACOPEL; PROCOBRE (2017)

#### 4.3.3.4 Intervenções indevidas nas instalações elétricas

A manutenção da instalação também deve ser feita por profissionais autorizados e com reconhecida capacidade técnica. Algumas intervenções são bastante simples, como a substituição de uma lâmpada ou de um interruptor, porém outras mudanças exigem maiores conhecimentos técnicos e não podem ser feitos por qualquer pessoa, como em situações em que há qualquer mudança dos componentes da instalação, como cabos, disjuntores e pontos de tomadas por outros de diferentes capacidades. Além disso, é muito comum o uso de “gambiarras” e medidas paliativas para conter problemas das instalações elétricas.

Algumas situações são bastante corriqueiras, como a troca de um disjuntor por outro de maior capacidade de corrente, quando ocorrem constantes aberturas deste dispositivo. Como citado anteriormente, a troca fará com que o limite de operação da corrente do circuito aumente

e que o disjuntor pare de desligar, porém os condutores, caso não sejam trocados, estarão expostos a um nível de corrente superior à sua capacidade, comprometendo a sua integridade e colocando a instalação em risco. Além disso, é comum a utilização de emendas e derivações irregulares, a ligação de chuveiros elétricos em tomadas comuns, travamento mecânico de disjuntores e diversos outros absurdos.

Apesar dessas medidas serem mais rápidas e baratas, seu custo posterior pode ser muito grande, devido ao risco de insegurança que o consumidor estará exposto, inclusive de incêndios. Por mais que a contratação de bons profissionais e a utilização de materiais de qualidade gere um custo financeiro maior, uma boa manutenção trará segurança e bem-estar aos usuários da instalação.

#### *4.3.3.5 Aumento excessivo da demanda energética sem as modificações necessárias*

As instalações elétricas são projetadas para suportar futuras ampliações da carga elétrica utilizada, contudo o acréscimo de cargas de alta potência deve ser sempre feito com atenção. Em instalações mais antigas, esse aumento deve ser ainda mais cauteloso, visto as mudanças nos perfis das cargas com o passar dos anos. Antigamente, as instalações possuíam um perfil mais simples e comportado, sendo composto basicamente de cargas resistivas. Atualmente, boa parte dos aparelhos eletrônicos utilizam fontes chaveadas, que acarretam a presença de harmônicas e tornam as cargas não lineares. Essa dinâmica tem como consequência o aumento da corrente total do condutor de fase e principalmente do condutor de neutro, podendo gerar sobrecarga nos condutores.

Outra medida muito comum, mas que requer muito cuidado, é a transformação de uma residência, ou parte dela, em ponto comercial. Dependendo do tipo de comércio, pode ser necessário a instalações de cargas de altas potencias, como refrigeradores, ares-condicionados e fornos elétricos, e que, em alguns casos, precisam estar ligados 24 horas por dia. Se a instalação não passar por uma ampliação, os circuitos estarão sujeitos a uma sobrecarga e poderão se tornar um ponto de ignição para um incêndio.

## **5 AS MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA OS INCÊNDIOS DE ORIGEM ELÉTRICA**

Ao mesmo tempo que é parte fundamental do nosso cotidiano, a eletricidade também se coloca como um elemento de risco para a segurança e saúde das pessoas. Para evitar as consequências que os incêndios originados pela eletricidade podem provocar, torna-se necessário um trabalho de prevenção que deve ser praticado por toda a sociedade, para que os bens materiais e, principalmente, a saúde e as vidas sejam preservadas.

Esse capítulo se propõe a apresentar, por meio da análise das principais irregularidades causadoras de acidentes e do estudo das principais normas regulamentadoras de instalação elétrica e prevenção de incêndio, as principais medidas para a diminuição da possibilidade de ocorrência desses tipos de acidentes, apontando as melhores práticas de projeto, execução e uso da instalação elétrica.

### **5.1 As principais normas de instalação elétrica e prevenção de incêndio**

A norma é um documento estabelecido por um organismo regulador, que fornece critérios, regras e requisitos mínimos acerca de um determinado produto, processo ou serviço, visando à obtenção de um grau ótimo de ordem em um dado contexto. O cumprimento das normas no ramo da energia elétrica é fundamental para auxiliar na prevenção de acidentes elétricos em todos os setores. Assim, nesta seção, serão apresentados os procedimentos normatizados mais importantes para impedir a ocorrência de incêndios provenientes da instalação elétrica (SILVA, 2016).

### **5.1.1 NBR 5410**

A ABNT NBR 5410 tem como objetivo estabelecer as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Dentre os principais fundamentos que orientam os objetivos da ABNT NBR 5410, está a proteção contra efeitos térmicos. No item 4.1.2, ela orienta que toda a instalação elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos.

O item 5.2.2 é destinado a apresentar as regras gerais a respeito da proteção contra incêndio, orientando a instalação dos componentes com base no risco térmico que ele pode apresentar.

A NBR 5410, em seu item 5.3.1, estabelece que todos os condutores vivos devem ser protegidos, por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e curtos-circuitos. Além disso, afirma que estes dispositivos se destinam a interromper sobrecargas antes que elas se tornem perigosas, devido aos efeitos térmicos e mecânicos, ou resultem em uma elevação de temperatura prejudicial à isolação, às conexões, às terminações e a circunvizinhança dos condutores.

A NBR 5410 também indica, em seus itens seguintes, as especificidades dos dispositivos de proteção de acordo com a natureza do circuito, informando a localização correta para instalação, instruções a respeito da coordenação e das características dos dispositivos e as circunstâncias onde essa proteção deve ser omitida.

Sobre as conexões, a NBR 5410, em seu item 6.2.8, afirma que elas devem garantir continuidade elétrica durável entre os condutores e com os outros componentes da instalação, adequada suportabilidade mecânica e adequada proteção mecânica. A continuidade do item apresenta demais informações a respeito das características e especificações que as conexões devem possuir.

A Norma também indica os critérios relacionados a quantidade mínima de tomadas na edificação, que são definidos pela área e pelo perímetro dos cômodos, e da seção mínima dos condutores, que são determinadas pelas tabelas apresentadas na seção 6.5.5.2.

A NBR 5410 também fala, em seu item 7, sobre a importância da inspeção da obra durante a sua execução e antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar

a conformidade com as prescrições desta Norma. Além disso, aponta que essas verificações devem ser realizadas por profissionais qualificados, com experiência e competência.

Apesar dos pontos citados anteriormente, a NBR 5410 ainda apresenta uma grande defasagem em relação à prevenção de incêndios. Visto que essa é a norma base para toda instalação elétrica de baixa tensão e diante da grande incidência de incêndios de origem elétrica no país, seu texto deveria conter mais informações e critérios relacionados a esse tema.

A norma vigente foi publicada em 2004 e está sendo revisada pela comissão de estudos da ABNT desde março de 2012. Esta demora na revisão se deve à grande extensão da norma e pelo fato de os itens estarem sendo discutidos um por um. Apesar disso, existe um consenso de que a norma não requer mudanças drásticas e não terá um grande aumento em seu tamanho (MORENO, 2020).

Dentre as mudanças, haverá a adição de critérios e classificações de materiais e equipamentos relacionados à diminuição ou prevenção dos riscos de incêndios. Segundo Moreno (2020), a revisão trará uma nova classificação dos cabos em relação à sua propagação de chama e fumaça e para os cabos de segurança. Dessa forma, serão dados códigos para cada um dos tipos desses condutores, informando qual deles devem ser usados em determinada situação ou local.

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 essas pequenas arcos elétricos que, quando ocorrem com muita frequência, provocam um estresse dentro das tomadas e interruptores, entram em curto e geram um incêndio. Essa sugestão vai ser dada principalmente em instalações que são feitas próximas de materiais combustíveis, como em casas construídas à base de madeira (MORENO, 2020).

Outra mudança importante será na Seção 7. A norma atualmente chama essa seção de “Verificação Final”, pois é a verificação anterior à entrega. A revisão mudará esse conceito e irá chamá-la de “Verificações da Instalação”, que será dividida em duas partes. Primeiro haverá a “Verificação Inicial”, semelhante à verificação que é praticada atualmente, onde é tratada da inspeção da documentação, dos ensaios e da verificação visual. Além dessa, haverá a “Verificação Periódica”, que vai trazer quais são os ensaios e verificações que deverão ser feitos durante a vida útil da instalação, sugerindo periodicidades em função do tipo de instalação (MORENO, 2020).

### **5.1.2 NR – 10**

A NR 10 é responsável por estabelecer os requisitos e condições mínimas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos que garantam a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

No seu item 10.8, é apresentada as definições e requisitos para trabalhadores qualificados, habilitados, capacitados e autorizados. No item 10.6 é determinado que as intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 Volts em corrente alternada ou superior a 120 Volts em corrente contínua, somente poderão ser realizadas por trabalhadores que atendam ao que estabelece o item 10.8 da mesma Norma.

O item 10.9 é destinado à proteção contra incêndio e explosão. Dentre outras informações, é determinado que as instalações elétricas de áreas classificadas ou sujeitas a risco acentuado de incêndio ou explosões, sejam providas de dispositivos de proteção para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação.

### **5.1.3 Corpo de Bombeiros**

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará não possui uma norma em vigor que trate diretamente da vistoria de instalações elétricas. Dentre as Instruções Técnicas do CBMESP, que servem de modelo para outros Corpos de Bombeiros do país, incluindo o do Estado do Ceará, a IT-41 tem por objetivo estabelecer os parâmetros para a realização de inspeção visual das instalações elétricas de baixa tensão das edificações e áreas de risco.

Dentre os pontos mais importantes, a IT-41 determina que a instalação elétrica de baixa tensão deve atender às prescrições da NBR 5410, bem como as regulamentações das autoridades e das distribuidoras de energia elétrica. Além disso, a norma pondera que a inspeção visual nos termos desta IT não significa que a instalação atende a todas as prescrições normativas e legislações pertinentes, afinal a inspeção visual tem natureza de verificação apenas parcial. Dessa forma, a IT-41 estabelece que a responsabilidade quanto à elaboração do projeto,

assim como a execução e manutenção da instalação elétrica, é dos profissionais técnicos e que cabe ao proprietário a obrigação de utilizar a instalação elétrica de maneira adequada.

A IT-41 da CBMESP também estabelece que, de maneira geral, todos os circuitos devem dispor de dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (sobrecarga e curto-circuito) e que os equipamentos destinados a operar em situações de incêndio devem ter seu funcionamento e desempenho elétricos assegurado pelo tempo necessário para a saída das pessoas, execução do combate ao fogo e salvamento.

## **5.2 A importância dos componentes das instalações elétricas**

No capítulo anterior, foi possível verificar diversas situações em que um incêndio pode iniciar devido a alguma falha ou má utilização de um elemento que compõe a instalação elétrica. Conhecer as características e funções dos componentes é essencial para o seu correto funcionamento e para diminuir a possibilidade de ocorrer falhas na instalação elétrica.

### **5.2.1 Condutores**

Para garantir o bom funcionamento e a segurança da instalação elétrica, é fundamental a escolha correta das características e da qualidade dos condutores que serão utilizados. O seu dimensionamento requer uma análise precisa e detalhada das cargas e condições presentes na instalação.

A qualidade do cobre utilizado no condutor é essencial para evitar o aquecimento do fio e para facilitar a sua manipulação, a realização de emendas e na ligação de tomadas, interruptores e outros dispositivos.

A isolação do cabo também deve ser de qualidade e está em bom estado, para garantir que o condutor possa ser manipulado e funcionar sem o risco de haver um curto-circuito.



### **5.2.2 Disjuntores e fusíveis**

Algumas das falhas elétricas que originam incêndio se devem a 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.

No dimensionamento do disjuntor, deve-se garantir que a capacidade do disjuntor seja maior do que a corrente de projeto e menor que a corrente máxima do condutor, garantindo que o limite de corrente do cabo nunca seja atingido. Caso a capacidade do disjuntor seja superior à capacidade de condução do condutor, o circuito poderá ficar sobreaquecido, danificando isolamento do cabo e podendo gerar um incêndio.

### **5.3 Medidas mais importantes para a elaboração e execução de um bom projeto**

A elaboração de um bom projeto elétrico é um fator essencial para diminuir os riscos de ocorrer um incêndio na instalação elétrica. O primeiro passo para isso é a contratação de profissionais habilitados, que deverão elaborá-lo de acordo com os requisitos presentes nas normas da ABNT, das concessionárias e da ANEEL. A etapa que deve iniciar a elaboração do projeto e que servirá de base para todo o restante do planejamento é o levantamento de cargas.

Nos capítulos anteriores, foi apresentado algumas dos efeitos causados pelo mau dimensionamento dos componentes da instalação elétrica. Dessa forma, o processo de levantamento de carga deve ser feito de forma muito cuidadosa e precisa, pois todos os dimensionamentos restantes dependerão dos dados levantados nessa etapa. Para a sua realização, deve haver uma grande colaboração dos consumidores, que irão informar as características e a quantidade de cargas que serão utilizadas.

Além da elaboração, é fundamental que a execução do projeto ou qualquer manejo da instalação elétrica seja feita somente por profissionais. Afinal, é importante que esse

profissional seja capaz de realizar o serviço seguindo todas as especificações do projeto e de manipular todos os elementos que compõe a instalação elétrica.

Para a segurança da instalação elétrica, deve ser utilizado somente materiais certificados e de qualidade. Para isso, deve-se assegurar-se que a compra será realizada em um comercio autorizado, exigir nota fiscal e verificar a certificação do INMETRO.

#### **5.4 Cuidados indispensáveis na utilização e manutenção da instalação elétrica**

A falta de manutenção contribui para o envelhecimento e a degradação da instalação elétrica e dos seus componentes, resultando na ocorrência de falhas que podem causar tragédias. Dessa forma, é fundamental que a instalação elétrica receba manutenções periódicas, a fim de antecipar a presença de falhas e evitar maiores danos. Realizar a manutenção regularmente pode aparentar ser um custo desnecessário de tempo e dinheiro, principalmente quando não são encontrados nenhum problema, porém ela representa um investimento para a segurança e uma economia de gastos para os moradores, visto que a ocorrência de incêndios e outros sinistros podem gerar grandes prejuízos financeiros e afetar a saúde e segurança dos habitantes da edificação.

Para prevenir a ocorrência de incêndios, não basta ter a instalação elétrica em boas condições, também é necessário que ela seja utilizada corretamente, respeitando os limites para a qual ela foi planejada. Dessa forma, é importante que as pessoas se conscientizem e tomem medidas que diminuam o risco da ocorrência de incêndios originados pela eletricidade. Dentre algumas medidas, podemos citar: utilizar aparelhos e equipamentos compatíveis com os circuitos e as tomadas, evitar a utilização de T's e extensões elétricas, utilizar somente equipamentos e aparelhos elétricos de qualidade e não promover grandes ampliações na carga instalada sem as devidas modificações.

Outra medida que poderia fazer bastante diferença na prevenção de incêndios de origem elétrica é a utilização, por parte dos moradores, do Manual do Proprietário, que contém orientações a respeito dos cuidados necessários para a manutenção adequada da edificação, além dos diagramas hidráulicos, elétricos e estruturais. Dessa forma, o proprietário pode ficar ciente das especificações dos circuitos e dos locais adequados para fazer perfurações e novas instalações.

## **5.5 Os principais sinais de riscos que devem ser observados**

Muitas vezes os incêndios são provocados por uma falha repentina, mas em alguns casos é possível observar sinais de que a instalação elétrica está apresentando problemas e de que uma intervenção é necessária. Os defeitos das instalações elétricas podem ser observados por um aumento, sem causa aparente, do consumo de energia elétrica, dispositivos de proteção desarmando constantemente, queima de equipamentos, oscilações na energia elétrica, ocorrência de choques elétricos e cheiro de queimado. Caso alguma dessas situações ocorra, deve-se procurar imediatamente um profissional qualificado para realizar os devidos reparos.

## 6 CONCLUSÃO

Diante do exposto neste trabalho, fica evidente a necessidade de se modificar a forma como a sociedade utiliza as instalações elétricas. Seja por profissionais ou leigos, o manejo da eletricidade exige bastante cuidado e responsabilidade, pois apesar de sua importância, ela pode ser a ignição para ocorrência de acidentes de alta gravidade. Alguns dos casos aqui apresentados demonstram as terríveis consequências que os incêndios podem gerar, tanto do ponto de vista financeiros como, principalmente, à saúde e vida das pessoas.

De acordo com o que foi mostrado por meio dos dados fornecidos pela ABRACOPEL, o Brasil tem sido palco de uma enorme quantidade de incêndios de origem elétrica, número que tem aumentado a cada ano. Outro dado bastante relevante é a grande predominância desses incêndios em edificações residenciais, onde as pessoas passam a maior parte do seu tempo e que deveria ser o local de maior segurança e conforto. Esses e outros dados ajudaram a explicar o contexto atual e a justificar a motivação deste trabalho.

Conforme foi apresentado, são várias as lacunas presentes nas instalações elétricas do país e que contribuem para que tantos casos aconteçam. O elevado número de residências sem projeto elétrico, a contratação de profissionais não habilitados e o uso de materiais e equipamentos de baixa qualidade são apenas alguns dos fatores responsáveis pela geração de incêndios e que apontam para um cenário de falhas em diversas etapas da utilização da energia elétrica, desde a elaboração do projeto até o uso diário dos aparelhos elétricos.

Por meio do estudo e análise de todos esses eventos causadores de incêndios, foi possível elaborar medidas que possuem o objetivo de diminuir a possibilidade desses acidentes ocorrerem. A contratação de profissionais qualificados e atualizados com as normas vigentes, manutenções periódicas e o uso somente de materiais e equipamentos de qualidade são algumas das medidas que, por mais simples que sejam, podem ser fundamentais para evitar que essas tragédias ocorram.

Como a ocorrência desses incêndios está ligada a todas as etapas do uso da energia elétrica, essas ações preventivas devem ser praticadas por todas as pessoas. Outras ferramentas que podem ser úteis na prevenção dos incêndios e serem aprofundadas em futuros trabalhos, é a utilização de campanhas de conscientização a respeito dos riscos gerados pelas negligências no uso da eletricidade e o fortalecimento das fiscalizações por parte dos órgãos públicos. Somente com a adoção dessas e outras medidas será possível reverter o cenário atual e tornar as tragédias causadas por esses incêndios cada vez mais raras.

## REFERÊNCIAS

- ABRACOPEL. **Anuário estatístico de acidentes de origem elétrica 2020**: base 2019, São Paulo - SP. Disponível em: <https://abracopel.org/estatisticas/>. Acesso em: 11 dez. 2020.
- ABRACOPEL; PROCOBRE. **Raio X das Instalações Elétricas Residenciais Brasileiras**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://abracopel.org/estatisticas/>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica N.º 41/2019**: inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão. São Paulo, 2019.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO CEARÁ. **Norma Técnica N.º 004/2008**: sistema de proteção por aparelhos extintores de incêndio. Fortaleza, 2008
- CRIANÇA de dois anos morre após incêndio em quarto no Parque Dois Irmãos. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 17 out. 2020. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/seguranca/crianca-de-dois-anos-morre-apos-incendio-em-quarto-no-parque-dois-irmaos-1.3000757>. Acesso em: 12 dez. 2020
- FLORES, Bráulio Cançado; ORNELAS, Éliton Ataíde; DIAS, Leônidas Eduardo. **Fundamentos de Combate a Incêndio – Manual de Bombeiros**. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Goiânia-GO, 1ªed: 2016, 150p.
- GOMES, Taís. **Projeto de prevenção e combate a incêndio**. 2014. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- HELAL FILHO, William. Fotos e relato cronológico relembram incêndio no Edifício Joelma, em São Paulo, que deixou 187 mortos, há 45 anos. **O GLOBO**, Rio de Janeiro, 1 fev. 2019. Blog do Acervo. Disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/blog-do-acervo/post/relembre-o-incendio-do-edificio-joelma-uma-das-maiores-tragedias-do-pais-completa-45-anos.html>. Acesso em: 12 dez. 2020.

INCÊNDIO causado por carregador de celular destrói residência em Santos. **G1 Santos**, Santos, 9 jul. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2020/07/09/incendio-causado-por-carregador-de-celular-destroi-residencia-em-santos.ghtml>. Acesso em: 12 dez. 2020.

LUCCHESI, Bette. Incêndio no CT do Flamengo começou no ar-condicionado e se alastrou devido a material do contêiner, aponta laudo. **G1 Rio**, Rio de Janeiro, 8 mai. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/05/08/incendio-no-ct-do-flamengo-comecou-em-curto-no-ar-condicionado-e-se-alastrou-devido-a-material-do-conteiner-aponta-laudo.ghtml>. Acesso em: 10 dez. 2020.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora N.º 10**: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília, 2004.

MOREIRA, Gabriela; LINS, Marcelo. Flamengo sabia da situação de 'grande risco' no Ninho do Urubu nove meses antes do incêndio. **G1 Rio**, Rio de Janeiro, 9 set. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/09/09/flamengo-sabia-da-situacao-de-grande-risco-no-ninho-do-urubu-nove-meses-antes-do-incendio.ghtml>. Acesso em: 11 dez. 2020.

MORENO, Hilton. NBR 5410 – em que pé se encontra a revisão da norma? *In*: FÓRUM NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA ONLINE. 1., 2020, [s. l.]. **1º Fórum [...]**. [S. l.]: Revista Potência, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XxS2NVEbTk>. Acesso em: 1 abr. 2021

RANGEL JUNIOR, Estellito. A eletricidade como fator gerador de incêndios. **Revista Incêndio**. São Paulo, n. 73, p. 14-26, nov. 2011.

SEITO, Alexandre Itiu; et. al.; **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, Mauricio Dias Paixão da. **Prevenção de Acidentes nas Instalações Elétricas** 2016. 110f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVEIRA, Daniel. Incêndio que destruiu o Museu Nacional começou no ar-condicionado do auditório, diz laudo da PF. **G1 Rio**, Rio de Janeiro, 4 abr. 2019. Disponível em

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/04/04/policia-federal-divulga-laudo-de-incendio-que-destruiu-o-museu-nacional-no-rio.ghtml>. Acesso em: 10 dez. 2020.

ZUAZO, Pedro. Relembre o incêndio no Hospital Badim, que deixou 23 mortos. **O GLOBO**, Rio de Janeiro, 27 out. 2020. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/relembre-incendio-no-hospital-badim-que-deixou-23-mortos-24714852>. Acesso: 10 dez. 2020.