

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Arquitetura

Marcelo Santana Silvino

**A IMPORTÂNCIA DA CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES  
ELÉTRICAS PARA A GESTÃO DE RISCOS E PREVENÇÃO DE  
INCÊNDIOS EM PATRIMÔNIO CULTURAL EDIFICADO**

**Belo Horizonte**

**2018**

Marcelo Santana Silvino

# **A IMPORTÂNCIA DA CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA A GESTÃO DE RISCOS E PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS EM PATRIMÔNIO CULTURAL EDIFICADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável.

Área de Concentração: Bens Culturais, Tecnologia e Território.

Linha de pesquisa: Tecnologia do Ambiente Construído

Orientador: Prof. Dr. Paulo Gustavo von Kruger

**Belo Horizonte**

**2018**

#### FICHA CATALOGRAFICA

S587i      Silvino, Marcelo Santana.  
A importância da conformidade das instalações elétricas para a gestão de riscos e prevenção de incêndios em patrimônio cultural edificado [manuscrito] : / Marcelo Santana Silvino. - 2018.  
127 f. : il.

Orientador: Paulo Gustavo von Krüger.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Prevenção de incêndio - Teses. 2. Instalações elétricas - Teses. 3. Patrimônio cultural - Teses. I. Krüger, Paulo Gustavo von. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 350.85

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO ALUNO Marcelo Santana Silvino, nº de matrícula 2016676390 DO CURSO DE MESTRADO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO E PATRIMÔNIO SUSTENTÁVEL DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Aos vinte e sete dias do mês de março do ano de dois mil e dezoito, às quatorze horas na sala 200 da Escola de Arquitetura, situada à Rua Paraíba, número seiscentos e noventa e sete, bairro Funcionários, na cidade de Belo Horizonte, reuniu-se a Comissão Examinadora de Dissertação para julgar o trabalho "A Importância da Conformidade das Instalações Elétricas para a Gestão de Riscos e Prevenção de Incêndios em Patrimônio Cultural Edificado", requisito final para a obtenção do grau de Mestre, na área de concentração "Bens Culturais, Tecnologia e Território". Abrindo a sessão, o orientador professor doutor Paulo Gustavo von Krüger, após expor as Normas Regulamentares do Trabalho Final, pediu para o aluno iniciar a apresentação do seu trabalho. Seguiu-se arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a comissão reuniu-se sem a presença do mestrando e do público para julgamento e expedição do seguinte resultado:

Aprovação

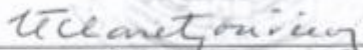
Aprovação com solicitação das revisões constantes nesta ata, no prazo de 30 dias.

Reprovação

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Antônio Maria Claret de Gouveia UFOP/MG



Prof. Dr. Edgar Vladimiro Mantilha Carrasco EA/UFMG

Ciente:



Marcelo Santana Silvino

Atesto que as alterações exigidas serão cumpridas.

Belo Horizonte, 27 de março de 2018.

Orientador:



Prof. Dr. Paulo Gustavo von Krüger, EA/UFMG

Homologado pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação do curso de Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável em 02/05/2018.

Coordenador:



Prof. Dr. Leonardo Barci Castriota "ad referendum"

Dedico à minha família e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por iluminar meus caminhos, guiar-me, acalmar-me, abençoar-me e cuidar de minha vida.

Ao Professor Dr. Paulo Gustavo von Kruger, por me convidar a participar do mestrado, abrindo-me as portas para conhecimentos que jamais esperaria obter, por me orientar neste trabalho, pela sua confiança nas diversas outras atividades em que trabalhamos juntos. Espero que muitos frutos ainda sejam colhidos ao longo de nossa constante e insistente busca em contribuir para prevenção de incêndio.

À minha querida esposa Gabriela, por todo amor, carinho e incentivo, e principalmente por estudar comigo e tanto me ensinar sobre patrimônio cultural, o que foi essencial para que eu fosse aprovado no processo de seleção do programa de mestrado.

À minha família, meu pai João Bosco, minha mãe Ivone, meus irmãos João Bosco Jr. e Paulo, que sempre me incentivaram e me apoiaram nessa jornada. Vocês são minha maior referência, meu abrigo, meu porto seguro. Obrigado à minha mãe pela correção ortográfica deste trabalho e todos os artigos que escrevo. Foram dias dedicados que contribuíram para a qualidade do texto, possibilitando uma interpretação muito mais clara.

Ao Professor Eugênio, referência em minha vida pessoal e acadêmica. Obrigado pelo incentivo, pelas orientações nesta pesquisa, nos artigos que escrevo e no caminho que procuro seguir. Muito obrigado pelos ensinamentos sobre sustentabilidade que muito contribuíram para minha aprovação no processo de seleção do programa de mestrado.

À minha banca de qualificação, que muito contribuiu para que eu conduzisse a pesquisa em um caminho certo, formada pelo Mestre Leonardo Barreto, um engenheiro eletricista exemplar e historiador com quem aprendo muito em nossas discussões e trabalhos, e pelo Professor Dr. Edgar, que me provou que o caminho por mim primeiramente traçado não era adequado, ajudando-me, então, a direcionar melhor o meu trabalho.

Ao amigo Thiago, companheiro nessa estrada de mestrado e de trabalho. Estamos juntos, camarada, até o final.

Ao amigo Reynaldo, companheiro de trabalho, o engenheiro especialista em incêndio que mais admiro, por todas as discussões e ensinamentos que nos faz cada dia melhor.

## RESUMO

Este trabalho busca contribuir para a gestão de riscos de incêndio por meio da apresentação de um modelo, em forma de lista de verificação, que funciona como um roteiro para a verificação das instalações elétricas de edificações. Objetiva, também, colaborar para a gestão do patrimônio cultural edificado, apresentando diretrizes de intervenções para adequações das instalações elétricas que podem ser consideradas parte da conservação do bem. Quanto à metodologia, a pesquisa utilizou como instrumentos de coleta de dados uma revisão bibliográfica em artigos publicados em periódicos, com preferência para os revisados por pares, normas específicas do setor elétrico, legislação do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e Cartas Patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos. O modelo proposto e as diretrizes de intervenção apresentadas foram aplicados em um estudo de caso realizado no Instituto Casa da Glória, em Diamantina-MG, patrimônio histórico nacional e da humanidade, em que foi possível verificar a sua viabilidade prática. Espera-se que os resultados obtidos neste trabalho sirvam de ferramenta para reduzir os incêndios relacionados à eletricidade, que orientem atividades de intervenção no patrimônio cultural edificado e incentivem novas pesquisas relacionadas ao tema.

Palavras chave: Prevenção de incêndio; Instalações elétricas; Patrimônio cultural.

## **ABSTRACT**

This work aims at contributing to the fire risk management presenting a template, in the form of a checklist, which works as a guide for the verification of buildings electrical installations. It also aims at providing resources to the management of the built cultural heritage, presenting guidelines for interventions to adapt electrical installations that can be considered part of the conservation of the cultural asset. As for the methodology, the research used to collect data a bibliographic review of articles published in journals, preferably the peer reviewed ones, specific regulation of the electric sector, the Minas Gerais Military Fire Brigade legislation and Patrimonial Letters adopted by the Unesco and Icomos. The suggested template and intervention guidelines presented were applied in a case study carried out at Casa da Glória Institute, in Diamantina, a city in the state of Minas Gerais, a national and world heritage site, in which it was possible to verify its feasibility. The results of this work are expected to serve as a tool to reduce the fires related to electricity, and to guide intervention activities in the built cultural heritage and also encourage new research related to the theme.

Key words: Fire prevention; Electrical installations; Cultural Heritage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Tetraedro do Fogo.....	22
FIGURA 2 – O campo eletrostático entre duas cargas de polaridades opostas.....	35
FIGURA 3 – Diferença entre Fios e Cabos.....	37
FIGURA 4 – Incêndio Edifício Joelma, São Paulo, 1974.....	38
FIGURA 5 – Incêndio Edifício Andorinhas, 1986.....	38
FIGURA 6 – Incêndio no Museu da Língua Portuguesa, 2015.....	39
FIGURA 7 – Falta em linha.....	44
FIGURA 8 – Falta em paralelo.....	44
FIGURA 9 – Instituto Casa da Glória.....	90
FIGURA 10 – Casa da Glória no período de abandono (1966 a 1979).....	93
FIGURA 11 – Paredes de pau-a-pique no pavimento superior da Casa da Glória.....	94
FIGURA 12 – Equipamentos utilizados na inspeção.....	95
FIGURA 13 – Inconformidade no SPDA.....	100
FIGURA 14 – QDC principal (entrada de energia) – Ausência DDR e DPS.....	100
FIGURA 15 – QDC Bloco I - Ausência DDR e DPS.....	101
FIGURA 16 – QDC Bloco II – 1º e 2º Pavimentos - Ausência DDR e DPS.....	101
FIGURA 17 – Adaptador com sobreaquecimento e próximo de materiais combustíveis.....	102
FIGURA 18 – Adaptador com sobreaquecimento e próximo de materiais combustíveis.....	102
FIGURA 19 – Sobreaquecimento em tomada.....	103
FIGURA 20 – Tomadas com evidências de sobreaquecimento.....	103
FIGURA 21 – Fixação inadequada de luminárias.....	103
FIGURA 22 – Reator em contato com teto de madeira de acabamento e plástico.....	104
FIGURA 23 – Sobreaquecimento em emenda e condutor.....	105
FIGURA 24 – Sobreaquecimento em emenda e condutor.....	105
FIGURA 25 – Sobreaquecimento em emenda e condutor.....	105
FIGURA 26 – Sobreaquecimento em emenda e condutor.....	105
FIGURA 27 – Emenda fora de caixa.....	106
FIGURA 28 – Emenda fora de caixa no telhado.....	106
FIGURA 29 – Emenda fora de caixa no telhado.....	106
FIGURA 30 – Instalação inadequada de condutores no telhado.....	107
FIGURA 31 – Instalação inadequada de condutores no telhado.....	107
FIGURA 32 – Instalação inadequada de condutores no telhado.....	107
FIGURA 33 – Condutor inadequado para instalações fixas.....	108
FIGURA 34 – Condutor inadequado para instalações fixas.....	108
FIGURA 35 – Condutor inadequado para instalações fixas.....	108
FIGURA 36 – Sistema de captação Instituto Casa da Glória.....	110
FIGURA 37 – Exemplo malha de captação.....	110
FIGURA 38 – Sistema de descida Instituto Casa da Glória.....	111
FIGURA 39 – Exemplo descida por chapa.....	111
FIGURA 40 – Dormitório do Instituto Casa da Glória.....	113
FIGURA 41 – Afastamento de reator com tetos combustíveis.....	113
FIGURA 42 – Lâmpada tubular de LED.....	114

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Ensaio em adaptadores de energia.....	49
TABELA 2 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método ARICA.....	54
TABELA 3 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método Gretener adaptado por Gouveia.....	55
TABELA 4 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método FRAME.....	55
TABELA 5 – Causas possíveis de incêndio em São Paulo em 2006.....	57
TABELA 6 – Incêndios ocorridos por curto-circuito no Brasil 2013-2016.....	57
TABELA 7 – Principais inconformidades nas instalações elétricas residenciais com mais de 20 anos.....	58
TABELA 8 – Equipamentos envolvidos em incêndios em edificações.....	58
TABELA 9 – Temperatura característica dos condutores.....	73
TABELA 10 – Capacidade de corrente máxima em condutores isolados com camada de PVC.....	73

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Mapeamento história da eletricidade .....	32
QUADRO 2 – Irregularidades nas instalações elétricas que representam risco de incêndio	69
QUADRO 3 – Requisitos das instalações elétricas quanto à prevenção de incêndios .....	75
QUADRO 4 – Requisitos do sistema de proteção contra descargas atmosféricas .....	77
QUADRO 5 – Modelo proposto para verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio .....	79
QUADRO 6 – Orientações quanto a intervenções expressas em cartas patrimoniais .....	84
QUADRO 7 – Orientações quanto a intervenções expressas na IT-35 do CBMMG .....	85
QUADRO 8 - Verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio – Instituto Casa da Glória .....	96

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRACOPEL – Associação Brasileira de Conscientização para Perigos da Eletricidade

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBMMG – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

CFPA-Europe – Confederation of Fire Protection Associations Europe

CGE – Centro de Geologia Eschwege

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DDR – Dispositivo de Proteção Residual

DPS – Dispositivo de Proteção Contra Surto

F<sub>IEL</sub> – Fator relacionado às Instalações Elétricas

ICOMOS – International Council of Monuments and Sites (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios)

IEC – International Electrotechnical Commission

IEPHA – Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

NFIRS – Fire Administration's National Fire Incident Reporting System

NFPA – National Fire Protection Association

PVC – Policloreto de vinila

SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

SPHAN – Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

PVC (Policloreto de vinila)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
1.1	Objetivos .....	18
1.2	Justificativa .....	19
2	CONTEXTUALIZAÇÃO E CONCEITOS GERAIS .....	21
2.1	Ciências do Incêndio.....	21
2.1.1	Conceitos Básicos Sobre o Incêndio.....	22
2.1.2	A Segurança Contra Incêndio .....	23
2.2	Patrimônio Cultural.....	25
2.2.1	A Importância da Proteção Contra Incêndios no Patrimônio Cultural Edificado .....	27
2.3	A Eletricidade .....	31
2.3.1	Conceitos Básicos Sobre a Eletricidade .....	34
2.3.2	Alguns incêndios relacionados à eletricidade ocorridos no Brasil.....	37
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	40
3.1	Eletricidade como Fator de Ativação de Incêndio .....	40
3.1.1	Componentes das instalações elétricas .....	42
3.1.1.1	Condutores elétricos .....	42
3.1.1.2	Fusíveis, Disjuntores e DDR.....	46
3.1.1.3	Tomadas elétricas e adaptadores.....	47
3.1.1.4	Iluminação.....	49
3.1.1.5	Conexões elétricas .....	50
3.1.2	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas .....	50
3.1.3	Projeto, execução, inspeção e manutenção das instalações elétricas.....	51
3.1.4	Gerenciamento de riscos de incêndio .....	52
3.1.5	Dados Estatísticos.....	56
3.2	Intervenção em Patrimônio Cultural Edificado.....	59
4	METODOLOGIA.....	64
5	RESULTADOS.....	67
5.1	Conformidade das instalações elétricas em edificações .....	67
5.1.1	Dados coletados na revisão bibliográfica .....	67
5.1.2	Considerações sobre a ABNT NBR 5410.....	71
5.1.3	Considerações sobre a ABNT NBR 5419.....	75

5.1.4	Considerações sobre o gerenciamento de risco .....	77
5.1.5	Proposta de modelo de procedimento de verificação das instalações elétricas de uma edificação.....	78
5.2	Adequação das instalações elétricas em patrimônio cultural edificado.....	83
5.2.1	Considerações relativas às cartas patrimoniais .....	83
5.2.2	Considerações relativas à Instrução Técnica n° 35 do CBMMG .....	84
5.2.3	Diretrizes de intervenção para adequação das instalações elétricas em patrimônio cultural edificado.....	85
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	88
6.1	Estudo de caso .....	88
6.1.1	A Cidade de Diamantina.....	88
6.1.2	O Instituto Casa da Glória.....	90
6.1.3	Diagnóstico no Instituto Casa da Glória.....	94
6.1.4	Necessidades de Adequação para o Instituto Casa da Glória.....	109
6.1.4.1	Adequação no Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.....	109
6.1.4.2	Adequação nos quadros de distribuição.....	112
6.1.4.3	Adequação no sistema de tomadas .....	112
6.1.4.4	Adequação no sistema de iluminação.....	113
6.1.4.5	Adequação em condutores e conexões.....	114
6.2	Considerações dos resultados da pesquisa.....	114
7	CONCLUSÕES.....	118
7.1	Sugestões de continuidade.....	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	121

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a temática sobre a preservação de patrimônios culturais como referência à identidade e memória da sociedade e como portadores de registros importantes de tempos passados, um valor inestimável, começou a ser considerada politicamente relevante, envolvendo o Estado, a partir de 1920. Nessa época, já funcionavam os grandes museus nacionais, embora não existissem ferramentas para proteger os bens, principalmente os imóveis (FONSECA, 2005).

Desde a efetiva participação do Estado, principalmente com a criação do SPHAN (Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), em 1938, ferramentas de proteção ao patrimônio foram criadas. Essas ferramentas tinham como objetivo principal a preservação das características estéticas das edificações, determinando regras para intervenções, porém, não eram evidentes as preocupações com algumas ameaças, como incêndios. Um dos principais fatores de ativação desse tipo de sinistro são os problemas relacionados às instalações elétricas.

Em seu conceito inicial, “patrimônio de um particular” era entendido como o conjunto de bens de algum valor econômico, objeto de apropriação privada. Com o tempo, porém, esse termo sofreu uma ampliação e um deslocamento, sendo, hoje, utilizado em diversas expressões, como, “patrimônio arquitetônico”, “patrimônio histórico e artístico”, “patrimônio cultural” e “patrimônio natural”, que abrangem uma gama de fenômenos muito mais ampla que a inicial. Assim, observou-se a necessidade de se expandir a área de conhecimento com o objetivo de idealizar ferramentas mais apropriadas para a preservação de bens, considerando novos aspectos, e, principalmente, adicionando aos critérios estilísticos e históricos a preocupação com o entorno, a ambiência, o significado, os aspectos humanísticos e sociais dos mesmos. Em primeiro momento, as decisões de responsabilidade, levando-se em conta apenas critérios materiais para identificar um elenco limitado de excepcionalidades, pertenciam apenas a uma área de conhecimento formada por historiadores, arquitetos, urbanistas, especialistas em conservação e profissionais afins. Com a inserção de novos conceitos, outras áreas, tais como, economia, meio ambiente e, até mesmo, a própria população passaram a participar das decisões no campo do patrimônio (CASTRIOTA, 2009).

A energia elétrica é um bem imprescindível à humanidade, contudo, o seu emprego exige cuidados especiais para não causar riscos às pessoas e ao patrimônio. Observam-se, com o avanço da tecnologia, que novos equipamentos são criados, os existentes são modificados e, cada vez mais, aparelhos são acrescentados às edificações, provocando um aumento do consumo de energia elétrica que, muitas vezes, não vem acompanhado de uma expansão planejada das instalações, gerando situações de risco para o bem e seus usuários (SILVA, 2011). No caso de edificações de valor cultural, além desses fatores, a própria instalação, quando envelhecida, com materiais e dispositivos obsoletos, somados à falta de inspeção e manutenção adequada, torna-se um risco de incêndio.

O problema trabalhado nesta pesquisa pode ser apresentado na seguinte pergunta: Como reduzir os riscos de incêndio relacionados às instalações elétricas em edificações de valor cultural? Com o objetivo de contribuir para a gestão de riscos de incêndio devido a problemas nas instalações elétricas em edificações, esta investigação defende que os riscos possam ser reduzidos através de técnicas, metodologias e procedimentos desenvolvidos pela engenharia elétrica e a engenharia de incêndio. No caso de edificações de valor cultural é necessária também, a participação de profissionais especialistas na área de preservação do patrimônio cultural. Com o desenvolvimento e aplicação de ferramentas envolvendo, no mínimo, essas áreas citadas, a edificação poderá ser considerada segura, em se tratando de risco de incêndios relacionados às instalações elétricas, de maneira a contribuir na preservação da vida e do patrimônio.

No sentido de reforçar a relação entre preservação e eliminação de riscos de sinistros, Serpa (2009, p. 16) afirma:

A preservação do patrimônio histórico edificado contra os incêndios também pode ser considerada uma abordagem de conservação, uma vez que esta ação visa a continuidade dos bens, tanto materiais quanto imateriais, para as gerações futuras. A segurança do patrimônio contra incêndios tem como premissa a prevenção aos riscos e deve ser pensada juntamente aos aspectos da preservação histórica, a fim de que sejam assegurados os valores culturais e a autenticidade dos bens.

A metodologia para o desenvolvimento desta dissertação fundamentou-se em uma revisão bibliográfica e utilizou como instrumentos de coleta de dados, pesquisa em periódicos, normas, livros e publicações de entidades relacionadas à eletricidade e incêndio. Com o embasamento teórico consolidado, criou-se uma

metodologia para investigação de riscos de incêndio em edificações relacionados às instalações elétricas e, então, aplicou-se essa ferramenta a um estudo de caso no Instituto Casa da Glória em Diamantina-MG.

A pesquisa desenvolvida resultou na elaboração desta dissertação que se apresenta de maneira geral na estrutura abaixo e detalhadamente em cada capítulo:

- Elementos pré-textuais: compostos de capa, lombada, folha de rosto, folha de aprovação, dedicatória, agradecimentos, resumo em língua portuguesa, resumo em língua inglesa, listas de ilustrações, tabelas, abreviaturas, símbolos e sumário;
- Introdução: capítulo inicial com uma visão global da pesquisa, abordagem do tema, apresentação da estrutura da dissertação, definição do problema investigado, objetivos e justificativa;
- Contextualização e Conceitos Gerais: Capítulo com contextualização e conceitos básicos gerais nas áreas de incêndio, elétrica e patrimônio com o objetivo de proporcionar ao leitor, os conhecimentos mínimos necessários para o entendimento do trabalho, além de incentivar um interesse aos assuntos relacionados a pesquisa;
- Revisão Bibliográfica: Estado da arte, capítulo que apresenta a fundamentação teórica, resultado de pesquisas em publicações de outros autores, órgãos relacionados ao tema e normas pertinentes. Criou-se uma base técnica e científica consistente para que os objetivos específicos da pesquisa fossem alcançados;
- Metodologia: Capítulo que descreve a estratégia adotada para se alcançarem os objetivos específicos;
- Resultados: Capítulo que apresenta de forma detalhada os resultados obtidos na pesquisa;
- Discussão dos Resultados: Capítulo que compara os resultados obtidos, inclusive com a aplicação do estudo de caso no Instituto Casa da Glória em Diamantina - MG, com a revisão bibliográfica;
- Conclusões: Capítulo com a síntese final da pesquisa, a qual consiste na resposta do problema apresentado na introdução;

- Referências Bibliográficas: Apresentação em formato de lista de todas as fontes de pesquisa utilizadas no trabalho, dentre elas artigos publicados em periódicos, revistas especializadas, livros, dissertações, normas e outras pertinentes.

Com os resultados obtidos nesse estudo, espera-se sensibilizar, informar e mobilizar a sociedade para instituir uma cultura de prevenção de incêndio, subsidiando uma possível reestruturação nas metodologias, processos e ferramentas de preservação do patrimônio arquitetônico e urbanístico brasileiro.

## 1.1 Objetivos

Objetivo Geral:

- Contribuir para a gestão de riscos de incêndio devido a problemas nas instalações elétricas em edificações, vislumbrando a proteção do patrimônio cultural.

Objetivos Específicos:

- Identificar as irregularidades em instalações elétricas que representam potencial risco de incêndio em edifícios;
- Identificar e avaliar as considerações relativas às instalações elétricas em metodologias de gerenciamento de riscos de incêndio existentes;
- Propor um modelo de procedimento de verificação das instalações elétricas em edificações no que se refere aos riscos de incêndio;
- Propor soluções para eliminar, ou reduzir, riscos de incêndio diagnosticados em edificações de valor cultural.
- Aplicar o modelo proposto a um estudo de caso no Instituto Casa da Glória, em Diamantina, Minas Gerais.

## 1.2 Justificativa

A partir da necessidade de se expandir a área de conhecimentos, a fim de idealizar ferramentas mais eficazes para a preservação, observa-se que é clara a importância de equipes interdisciplinares no campo do patrimônio. É de extrema importância que tenha a participação da Engenharia, em suas diversas modalidades, nas decisões relativas aos patrimônios culturais. Como justificativa para tal, basta entender que de nada adianta aplicar instrumentos de preservação e conservação de bens e patrimônios culturais, se não atentar para os impactos causados pelas mudanças climáticas e possíveis catástrofes e sinistros, tais como, os incêndios, em que são necessárias soluções de engenharia para se criarem meios de proteção e preservação adequados (SILVINO; FERREIRA, 2015).

Neste contexto, Silvino e Ferreira (2015, p. 3) descrevem que:

A perda de bens culturais representa impactos emocionais e econômicos para a sociedade, sendo válida, em uma abordagem atual da conservação, a utilização de técnicas de eliminação ou diminuição em níveis aceitáveis, de riscos, sendo esses ambientais, estruturais, incêndio e outros. Para criar ferramentas de preservação e proteção considerando-se esses riscos, é necessária a atuação de equipes de engenharia, em conjunto com as áreas já atuantes no campo de patrimônio, completando-se conhecimentos para que se tenham soluções adequadas, sem alterar as características que determinaram o motivo da preservação cultural, mais precisamente, o tombamento.

O consumo de energia elétrica no Brasil aumenta a cada ano, impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico, alterações climáticas e aumento da atividade industrial. O crescimento do consumo de energia elétrica favorece o risco de incêndio ativado por eletricidade, pois, frequentemente o proprietário da instalação não se preocupa em fazer uma revisão do sistema elétrico, causando sobrecarga e, conseqüentemente, incêndios. O incêndio não tem causa, e sim, fator de ativação, por ser um evento aleatório, mas esperado em uma edificação, o que torna-se necessário que as investigações busquem os fatores de ativação do incêndio (SILVA, 2011).

Diversos edifícios culturais foram, total ou parcialmente, destruídos por incêndios, os quais têm, como uma das principais fontes de riscos, fatores relacionados às instalações elétricas. Este trabalho visa a criarem-se modelos e ferramentas de gestão para garantir a eliminação, ou, pelo menos, redução das

fontes de risco de incêndio relacionadas às instalações elétricas. Ferramentas referentes ao risco de incêndio em patrimônios culturais ainda são limitadas, principalmente no que diz respeito às instalações elétricas, conhecidamente como “vilãs”, por serem de alto grau de risco. Diante disto, os resultados desta pesquisa são essenciais para a valorização e proteção das edificações e acervos culturais.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO E CONCEITOS GERAIS**

A pesquisa, que originou essa dissertação, abrange várias áreas de conhecimento, tendo como principais as ciências do incêndio, a engenharia elétrica e o patrimônio cultural, podendo, inclusive, em função das relações entre as áreas, ser considerada interdisciplinar. O leitor pode não possuir conhecimento nessas três principais áreas abordadas, então, esse capítulo tem o papel de contextualizá-las, de apresentar os conceitos elementares, de forma a fornecer um material que possibilite a compreensão mínima necessária para o entendimento do trabalho. Espera-se incentivar ao apreciador da leitura um interesse aos assuntos relacionados à pesquisa.

### **2.1 Ciências do Incêndio**

Um importante marco histórico do desenvolvimento da humanidade foi o domínio do fogo, que, a partir daí, foi utilizado para o homem se aquecer, cozinhar, fundir metal para fabricação de instrumentos e diversos outros proveitos. No entanto, esse mesmo fogo, que ajuda e constrói, pode destruir e fazer muito mal. Os primeiros homens que viram tal fenômeno fugiram por medo do desconhecido. Não sabiam que, quando em pequena quantidade, um pouco de terra seria o suficiente para apagá-lo e, por falta de conhecimento de como combatê-lo, abandonavam o local onde estivessem, permitindo assim, a sua expansão e, conseqüentemente, a destruição de grandes áreas. Hoje se reconhece o fogo como um fenômeno químico, assim, utilizando-se os métodos e equipamentos adequados, é possível lutar contra ele. Hoje tem-se conhecimento sobre esse elemento, o que faz entender que a fuga como primeira reação não é a melhor atitude – de posse de equipamentos adequados, pode-se combatê-lo de preferência em sua fase inicial (CAMILO JR., 2012).

### 2.1.1 Conceitos Básicos Sobre o Incêndio

O fogo trouxe muitas vantagens para a humanidade, porém, para possibilitar seu controle, é necessário entender seu comportamento, sua química, ou seja, sua ciência.

Segundo Silva, Vargas e Ono (2010, p. 14), “o fogo é um fenômeno físico-químico, caracterizado por uma reação de oxidação, com emissão de calor e luz”. De acordo com Camilo Jr (2012), quatro elementos compõem o fogo: combustível, comburente, calor e reação em cadeia, formando assim o tetraedro do fogo (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Tetraedro do Fogo



Fonte: Acervo Prof. Dr. Paulo Gustavo von Kruger.

Para que haja fogo, segundo Camilo Jr (2010, p. 16):

É necessário existir um combustível que, atingindo seus pontos de fulgor e combustão, gera gases inflamáveis, que, misturados com um comburente (geralmente o oxigênio contido no ar), precisam apenas de uma fonte de calor (faísca elétrica, chama ou superaquecimento) para inflamar e começar a reação em cadeia.

Seguem abaixo, as descrições dos quatro componentes, segundo Camilo Jr (2010):

**Combustível:** substância que queima, alimenta o fogo e serve como meio de sua propagação. O fogo caminha pelo combustível. Apresenta-se nas formas sólida, líquida e gasosa. Os gases, em sua forma natural ou liberados pelos sólidos e líquidos quando expostos ao calor, combinam com o comburente e formam uma substância inflamável. É necessário que o combustível seja aquecido até uma temperatura mínima, específica de cada material, capaz de liberar gases em quantidade suficiente para reagir com o oxigênio e viabilizar a combustão.

**Comburente:** elemento ativador do fogo. O mais comum é o oxigênio que se apresenta no ar atmosférico em uma quantidade de 21%. Em quantidade inferior a 8%, não ocorre a combustão; entre 8% e 13% ocorre a combustão lenta em que não haverá chama, somente brasa; de 13% a 21% ocorre a combustão viva com presença de chamas. Alguns combustíveis, como a pólvora, nitrato, celuloídes e outros já possuem oxigênio em sua composição de forma que podem queimar em locais com ou sem a presença de ar.

**Calor:** elemento que inicia o fogo e o faz propagar pelo combustível. Os materiais precisam de ser aquecidos para produzirem gases que, combinados ao comburente, formam uma mistura inflamável. Segundo Silva, Vargas e Ono (2010, p. 14), o calor “é a energia térmica que se transfere de um sistema para o outro em virtude da diferença de temperatura entre os dois”.

**Reação em cadeia:** Após iniciar a combustão, os combustíveis geram mais calor que aquecerão novas partículas, provocando desprendimento de mais gases ou vapores que, misturados ao comburente, formarão uma mistura que, em contato com alta temperatura ou outras chamas, irá se inflamar de forma contínua e progressiva, desenvolvendo, assim, uma reação em cadeia.

Considerando que para haver fogo é preciso a presença dos quatro componentes do tetraedro (combustível, comburente, calor e reação em cadeia), basta retirar um para extingui-lo ou impedir a existência de um para que o fogo não se inicie, como, por exemplo, evitar a possibilidade de fontes de calor (curtos-circuitos, faíscas, superfícies aquecidas, etc.).

### 2.1.2 A Segurança Contra Incêndio

Dentre os diversos fenômenos destruidores já ocorridos, como furacões, terremotos, enchentes, desabamentos, guerras, terrorismos e outros, o incêndio assola todos os locais, independente das condições políticas, econômicas ou geográficas, com efeitos devastadores, causando danos irrecuperáveis (ONO, 2004).

O incêndio pode ser definido, segundo a ABNT NBR 13860, como “fogo fora de controle”. No entanto, Gouveia (2017, p. 49), considera um evento complexo, definindo o incêndio de maneira mais elaborada, como:

O resultado da interação entre o fogo, a edificação e os usuários, interação esta que se desenvolve por meio de múltiplos fenômenos químicos, físicos, biológicos e psíquicos, mutuamente influenciáveis e ocorrentes, na sua maioria, em um tempo muito curto.

O incêndio não possui uma causa. Gouveia (2017, p. 57) explica o incêndio possui um início de ignição, que é aleatório, que “corresponde ao estabelecimento de uma reação de combustão sustentável a partir de um dos elementos da edificação ou de seu conteúdo”. Essa aleatoriedade do início de ignição retorna a perspectiva do conceito de incêndio proposto, que envolve o resultado da interação entre fogo, edificação e usuário, não sendo justo atribuir um culpado pela sua ocorrência. Assim, Gouveia (2017, p. 57) defende que “incêndios são fenômenos determinísticos e podem ser ditos como sem causa”.

Na história da humanidade, observa-se que desastres de grandes proporções provocam comoção devido à perda de vidas ou às sequelas sofridas pelos sobreviventes, ou ainda pelas perdas de bens materiais, principalmente, quando representativos de uma cultura, perdendo-se a história neles contidas. No entanto, esses mesmos desastres são responsáveis por transformações no desenvolvimento da sociedade, tornando-se fontes de aprendizado. Como comprovação, as mudanças importantes em diversos países vítimas desse tipo de sinistro, como, por exemplo, Londres, com um incêndio ocorrido em 1666, o que gerou mudanças da legislação com o objetivo de reduzir a probabilidade de outro sinistro de mesmas proporções. Ocorreram no Brasil diversos incêndios com centenas de mortes que não chamaram a atenção das autoridades e governo. Somente o incêndio no Edifício Joelma, em 1974, em São Paulo, que matou 179 pessoas, foi capaz de causar impacto suficiente na sociedade para que houvesse uma reformulação nas medidas de segurança contra incêndio (KRUGER *at al.*, 2016).

Desde a antiguidade, existem estratégias de extinção e prevenção de incêndios, cujos principais objetivos sempre foram proteger a vida e a propriedade. Os critérios estabelecidos por regulamentações de segurança contra incêndio são fundamentais para a segurança, portanto necessitam de atenção. Os códigos,

normas e padrões relacionados a essas regulamentações são baseados em lições aprendidas em sinistros ocorridos e com estatísticas. Como objetivo principal, as regras objetivam evitar o início do incêndio, ou seja, a ignição inicial e, caso o incêndio se inicie, a preocupação é dificultar sua propagação e atuar no combate, aumentando-se o tempo de escape dos ocupantes (TROITZSCH, 2016).

Dois conceitos que devem ser claros quando se trata de segurança são os de risco e perigo. Para Gouveia (2006), são conceitos muito sutis e é comum a confusão entre eles, no entanto, são noções distintas, pois, o risco é relacionado à probabilidade. O perigo de incêndio está presente em todas as edificações, tendo em vista os materiais combustíveis, fontes de calor e oxigênio ali presentes de forma abundante. Já o risco de incêndio, que é a probabilidade de que se inicie e se desenvolva um incêndio, pode ser suficientemente reduzido.

Há que se considerar que para que o risco de incêndio seja, então, reduzido, é necessário que os projetos das edificações, assim como suas condições de instalação, utilização e manutenção, além da interação entre usuários e ambientes, sejam objeto de trabalho da segurança contra incêndio.

A realização de pesquisas nas áreas de ciências do incêndio e eletricidade é fundamental para o desenvolvimento da sociedade, principalmente, na proteção da vida e do patrimônio. Com estudos e investimentos, são produzidos conhecimento e inovação, o que possibilita a criação ou atualização de normas, procedimentos e metodologias de segurança, desenvolvimento de produtos, além de outros benefícios que visam à melhoria das atividades do dia a dia e, principalmente, a valorização da vida.

## **2.2 Patrimônio Cultural**

Após denúncias sobre o abandono das cidades históricas brasileiras, a temática do patrimônio passou a ser debatida nas instituições culturais, governos e imprensa. Em 1936, alguns intelectuais assumiram a implantação de um serviço destinado à proteção de obras de arte, criado em função de teorias elaboradas a partir de suas concepções sobre a arte, história, tradição e nação. Getúlio Vargas

começou a estruturar o aparelho do Estado e criou, como parte do Ministério da Educação e Saúde, o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) em 13 de janeiro de 1937 (FONSECA, 2005). Em 1994, após várias alterações na nomenclatura, o órgão passou a denominar-se Instituto (IPHAN).

Como ferramenta de preservação cultural, entrou em vigor, em 1937, o Decreto Lei nº 25 que determina que:

Artigo 1º - Constitui o patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no País e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

O decreto Lei nº 25 determinou, também, pelo SPHAN, a criação de quatro livros de tombos, daí a palavra “tombamento”, cujos bens inscritos estariam sob a proteção do Estado, que determinou algumas regras para a sua preservação, dentre elas a que estabelece que qualquer intervenção deve ser aprovada pelo órgão de proteção.

Como uma importante ferramenta de proteção ao patrimônio, o “Tombamento” é descrito por Rabello (2015, p. 2) da seguinte maneira:

O tombamento é o instrumento jurídico criado em 1937 pelo Decreto-lei nº 25 como uma forma de proteção do patrimônio cultural brasileiro. O conceito de patrimônio cultural se viu significativamente ampliado na Constituição de 1988, a qual recepcionou o tombamento como uma espécie de forma de proteção dentre as várias do gênero preservação. Também foi por força da Constituição de 1988 que o Decreto-lei nº 25 tornou-se norma geral nacional sobre tombamento, a ser aplicada pelos três entes federativos. O principal efeito da imposição do tombamento é conservar os bens materiais, coisas móveis ou imóveis que são reconhecidas como portadoras de valores culturais. Com a imposição do tombamento, são criadas obrigações para os proprietários de bens tombados, para o poder público, como para a sociedade em geral, de manter e conservar o bem cultural.

A Constituição Federal de 1988 define em seu artigo 216 que “constituem o patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira”. Dentre eles se incluem “as formas de expressão”, “os modos de criar, fazer e viver”, “as criações científicas, artísticas e tecnológicas”, “as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais” e “os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico”. É determinado, no parágrafo 1º, que “o poder

público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação e de outras formas de acautelamento e preservação”. Ainda, no parágrafo 4º, é informado que “os danos e ameaças ao patrimônio cultural serão punidos na forma da lei”.

Com uma abrangência internacional, durante o século XX, foram criadas várias cartas patrimoniais, que são documentos que contêm orientações de conservação, manutenção e restauros do patrimônio cultural. Existem diversas cartas escritas em diferentes países que servem de referência para o mundo inteiro.

Segundo Tofani (2008, p. 30):

Transdisciplinar por excelência, constituição e preservação do patrimônio cultural de uma sociedade pressupõe a valoração e escolha de bens materiais e imateriais que devem ser objeto de proteção através de formas de acautelamento, tais como tombamentos, registros, inventários, valorização, vigilância etc.

Desta forma, a edificação histórica é considerada símbolo de uma identidade cultural de uma sociedade e parte da herança desta. Preservar um edifício de valor cultural significa preservar a imagem da cidade, que é um bem patrimonial e cultural que conjuga uma variedade de dimensões (construtivas, estéticas, decorativas, sociais, culturais, simbólicas, etc.). A preservação é um processo de construção dinâmico, relacionado com as mudanças sociais, com os aspectos que importa salvaguardar como forma de respeito pela história urbana e social, pelo passado, presente e futuro (MENEZES; TAVARES, 2003).

O bem protegido ganha assim uma importância fundamental em que são válidos todos os esforços realizados para a ampliação da sua existência, resguardando-o contra os diversos fatores que favorecem a sua degradação, como os incêndios (SERPA, 2009).

### **2.2.1 A Importância da Proteção Contra Incêndios no Patrimônio Cultural Edificado**

“A cultura de um povo é o seu maior patrimônio. Preservá-la é resgatar a história, perpetuar valores, é permitir que

as novas gerações não vivam sob as trevas do anonimato” – Nildo Lage<sup>1</sup>

Em geral, quando se pensa na proteção ou prevenção de incêndio, o foco é no conjunto de ações e medidas que priorizam a integridade das vidas presentes no ambiente em estudo. No entanto, ainda que preservar a vida seja a preocupação prioritária, alguns objetos e edificações também possuem um valor inestimável para a sociedade, de tal maneira que suas destruições significam um impacto emocional e econômico para a comunidade. Considere-se, hipoteticamente, um incêndio no Museu do Louvre, em Paris, no Museu Britânico, em Londres, ou na Biblioteca do Congresso nos Estados Unidos da América, os impactos seriam mundiais e irreparáveis (ONO, 2004).

Conforme descrito na Carta de Washington (1986), as cidades históricas, considerando seus edifícios, devem ser protegidas contra os desastres naturais, poluição, vibrações e demais perturbações, com o objetivo tanto de salvaguardar o patrimônio quanto de garantir a segurança e o bem estar dos seus residentes. Independente da natureza do desastre (isso inclui incêndios), as medidas preventivas e de reparação devem ser adaptadas ao carácter específico dos imóveis afetados.

Incêndios em edificações de valor cultural provocam perdas irreparáveis ocasionando impactos emocionais e financeiros significativos para a comunidade local, nacional ou até mesmo mundial. Tal afirmação pode ser justificada, além dos danos às vidas, pela perda dos valores sociais e de identidade do patrimônio, pelo prejuízo material e financeiro (inclusive pelo reparo dos danos), pelo impacto no turismo e imagem da região. Isso explica a preocupação com a proteção contra incêndio do patrimônio cultural, visto que tal sinistro pode interferir, inclusive, no desenvolvimento sustentável da região envolvida (SILVINO; FERREIRA, 2015).

Segundo Gouveia (2006), uma das maneiras de descrever um incêndio é pela sua severidade, parâmetro que dá ideia dos danos que o sinistro causa a edificação, seus usuários e até, para a sociedade. Assim, entende-se que a severidade é uma medida de intensidade dos efeitos do incêndio; costuma ser, também, associada à temperatura, porém, isso não deve ser uma regra, pois também depende das características da edificação e do preparo dos usuários para

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://pensador.uol.com.br/frase/NTYxMDkz/> Acessado em: 17/02/2017

interagir com o sinistro. Para patrimônios culturais edificados, ou que possuem obras de interesse cultural, temperaturas relativamente baixas podem ser muito severas em função dos danos causados ao acervo. Nesses edifícios, considera-se que os incêndios desenvolvidos são potencialmente severos em função dos danos irreversíveis causados à própria edificação, aos bens culturais nela integrados ou alojados, e, ainda, quanto ao risco de propagação para imóveis vizinhos.

Para ONO (2004, p. 1):

Uma das perdas marcantes, de repercussão mundial, ocorreu no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro em 9 de julho de 1978. Um incêndio destruiu 90% da coleção do museu, que incluía aproximadamente 1000 obras de arte, além de pinturas emprestadas para uma exibição especial. Em apenas 30 minutos o incêndio causou uma perda estimada em 50 milhões de dólares, em valores da época. O edifício, de arquitetura moderna e que não possuía sistema de detecção e alarme ou de extinção automáticos, foi completamente recuperado, porém o seu acervo nunca voltou a ser o mesmo e a lembrança da tragédia permanece na memória da cidade.

Um incêndio de repercussão mundial ocorreu em 1988, no bairro Chiado, no centro histórico de Lisboa, em Portugal. Assolou 18 edifícios construídos por volta de 1755, numa área conhecida como “Baixa Pombalina”, que fora reconstruída pelo Marquês de Pombal após um terremoto. A falta de isolamento entre as edificações somadas ao material combustível e à dificuldade de acesso dos bombeiros pelas ruas estreitas e carros estacionados, permitiram o alastramento do incêndio. Esse sinistro desencadeou diversos estudos que contribuíram para o desenvolvimento da segurança contra incêndio no país (ONO, 2004; SERPA, 2009).

Em Mariana, cidade do Estado de Minas Gerais, um incêndio ocorrido em janeiro de 1999, na Igreja de Nossa Senhora do Carmo, tombada pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA), destruiu parte do piso de madeira, dois altares laterais e todo o telhado, incluindo a pintura barroca original do seu forro. Essa igreja, datada em 1784, havia passado por um processo de restauração de quatro anos e se destacava entre as construções coloniais mineiras devido a peculiaridade de sua arquitetura. Muitas peças datadas do século XVIII foram resgatadas pela população, porém, a pintura do forro foi perdida para sempre. A unidade do corpo de bombeiros mais próxima se localizava na cidade de Ouro Preto, o que ocasionou uma considerável demora no atendimento da ocorrência (ONO, 2004).

Em 14 de abril de 2003, um incêndio destruiu o antigo Hotel Pilão, localizado na Praça Tiradentes em Ouro Preto. Este sinistro foi um dos incentivos para que a prefeitura, o Iphan e outras organizações governamentais e não governamentais revisassem e atualizassem o Plano Diretor da cidade. Em função de vários acontecimentos, formou-se o Projeto Chama – Movimento Mineiro – Consciência e Prevenção Contra Fogo, implementado pelos órgãos UNESCO, Iphan, Universidade Federal de Ouro Preto e mais vinte instituições; tal projeto tratava de esforços integrados para combate a incêndios, diagnósticos de risco, aquisição de equipamentos, articulação de bombeiros e voluntários, elaboração e distribuição de cartilhas e realização de seminários educativos (GRAMMONT, 2005).

Diversos fatos contribuem para a incidência de incêndios em edificações de interesse cultural. De maneira geral, essas construções possuem aspectos específicos que potencializam o risco de incêndio e que podem dificultar o combate ao fogo, como as características construtivas, manutenções inadequadas, tempo de edificação e ocupação dos prédios. Nos sítios históricos, uma característica comum é a proximidade entre edificações e ruas estreitas, o que contribui para a propagação do fogo. O envelhecimento da edificação potencializa o risco de incêndio, principalmente para aquelas que não passaram por reformas nas instalações elétricas ou que não possuem um programa de manutenção satisfatório. É comum que edifícios de valor cultural localizados nos centros das cidades, que em sua concepção inicial eram residências, cadeias, prédios administrativos, ou outras ocupações, mudem de função para estabelecimentos comerciais, museus, restaurantes voltados ao ramo do turismo, porém, não são adaptados, em relação à prevenção de incêndio para a nova função. Como dificuldade encontrada pelos profissionais, têm-se as restrições de intervenções em edificações acauteladas (SILVA, 2011).

Proteger itens de interesse cultural requer projetos especiais de rotas de evacuação ou equipamentos especiais. Deve haver, nos planos de emergência, a previsão de alternativas para rotas de fugas congestionadas e equipes de resgate de vidas e itens de elevado valor cultural (CFPA-E, 2013).

A humanidade vem sofrendo, desde séculos, com perdas de vidas e patrimônio causadas por incêndios. Quando o sinistro atinge um edifício de interesse cultural, os prejuízos são maiores ainda, pois além dos danos financeiros, há os

sociais e culturais, perdas de identidade além de comoção da sociedade em geral. Já se aprendeu muito com os desastres passados, erros foram identificados e atitudes foram tomadas, normas elaboradas, métodos e tecnologias desenvolvidas para que os riscos sejam reduzidos o máximo possível, mas, ainda não é o suficiente. Quando chamas destroem um edifício que é orgulho de um determinado grupo social, percebe-se que ainda tem muito a evoluir para garantir a integridade daquilo que conta nossa história.

### **2.3 A Eletricidade**

A história da eletricidade está relacionada com o fogo. Os esforços dos cientistas em busca da iluminação a partir de uma fonte elétrica foram compensados quando o objetivo foi alcançado e provado que chegava ao fim a dependência milenar da sociedade ao fogo; desde a pré-história, era o meio de se fugir da escuridão. Primeiro, as fogueiras iluminavam tribos nômades e suas aldeias; com o tempo, surgiram as lamparinas que tiravam o breu de vilas e cidades. Os raios ocorridos durante as tempestades intrigavam os cientistas e, por isso, Benjamin Franklin realizou uma experiência que mudaria a humanidade. Em 1750, saiu de sua casa, em um dia de tempestade, levando uma pipa com uma chave metálica pendurada por um fio. Quando a pipa estava voando, um raio atingiu o objeto metálico e a eletricidade foi conduzida até as mãos de Benjamin. Com esse acontecimento, provou-se a natureza elétrica dos relâmpagos e inventou-se o para-raios. Em 1800, o italiano Alessandro Volta inventou a pilha voltaica. No fim do século XIX, Thomas Edison criou a primeira lâmpada elétrica comercialmente viável e, em 1882, patenteou o sistema de distribuição elétrica, o que permitiu não apenas a chegada da luz à casa das pessoas, mas também, o rádio, a televisão e outros aparelhos (CASTRO, 2009).

A descoberta da eletricidade trouxe muitos avanços tecnológicos. Através dela, é possível iluminar ambientes apertando apenas um botão, falar por um instrumento e as palavras chegarem a vários cantos do planeta, transmitir imagens, dirigir carros, trens, bondes, utilizar computadores, derreter metais, congelar água, curar e matar. Com a ajuda da eletricidade o homem conseguiu muito mais em um

século do que tinha sido capaz em todos os séculos anteriores (CHAKRABORTY; BHATTACHARYA, 1985).

A história da eletricidade possui vários marcos importantes os quais foram, em sua maioria, mapeados por Kryzhanovsky (QUADRO 1).

QUADRO 1 – Mapeamento história da eletricidade

ANO	ACONTECIMENTO
1671	Leibniz acredita que os fenômenos elétricos podem ser acompanhados por faíscas.
1708	Wall esfrega seu dedo em um pedaço de âmbar <sup>2</sup> para observar flashes e crepitação. Wall sugere a natureza elétrica do trovão e do relâmpago.
1716	Newton esfrega uma agulha em uma seda e observam-se "mini relâmpagos".
1717	Reimann observa que relâmpago tem atração por objetos de ferro.
1729	Gray descobre a condução elétrica de metais e as propriedades isolantes da seda. Alguns outros isolantes são logo descobertos.
1733	Dufay descobre as propriedades isolantes do vidro.
1735	Gray e Wheler suspendem um poste de metal com fios de seda e instalam em sua extremidade um tubo de vidro eletrificado para servir de condutor principal.
1740	Bose coloca um condutor conectado a uma moeda presa em seus dentes e realiza uma experiência com uma sensação desagradável. Suzer relata que, ao tocar a língua em duas placas de materiais diferentes, simultaneamente, observa-se uma sensação gustativa áspera.
1744	Bose repete a experiência de Gray e Wheler, utilizando uma máquina eletrostática. Bose e Gordon conseguem conduzir faíscas, através da água no tubo de vidro, para a máquina eletrostática.
1745	Em uma publicação, Haller relata que o raio é conduzido por metais como a eletricidade.
1748	Franklin constrói um capacitor de placas paralelas, utilizando uma placa como dielétrico.
1749	Franklin faz uma experiência para provar a natureza elétrica do relâmpago (o "experimento de Filadélfia").
1750	Franklin sugere o para-raios.
1750	Beccaria constrói um capacitor de placas paralelas utilizando enxofre, cera de vedação, resina e uma mistura de resina com colofonia.
1752	Dalibard realiza o "experimento de Filadélfia", utilizando um poste de metal instalado em um isolador e um pouco mais tarde, no mesmo ano, Franklin leva um cabo ao poste e obtém o mesmo sucesso de sua experiência com a pipa.
1752	É criado o modelo de para-raios.
1780	Galvani realiza experimentos eletro-fisiológicos em músculos de rã com o objetivo de utilizá-los como fonte de eletricidade.
1792	Volta observa flashes em um experimento utilizando um rolo de papel de estanho e uma colher de prata.
1796	Volta consegue detectar a diferença de potencial.
1799	Volta constrói a pilha galvânica.

Fonte: Kryzhanovsky (1989)

A história da descoberta da eletricidade pode ser iniciada com um matemático, que nasceu em 600 anos AC, chamado Thales. Um dia, enquanto

<sup>2</sup> Segundo a enciclopédia on-line Wikipédia, o âmbar verdadeiro é também conhecido como *karabe*, uma palavra da derivação oriental significando "o que atrai a palha", em alusão ao poder que o âmbar possui de adquirir uma carga elétrica pela fricção. Esta propriedade, observada primeiramente por Tales de Mileto, sugeriu a palavra "eletricidade", do grego *elektron* nome aplicado, entretanto, ao âmbar e a uma liga de ouro e prata.

trabalhava, Thales viu em sua mesa um pedaço de âmbar coberto de poeira; pegou o objeto e o esfregou em seu casaco para limpar e o colocou de volta na mesa; viu, então, pequenos pedaços de madeira em sua mesa desarrumada que se moviam e se apegavam ao âmbar. Para ter certeza de que não era uma ilusão, ele repetiu a experiência e os resultados foram os mesmos. Devagar, pegou o âmbar e o levantou com os pedaços de madeira; impressionado, fez outras experiências e concluiu que o âmbar poderia atrair outros materiais quando fosse esfregado. Mal sabia Thales que acabava de fazer uma das mais valiosas descobertas para o estudo da eletricidade. Séculos mais tarde, Gilbert ouviu sobre as experiências de Thales e resolveu desenvolver as suas próprias; descobriu, assim, que não apenas o âmbar atraía objetos depois de friccionado, mas também o vidro, o enxofre e a cera, e que o mesmo não acontecia com outros materiais. Essa foi a primeira observação sobre as propriedades magnéticas dos materiais. Gilbert nomeou a propriedade magnética do âmbar de eletricidade e escreveu um livro, que serviu de referência para vários pesquisadores, com o resultado de diversas outras experiências e deduções feitas a partir dessa descoberta. Em grego, âmbar é chamado de *elektron* (CHAKRABORTY; BHATTACHARYA, 1985).

Mais tarde, Otto von Guericke (século XVII), descobriu a eletricidade estática, através do gerador eletrostático a partir de uma bola de enxofre. Descobriu, também, que vários materiais poderiam ser atraídos pelo seu equipamento, como pequenos pedaços de madeira, papel, folhas finas de metal e outros, e que é possível a eletricidade ser conduzida de um objeto a outro. Diversos outros nomes importantes podem ser citados na história da eletricidade, desde então, como, Stephen Grey, Charles Dufay, Benjamin Franklin, Luigi Galvani, Volta, Davy (que descobriu a primeira fonte luminosa com um filamento de platina), Charles Martin Hall, Hans Oersted, André Marie Ampere, Samuel Morse, Graham Bell e Michael Faraday, até chegar em Thomas Alva Edson, o responsável por levar a eletricidade para a casa das pessoas e que construiu a primeira lâmpada elétrica comercializável, produzindo-a em larga escala no final do século XIX (CHAKRABORTY; BHATTACHARYA, 1985).

Por tudo o que se conhece sobre a eletricidade pode-se afirmar que a mesma não fora inventada, como a roda ou os equipamentos criados a partir do conhecimento envolvendo a energia elétrica; sendo um fenômeno natural, conclui-se

que fora descoberta, assim como o fogo. O conhecimento sobre a eletricidade aumenta a cada dia e isso tem contribuído para o desenvolvimento da humanidade, principalmente com as invenções que surgem diariamente. A história da eletricidade tem começo, mas não tem fim.

### **2.3.1 Conceitos Básicos Sobre a Eletricidade**

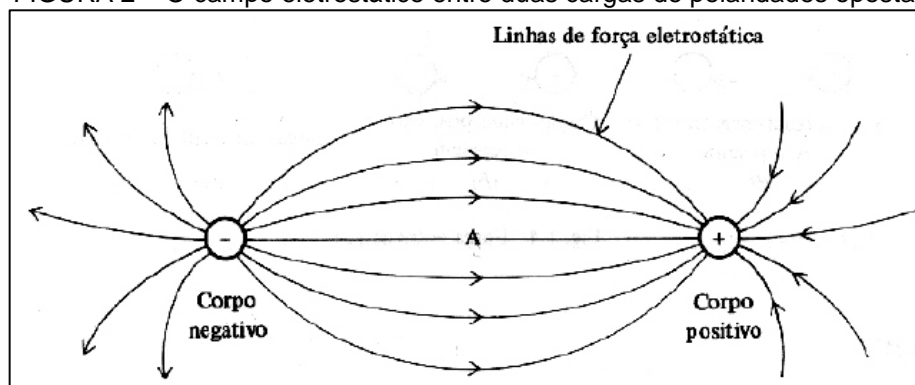
Para relacionar a eletricidade e o incêndio, é necessário entender alguns conceitos básicos. A intenção com as explicações a seguir é possibilitar uma compreensão para que, mais adiante, consiga-se enxergar como as instalações elétricas podem dar início a um incêndio.

As experiências no passado envolvendo a atração de materiais fizeram com que os cientistas admitissem a eletrização por atrito em função da existência de cargas elétricas positivas e negativas, de maneira que estas apresentem ações mútuas de repulsão para as cargas de mesmo sinal e de atração para as de sinais opostos. Em 1897, J.J. Thomson descobriu os elétrons, admitindo que os mesmos podem ser extraídos dos átomos e das moléculas de qualquer corpo e que são considerados unidades naturais de carga elétrica. A maneira como os materiais se comportam aos fenômenos elétricos permite classificá-los, basicamente, em três categorias. A primeira se aplica aos corpos bons condutores de eletricidade, ou, simplesmente, condutores elétricos, cujas cargas deslocam-se facilmente, como os metais em geral. A segunda se refere aos corpos maus condutores de eletricidade, os isolantes ou dielétricos, cujas cargas permanecem mais ou menos indefinidamente nos pontos em que foram produzidas, ou seja, não favorecem a movimentação das cargas de sua massa, como as resinas em geral, o vidro, a porcelana, os plásticos, o teflon e outros, devido à própria estrutura do material de que são construídos. A distinção entre os isolantes e condutores não é tão clara, pois as características envolvendo quantidade e mobilidade de cargas móveis variam muito entre os materiais; é necessário considerar uma terceira categoria, os semicondutores, como o germânio e o silício (MAYA, 1977).

A seguir, algumas definições importantes para viabilizar o entendimento sobre a eletricidade:

Campo eletrostático: uma carga elétrica possui a capacidade de exercer uma força que está presente no campo eletrostático do corpo carregado. Quando dois corpos com cargas opostas se aproximam, o campo eletrostático se concentra na região compreendida entre eles, ver (FIGURA 2). Representa-se o campo elétrico por linhas de força desenhadas entre os dois corpos. Se um elétron é abandonado de um dos corpos, será repelido pela carga negativa e atraído pela positiva de maneira que os elétrons sejam deslocados na direção das linhas de força (GUSSOW, 1997).

FIGURA 2 – O campo eletrostático entre duas cargas de polaridades opostas



Fonte: Gussow, 1997, p. 6.

Tensão: uma carga elétrica, em virtude de seu campo eletrostático é capaz de realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão. Essa capacidade é chamada de potencial. Quando as cargas forem diferentes, haverá uma diferença de potencial entre elas, conhecida como tensão, que tem como unidade o *volt* (V) (GUSSOW, 1997).

Corrente elétrica: movimentação de elétrons provocada pelo efeito da diferença de potencial; a unidade é o ampere (A) (GUSSOW, 1997).

Resistência elétrica: os materiais, mesmo os condutores, oferecem certa oposição ao deslocamento da corrente elétrica. Esse efeito é conhecido como resistência elétrica, cuja unidade de medida é ( $\Omega$ ). Fios de dimensões e/ou materiais diferentes possuem resistências elétricas diferentes (MAYA, 1977).

Potência elétrica: os fenômenos elétricos, assim como os mecânicos e físicos, envolvem sempre transformação ou conversão de energia. Em uma bomba centrífuga, tem-se conversão de energia mecânica em hidráulica e em uma lâmpada

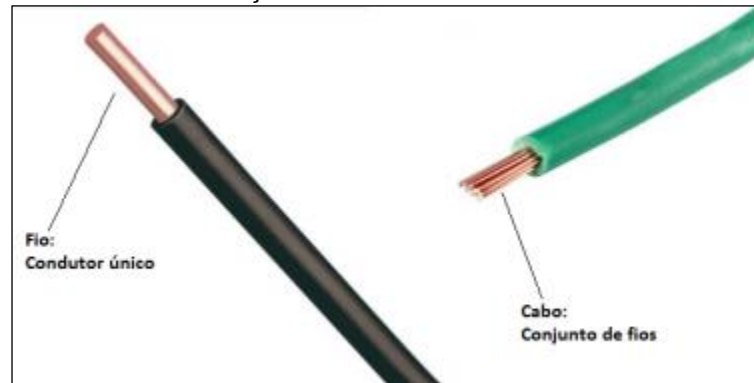
incandescente, conversão de energia elétrica em térmica e luminosa. A quantidade de energia transformada é conhecida como potência (MAYA, 1977).

Efeito joule: fenômeno de transformação de energia elétrica em calor, devido à resistência elétrica dos condutores. Considerando, como exemplo, um fio condutor por onde percorre uma corrente elétrica, a potência é absorvida em virtude da resistência elétrica e é transformada em calor, aquecendo o material (MAYA, 1977).

Curto Circuito: fenômeno provocado, geralmente, pela perda de isolamento de algum elemento energizado do sistema elétrico ou outra falha que permita o contato direto entre dois ou mais pontos com referência potencial diferente. As correntes de curto circuito, mesmo com duração rápida, limitada a frações de segundos, atingem valores de grande intensidade com liberação de muita energia. De maneira similar, o arco elétrico é uma descarga que ocorre em função da ruptura dielétrica do ar ou outro isolante, causado, por exemplo, por manobras de componentes das instalações, mau contato, conexões frágeis entre outros fatores. Os danos resultantes na instalação ficam condicionados à efetividade do sistema de proteção (FISHER, STOLIAROV; KELLER, 2015; MAMEDE, 2002).

Condutores elétricos têm a finalidade de proporcionar a condução de corrente nos circuitos elétricos. Em sua maioria, são constituídos de cobre, mas também se encontram em alumínio, latão e em bronze. Podem ser encontrados nas formas de fio (peça inteiriça, de material maciço) ou cabo (conjunto de fios entrelaçados). Para uma mesma área de seção condutora (bitola) o fio é composto apenas por um filamento e o cabo possui vários fios mais finos que equivalem à mesma seção (FIGURA 3). A vantagem dos cabos, é que eles são mais flexíveis que os fios rígidos. Os fios e cabos possuem uma camada isolante que pode ser composto por diversos materiais, sendo o PVC (cloreto de polivinila), o mais utilizado. Um condutor mal dimensionado ou com avarias representa risco de incêndio para o patrimônio, principalmente, se não possuir proteção adequada, como disjuntores devidamente dimensionados (MAMEDE, 2002; MAYA, 1977).

FIGURA 3 – Diferença entre Fios e Cabos



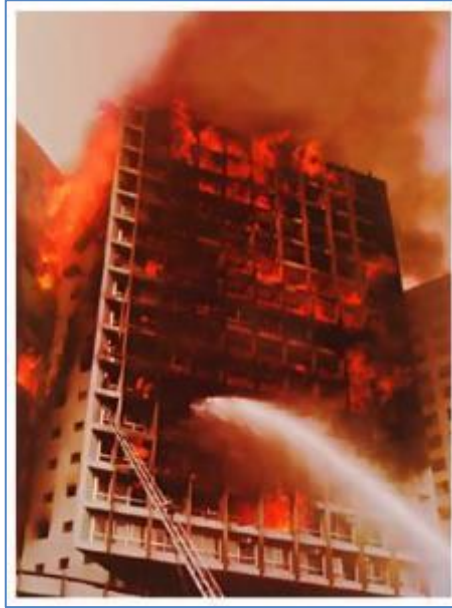
Fonte: Disponível em:  
<<https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-fios-e-cabos/>>, acesso em: 21 de Setembro de 2017

Com os relatos de experiência dos cientistas que fizeram parte dos primórdios da história da eletricidade, somados aos conceitos básicos explicados neste capítulo, é possível já fazer algumas relações da eletricidade com o tetraedro do fogo. Alguns pesquisadores registraram faíscas ou flashes em seus experimentos; já o efeito joule é a transformação da energia elétrica em calor, ou seja, parte de um dos quatro elementos do fogo. Na revisão bibliográfica, serão apresentadas informações mais detalhadas de maneira a explicar como falhas nas instalações elétricas podem contribuir para a ocorrência de incêndios.

### 2.3.2 Alguns incêndios relacionados à eletricidade ocorridos no Brasil

Incêndios relacionados às instalações elétricas ocorridos no Brasil justificam a importância dos cuidados com a eletricidade. Podem ser destacados sinistros como o ocorrido em 1974, no Edifício Joelma (FIGURA 4), em São Paulo, que provocou a morte de 189 pessoas e feriu outras 320, e, segundo laudos, o fogo se iniciou nos aparelhos de ar-condicionado, no 12º andar, que teriam sido interligados diretamente no barramento de cobre do painel de distribuição de energia, sem os devidos dispositivos de proteção já obrigatórios pela legislação da época, além de fiação de má qualidade (RANGEL, 2011).

FIGURA 4 – Incêndio Edifício Joelma, São Paulo, 1974



Fonte: Disponível em:  
<http://www.saopauloinfoco.com.br/o-incendio-do-edificio-joelma-2/>, acesso em: 21 de Março de 2017

Na tarde do dia 17 de fevereiro de 1986, o Edifício Andorinha (FIGURA 5), inaugurado em 1934, no Rio de Janeiro, sofreu um incêndio que resultou na morte de vinte pessoas, além de outras cinquenta feridas. As chamas tiveram início no 9º andar, nas dependências da General Electric (GE), e foi relacionado a uma explosão, devido a uma sobrecarga de energia, na tomada de um ar-condicionado. O fogo se espalhou rapidamente pelos carpetes e poltrona, atingindo outros andares (Goeking, 2010).

FIGURA 5 – Incêndio Edifício Andorinhas, 1986



Fonte: Disponível em:  
<http://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/incendio-no-edificio-andorinha-parou-centro-do-rio-deixou-23-mortos-18686962>, acesso em: 08 de abril de 2017

No Rio de Janeiro, em 2011, na Cidade do Samba, ocorreu um incêndio que, segundo a Comissão de Análise e Prevenção de Acidentes do CREA-RJ (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio de Janeiro), possivelmente, foi originado pelas irregularidades das instalações elétricas nos barracões que apresentavam ligações improvisadas em diversos aparelhos e podem ter sobrecarregado as fiações, provocando curtos circuitos e, conseqüentemente, o incêndio. O fogo destruiu galpões de três escolas de samba e o Centro Cultural da Liga Independente das Escolas de Samba (RANGEL, 2011).

Em 21 de dezembro de 2015, um incêndio destruiu o Museu da Língua Portuguesa, em São Paulo, um edifício datado em 1900 (FIGURA 6). Segundo várias reportagens que circularam na época, como o artigo de Moreira (2015) publicado no Diário de Notícias, um curto circuito em uma lâmpada provocou o incêndio.

FIGURA 6 – Incêndio no Museu da Língua Portuguesa, 2015



Fonte: Disponível em:  
<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/12/1721696-incendio-de-grandes-proporcoes-atinge-museu-da-lingua-portuguesa.shtml>, acesso em 06/09/2017.

Diversos outros incêndios relacionados à eletricidade poderiam ser apresentados, pois, segundo estatísticas apresentadas no item “Revisão Bibliográfica”, falhas elétricas, como, curto circuito, sobreaquecimento e outras são responsáveis por grande parte dos incêndios ocorridos em edifícios, o que justifica a necessidade de investigações de assuntos relacionados a incêndio e eletricidade, tais como esse trabalho.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo objetiva realizar uma abordagem das pesquisas já realizadas em assuntos compatíveis com o do presente trabalho, ou seja, o “estado da arte”, e pode ser considerado um dos instrumentos de coleta de dados para a definição dos processos metodológicos da pesquisa. Foram utilizados como fontes artigos publicados em periódicos, com preferência para aqueles revisados por pares, dissertações de mestrado e publicações de órgãos relacionados ao assunto. Priorizaram-se as referências publicadas nos últimos dez anos; algumas específicas em função de sua importância e conteúdo válido na atualidade, foram publicadas antes desse período.

#### **3.1 Eletricidade como Fator de Ativação de Incêndio**

Algumas estatísticas apontam a eletricidade como o segundo maior fator de ativação de incêndio em residências, ficando atrás apenas de incêndios iniciados em cozinhas. Isso não significa que os riscos em cozinha sejam maiores, já que normalmente, nesses locais, as pessoas estão em atividade e podem combater o incêndio logo em seu princípio. O mesmo não ocorre com as falhas por eletricidade, em que o perigo, muitas vezes, não é percebido. Nos incêndios que possuem a eletricidade como fator de ativação, os primeiros materiais a entrar em ignição são, normalmente, o material isolante dos condutores ou o quadro de distribuição de energia. O risco aumenta quando o fogo se alastra para outros materiais existentes nas edificações, como, colchões, camas, cortinas, tapetes, móveis e outros. Enquanto a eletricidade está relacionada ao fator de ativação do incêndio, esses materiais estão diretamente relacionados à severidade dos danos. Existem, em alguns países, certificação e testes de materiais com definições de requisitos específicos relacionados à inflamabilidade e riscos de incêndio (TROITZSCH, 2016)

A eletricidade está ligada a diversos incêndios, os quais têm seu risco aumentado em função do consumo energético cada vez maior em edificações que, a cada dia, utilizam maior quantidade de eletrodomésticos que antigamente. Dessa

forma, admite-se a probabilidade de existirem edificações com instalações elétricas não preparadas, projetadas ou adequadas para a energia demandada nos dias atuais. Diversas falhas nas instalações elétricas, ou na sua utilização, podem resultar num incêndio, tais como problemas em tomadas elétricas, adaptadores e aparelhos de iluminação. As investigações de incêndio devem considerar um exame completo do sistema elétrico (JACKSON, 1998; ROCHA, 2007).

Segundo Fisher, Stoliarov e Keller (2015), as estatísticas comprovam que, aproximadamente, metade dos incêndios relacionados à eletricidade foram iniciados nos condutores fixos das edificações residenciais, e o restante em extensões, tomadas, soquetes e outros componentes do sistema de iluminação ou nos eletrodomésticos.

Nas instalações elétricas, os cabos podem apresentar riscos de sobreaquecimento, rompimento e curtos-circuitos, dentre outros. Muitas vezes, os dispositivos de proteção dos circuitos, como, fusíveis e disjuntores, podem não detectar essas falhas, existindo um risco de ignição e, conseqüentemente, incêndio. Isso ocorre, principalmente, quando esses dispositivos não são dimensionados adequadamente para proteger os condutores de uma sobrecorrente, havendo como consequência, um aumento de temperatura. Mau contato, conexões frouxas e outras inconformidades podem criar condições críticas, como sobreaquecimento, tanto em condutores quanto em equipamentos e dispositivos. Preventivamente, deve-se pensar, ao dimensionar um condutor elétrico, qual a área de seção mínima necessária para evitar aquecimento que provoque danos na camada de seu isolamento; pois caso isso aconteça, a parte metálica de dois ou mais condutores podem entrar em contato e causar um curto-circuito, o que pode provocar um incêndio. Os riscos podem ser reduzidos se adicionadas as proteções ao sistema, como, Dispositivo de Proteção Residual (DDR) (FORT; PÉREZ-LOSADA; SUÑOL, 2013; PARISE; PARISE, 2014).

Shea (2011) desenvolveu estudos que explicam que incêndios ativados eletricamente podem ser causados por envelhecidos ou novos condutores associados aos equipamentos. Sobrecarga em extensões, conexões frouxas em tomadas, condutores rompidos, deteriorados ou com isolamento danificado, resultando em partes energizadas desprotegidas são exemplos de falhas potenciais à ativação de incêndios. Materiais inflamáveis como, tapetes e cortinas próximos aos

condutores ou equipamentos que podem liberar faísca ou aquecimento contribuem para o aumento do risco de incêndios.

Os incêndios podem ser prevenidos com a eliminação de um dos componentes do tetraedro do fogo. O oxigênio é, normalmente, abundante nos edifícios. Se existe material combustível disponível em um ambiente, o início de um incêndio pode causar sérios problemas; pode ocorrer por uma faísca ou aquecimento, que pode ser oriundo de uma falha nas instalações ou equipamentos elétricos (CFPA-E, 2013).

### **3.1.1 Componentes das instalações elétricas**

Os componentes de uma instalação elétrica são responsáveis por transmitir a energia ao aparelho consumidor. Nos parágrafos anteriores é possível verificar que um incêndio com a eletricidade como fator de ativação tem seu ponto de ignição em função do comportamento inesperado de algum componente do sistema. Os subitens a seguir apresentam o que os estudiosos da área têm publicado a respeito dos principais componentes das instalações elétricas em relação aos riscos de incêndios que representam. Conhecendo os componentes, os riscos associados e as falhas que podem contribuir para a ocorrência de incêndio, pode-se traçar uma estratégia para a prevenção desse tipo de sinistro.

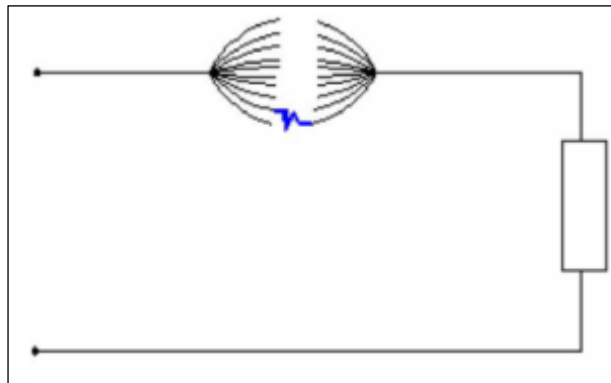
#### **3.1.1.1 Condutores elétricos**

Shea (2011), em sua pesquisa, explorou várias condições e mecanismos que podem acarretar incêndios iniciados eletricamente. Algumas situações levam ao aquecimento de condutores que podem se derreter e, em função disso, ocasionar um curto-circuito entre fases ou entre fase e neutro. Com o aquecimento, os condutores liberam gases inflamáveis que podem sofrer ignição, e provocar fogo em algum outro material combustível próximo. Segundo estatísticas, parte dos incêndios que tiveram como fator de ativação a eletricidade podem ser relacionados às extensões com condutores paralelos. Esses dispositivos apresentam riscos por

serem instalados em locais em que podem ser pisoteados, esmagados, cortados, flexionados ou sujeitos a outros abusos. Atualmente, a maioria dos condutores instalados nas edificações possui a camada de isolamento feita de PVC (Policloreto de vinila) com uma resina plastificada e outros ativos. Existem dois fatores identificados como potenciais problemas para esse tipo de isolamento, quais sejam a formação de carvão e de gases inflamáveis resultantes da decomposição térmica do material superaquecido.

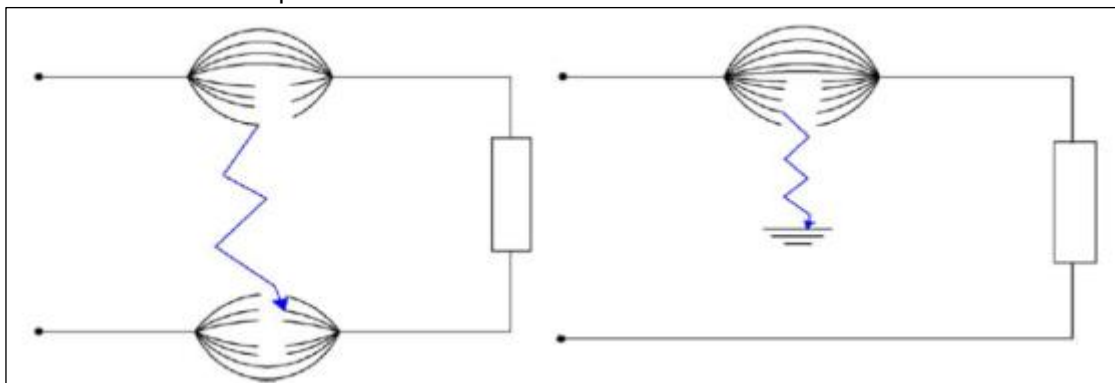
Os aparelhos eletroeletrônicos – televisores, geladeiras e outros – são alimentados por energia elétrica. Da tomada até o aparelho é utilizada uma extensão flexível. Danos mecânicos podem quebrar alguns filamentos, causando condições anormais, como, a redução da seção dos condutores, favorecendo sobreaquecimento. As falhas em condutores podem levar a um arco elétrico, que é uma descarga elétrica ocorrente no ar ou em outro semicondutor. Os arcos elétricos, em edificações residenciais ou similares, podem ser basicamente divididas em duas categorias: Os arcos em linha, causados por mau contato, conexões frágeis, ou condutor total ou parcialmente interrompido (FIGURA 7); e o arco em paralelo, entre duas fases, ou entre uma fase e o neutro ou terra (FIGURA 8). Os arcos elétricos podem danificar o isolamento dos condutores, o que possibilitará o contato entre partes energizadas, ocasionando um curto circuito. A temperatura de um condutor depende de vários fatores, como a corrente aplicada e seu tempo de condução, a área da seção, o ambiente e o material condutor. O processo de sobreaquecimento, lento ou rápido, apresenta riscos de incêndio. Para os arcos em linha, geralmente o aumento de temperatura é lento e para arcos em paralelo é instantâneo. Para dissipar o calor, em condições normais de utilização, o condutor deve ser dimensionado, considerando uma relação entre corrente e área de seção transversal; de forma simplificada, para uma mesma corrente, quanto maior a seção, maior a capacidade de dissipar o calor, conseqüentemente, menor a temperatura (FISHER, STOLIAROV; KELLER, 2015; PARISE; PARISE, 2014).

FIGURA 7 – Falta em linha



Fonte: Parise; Parise, 2014, p. 6.

FIGURA 8 – Falta em paralelo



Fonte: Parise; Parise, 2014, p. 6.

O PVC (policloreto de vinila) é o material mais utilizado como camada isolante de condutores elétricos. Para essa aplicação, o PVC não é puro, sua resina é misturada a outros componentes, como plastificantes, estabilizadores, cera, lubrificantes, corantes e outros aditivos, o que o torna flexível. Diversas pesquisas objetivaram determinar a temperatura que compromete a integridade física e química dos condutores elétricos isolados por PVC. Os resultados comprovam que a durabilidade depende de algumas variáveis relacionadas ao tempo de operação em diferentes temperaturas. Os valores encontrados são variados, mas por segurança, um condutor não deve operar a uma temperatura acima de 70° C. Estudos também indicam que a camada isolante dos condutores pode entrar em ignição a uma temperatura acima de 250 °C, valor facilmente atingido em caso de curto-circuito ou arcos elétricos (BABRAUSKAS, 2006).

Segundo Babrauskas (2006), várias falhas podem levar à deterioração das camadas isolantes dos condutores elétricos, que, com o passar do tempo,

podem viabilizar a ocorrência de curtos-circuitos ou arcos elétricos. Essas anomalias muitas vezes podem estar relacionadas entre si, como o apresentado a seguir:

- Operação em elevadas temperaturas: reduz a resistência mecânica do PVC e pode provocar a ruptura dielétrica. Pesquisas apontam que a resistência a avarias do PVC, utilizado em condutores elétricos, reduz rapidamente a uma temperatura superior a 70 °C;
- Ruptura dielétrica: causada por exposição a altas temperaturas ou degradações químicas. Algumas vezes pode ser percebida pela carbonização do material;
- Carbonização do material isolante: dispositivos energizados podem entrar em ignição caso haja materiais carbonizados entre as partes condutoras. A carbonização pode ser causada por vários motivos incluindo conexões frágeis (frouxas) e operação em altas temperaturas;
- Surtos de tensão: apesar de a tensão nominal nas edificações ser baixa, entre 120Vca e 220Vca, a fiação e dispositivos devem estar preparados para tensões mais elevadas em função de surtos. Um aumento brusco de tensão pode causar a ruptura dielétrica do isolamento. Aumentos em menor grau podem tornar o isolamento frágil, mais propício à falhas. Em ambos os casos, as falhas ocorrem, mas a ignição pode se dar a tempos depois. Os surtos são motivados basicamente por descargas atmosféricas ou falhas na operação de equipamentos.

Estimar o tempo que os cabos trabalham em diversas temperaturas para, então, determinar sua expectativa de vida ainda é um desafio; assim, não existe um consenso quanto em quanto tempo de substituição dos cabos. Para diminuir os riscos de acidentes provenientes dos cabos elétricos deve-se elaborar um projeto que considere um dimensionamento adequado para que os condutores não trabalhem em temperaturas elevadas, bem como realizar inspeções periódicas para identificar evidências que comprovam o envelhecimento do cabo, como, ressecamento do material isolante, carbonização, lascas e outras avarias.

A fiação em uma instalação elétrica é um item indispensável, pois é responsável por conduzir a corrente e possibilitar o funcionamento dos equipamentos, porém, atenção deve ser dada aos riscos que possam existir. Deve haver dispositivos de proteção para cabos, como, disjuntores, fusíveis ou outros, que, em caso de um curto-circuito, sobreaquecimento ou outras falhas, a corrente elétrica seja interrompida, reduzindo, assim, a probabilidade de ocorrência de um incêndio.

### **3.1.1.2 Fusíveis, Disjuntores e DDR**

Alguns eventos elétricos anormais se transformam em uma fonte de ignição, o que significa que um incêndio poderá ocorrer, a menos que a corrente seja interrompida a tempo. Uma parte desses eventos de ignição elétrica envolve sobrecorrentes enquanto outras não. O papel fundamental dos fusíveis e disjuntores é interromper algum evento elétrico anormal que envolva sobrecorrentes (ARONSTEIN; LOWRY, 2012).

É necessário ter muita cautela na utilização das instalações elétricas pelo fato de a corrente elétrica ser invisível. Quando um disjuntor atua de maneira constante, é recorrente que o mesmo seja trocado por um de capacidade maior, entendendo-se que, assim, a questão será resolvida, porém, essa ação contribui para um problema mais crítico. A função do disjuntor é proteger o condutor, que possui uma limitação de corrente que pode suportar. Assim, a capacidade do disjuntor deve ser menor que a da corrente do condutor para que o limite nunca seja atingido. Caso a capacidade do disjuntor seja superior e a corrente no condutor maior que o limite, poderá causar sobreaquecimento, danificando seu isolamento e provocando um curto-circuito e, daí, gerar um incêndio (ROCHA, 2007).

Os condutores utilizados como extensão estão expostos a falhas acidentais que podem causar superaquecimento, arcos elétricos e, conseqüentemente, provocar incêndios em materiais inflamáveis próximos, além de riscos de choques elétricos. Numerosos eventos demonstraram que incêndios podem se iniciar com a ignição nos condutores elétricos. Prevenir a ignição inicial é mais eficiente do que combater o incêndio. Uma alternativa para detectar alguns tipos de falhas nos cabos

ou equipamentos é o dispositivo de proteção residual (DR), que interrompe o circuito caso tenha uma fuga de corrente para a terra. A aplicação desse dispositivo deve ser definida em função da característica do circuito a ser protegido (PARISE; PARISE, 2014).

Uma medida importante para a eficiência de um sistema de segurança das instalações elétricas é saber como ele se comporta quando ocorre alguma anormalidade e, a partir daí, definir as ações necessárias para eliminar ou reduzir os riscos de incêndio. Caso os dispositivos não funcionem conforme o projetado, os mesmos devem ser substituídos. Testes periódicos devem ser realizados, principalmente nos disjuntores, um dos principais componentes de segurança contra incêndio em uma edificação (ARONSTEIN; LOWRY, 2012).

### **3.1.1.3 Tomadas elétricas e adaptadores**

Falhas em tomadas elétricas, como, conexões soltas, podem resultar em sobreaquecimento e causar danos ao dispositivo. As vezes os condutores não são adequadamente apertados nos parafusos de conexão, ou, mesmo se apertados, com o tempo podem se afrouxar, ocasionando arcos elétricos nos espaços vazios entre os conectores e os condutores e aumento da temperatura; muitas vezes isso pode ser evidenciado por erosão no condutor e/ou parafuso. O sobreaquecimento continuará enquanto a corrente não ultrapassar o valor estabelecido pela proteção do disjuntor do circuito, irregularidade possível de acontecer, também, nas conexões de plugues de aparelhos nas tomadas (JACKSON, 1998).

Extensões com adaptadores para ligação de uma ou várias tomadas também devem ser escolhidos e verificados adequadamente. Alguns deles possuem um fusível para limitar a corrente elétrica. Conexões elétricas podem se afrouxar e causar aquecimento. O material utilizado para esses dispositivos normalmente é o plástico, que pode derreter e inflamar possíveis materiais combustíveis em suas proximidades. Outro problema potencial na utilização desses dispositivos é a localização onde são instalados, como debaixo das mesas dos computadores, no chão, ou locais em que a fiação se sujeita a danos físicos, tais como, chutes, estresse por curvatura acentuada ou pressão causada por objetos. Caso os

condutores sejam danificados, podem gerar curto-circuito e provocar um incêndio, principalmente se existir material combustível em suas proximidades, como livros, papéis e outros (JACKSON, 1998).

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) emitiu em 05 de agosto de 2005 um relatório sobre análise de adaptadores conhecidos popularmente como “Benjamim” ou “T”. O documento relata que a utilização desses dispositivos pela população tem aumentado, acompanhando a tendência de surgimento de eletrodomésticos variados e específicos para cada uso, enquanto que os projetos elétricos das residências não acompanham esse desenvolvimento e a quantidade de pontos de tomadas disponíveis se torna subdimensionada. Dessa forma, as edificações se tornam obsoletas em relação ao atual comportamento da sociedade, qual seja de utilizar vários eletrodomésticos simultaneamente. A solução utilizada, em função de sua facilidade, rapidez e baixo custo, é a utilização de benjamins. A atividade que gerou o documento fez parte do Programa de Análise de Produtos e foi baseada em ensaios realizados em quinze marcas de adaptadores, utilizando quarenta unidades de cada marca. Foi utilizado o Laboratório da Eletro-Eletrônica – LABELO, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, que é acreditado pelo Inmetro. Os ensaios realizados foram: marcações e indicações que o produto deve possuir em seu corpo, dentre elas, as informações sobre corrente nominal, tensão, símbolo da natureza da corrente, nome do fabricante, potência nominal e máxima; proteção contra choques elétricos, que verifica a impossibilidade de o usuário encostar-se a partes vivas do dispositivo; aquecimento, que verifica se a temperatura nos contatos do adaptador não atinge 45°C quando utilizado em aparelhos de carga compatível com sua potência; funcionamento normal, que simula a vida útil do dispositivo, prevendo os esforços mecânicos, elétricos e térmicos, de maneira a não apresentar desgaste, deterioração ou folgas; resistência ao calor, ou seja, aquecimento e verificação da deformação do benjamim; resistência do material isolante ao calor anormal, o que pode ocorrer em casos de curto-circuito ou sobreaquecimento – o adaptador não deve propagar fogo. O relatório conclui que os adaptadores vendidos no mercado não apresentam segurança ao consumidor, pelo contrário, derretem com o calor e propiciam aumento de chama e fogo. A TABELA 1 apresenta os resultados encontrados nos testes (INMETRO, 2005).

TABELA 1 – Ensaio em adaptadores de energia

ENSAIO REALIZADO	PERCENTUAL DE MARCAS IRREGULARES
Marcações e Indicações	80 %
Proteção contra choques elétricos	100 %
Aquecimento	20 %
Funcionamento normal	100 %
Resistência ao calor	20 %
Resistência do material isolante ao calor anormal	40 %

Fonte: Inmetro, 2005

#### 3.1.1.4 Iluminação

O sistema de iluminação deve ser cautelosamente verificado para uma possível identificação de falhas. Conexões frouxas podem resultar em arcos elétricos, que geram aquecimento nos terminais de contato e condutores, criando o risco de curto-circuitos. A potência elétrica dos soquetes e as lâmpadas devem ser compatíveis para não provocar danos. Os reatores, utilizados no funcionamento de lâmpadas fluorescentes, têm considerável potencial para provocar um incêndio e suas falhas podem ser reconhecidas pelo odor de material queimado, consequente de sobreaquecimento. Atualmente a maioria dos reatores são protegidos termicamente. O dispositivo, quando em contato com o teto inflamável, como madeira de acabamento, forro de palha etc. pode causar incêndio, como os vários já ocorridos no passado. De qualquer forma, protegidos termicamente ou não, os reatores são fontes de risco de incêndio, pois os componentes internos podem falhar e, portanto, devem ser inspecionados para a investigação de qualquer sinal de arco, queimadura, derretimento ou sobreaquecimento, inclusive na área ao redor do equipamento, como o teto, e, alterações da tinta que reveste o dispositivo, o que pode ser sinal de falhas (Jackson, 1998).

### **3.1.1.5 Conexões elétricas**

As conexões elétricas desempenham papel fundamental, que é a transferência de energia entre dois ou mais contatos. Elas podem ser realizadas através de conectores, terminais em tomadas, disjuntores, interruptores e outros dispositivos, receptáculos de lâmpadas, emendas, conexões de barramentos com parafusos etc.

Ferrino-McAllister, Roby e Milke (2006), realizaram um experimento para comparar o aquecimento em conexões elétricas em função do torque utilizado para fixar condutores a receptáculos. Variou-se a pressão de torque entre 0 e 12 libras e, como resultado, as temperaturas aumentaram com a redução do torque, no entanto não foram significativas para causar uma conexão incandescente, nem suficientemente alta para causar oxidação rápida. Testes adicionais demonstraram que o movimento em uma conexão frouxa é capaz de causar incandescência em função do aumento significativo de temperatura, arcos elétricos e oxidação rápida.

Os contatos devem ser dimensionados de forma a controlar o aquecimento. Diversas pesquisas demonstram que a temperatura nas terminações de contatos pode variar de acordo com a corrente, torque, tipo de parafuso, materiais utilizados e outros, principalmente na qualidade da execução da conexão. O aumento de temperatura pode resultar uma conexão brilhante, capaz de causar ignição em materiais combustíveis próximos, sem que essa falha seja detectada pelos dispositivos de proteção, como fusíveis, disjuntores ou DDR (FERRINO-MCALLISTER; ROBY; MILKE, 2006).

### **3.1.2 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas**

As descargas atmosféricas são potenciais de risco de incêndio que, muitas vezes, são negligenciados caso o sinistro não ocorra no momento exato de uma incidência. Existem relatos sobre edificações que se incendiaram dias, meses ou anos depois de serem atingidas por uma descarga atmosférica. Os raios causam surtos de tensão que danificam equipamentos, dispositivos e condutores elétricos.

Resultam falhas, como, degradação de isolamento, carbonização de partes isolantes, dentre outras, que podem se agravar com o tempo, aumentando riscos de curtos circuitos e arcos elétricos (BABRAUSKAS, 2006).

Segundo Stringfellow (2013), diferentemente do que a população, de maneira geral, acredita, normalmente, os incêndios provocados por descargas atmosféricas não são em decorrência da ignição provocada pela elevada corrente que atinge o edifício, mas, sim, pelos danos gerados nas instalações elétricas. Avarias nas camadas de isolamento de condutores e aparelhos são provocadas pela sobretensão gerada pelos raios, e, em consequência, o risco de arcos elétricos como fonte de ignição. Evidências também indicam que a maioria dos incêndios é provocada por descargas indiretas, ou seja, quando o raio não atinge diretamente a edificação, mas atinge suas proximidades, provocando sobretensões e sobrecorrentes nos sistemas em volta. Além dos danos elétricos, as descargas atmosféricas também podem danificar os sistemas de gás, que correm o risco de furar ou quebrar, em decorrência de tubulações finas, e, conseqüentemente, acontecer vazamento do fluido inflamável.

As descargas atmosféricas são perigosas às pessoas e edificações, pois podem causar diversos danos, portanto, medidas de proteção devem ser consideradas, principalmente com a adoção do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Quando atingem uma edificação, podem causar danos estruturais aos ocupantes e conteúdos, inclusive às instalações elétricas de maneira a propiciar o risco de incêndios.

### **3.1.3 Projeto, execução, inspeção e manutenção das instalações elétricas**

As instalações hidráulicas, sanitárias, de incêndio e, principalmente, elétricas de uma edificação devem ser periodicamente inspecionadas para beneficiar a segurança dos usuários. A carência de manutenção em instalações envelhecidas contribui para a ocorrência de sobrecargas, curtos-circuitos e outros fatores que podem resultar, inclusive, na perda do patrimônio. Realizar manutenção regularmente nas edificações representa uma economia e controle de recursos financeiros uma vez que os gastos podem ser previstos o que permite ao

proprietário condições de se preparar antecipadamente. A degradação dos subsistemas em uma edificação é uma realidade. A durabilidade das instalações depende, dentre outros fatores, de um projeto adequado às normas, de materiais certificados, manutenção regular e utilização dentro de padrões de qualidade definidos. A manutenção elétrica das edificações é uma questão de segurança. Prédios com mais de vinte anos estão, provavelmente, com suas instalações comprometidas, desgastadas ao limite. As inspeções e vistorias devem ser realizadas independentemente da existência de um defeito aparente. Os principais componentes das instalações elétricas que devem ser periodicamente inspecionados são: quadro de distribuição e seus componentes, circuitos elétricos, considerando seus condutores, tomadas, interruptores e sistema de iluminação (ROCHA, 2007).

A Confederation of Fire Protection Associations Europe (CFPA-Europe), divulgou, em 2013, o guia CFPA-E N° 30:2013 F – Managing Fire Protection of Historic Buildings – segundo esse documento, as medidas de proteção devem ser definidas para cada edificação, caso a caso. Cada edificação deve possuir um responsável treinado para realizar inspeções nas instalações, visando à proteção contra incêndio. Reduzir a possibilidade de o incêndio se iniciar é a medida de proteção básica. A maioria dos incêndios em edificações de valor cultural ocorre por atos incendiários, falhas no sistema elétrico, descargas atmosféricas, velas, aquecimento de equipamentos, atividades a quente nos trabalhos de restauração como soldagem, cortes etc (CFPA-E, 2013).

#### **3.1.4 Gerenciamento de riscos de incêndio**

O gerenciamento de risco de incêndios em uma edificação compreende a identificação, análise e avaliação dos riscos. A identificação é um processo sistemático para entender como, quando e por que um incêndio poderá acontecer; isso inclui identificação de fontes de ignição (como dispositivos e outros componentes da instalação elétrica), de materiais que podem contribuir para a propagação do fogo, fumaça ou gases tóxicos. A análise é um processo de estimativa de magnitudes de consequências e probabilidades dos efeitos adversos

resultantes de um sinistro; o resultado final é expresso em termos qualitativos, mistos ou quantitativos, dependendo do tipo de risco, do objetivo da análise e das informações disponíveis. A avaliação envolve critérios para a determinação do nível aceitável de risco e tratamento em um processo de se determinarem as medidas de controle adequadas. A efetividade da segurança é considerada maior à medida que os riscos são reduzidos, considerando a característica da edificação, incluindo seus sistemas. O objetivo do gerenciamento de risco de incêndio é reduzi-lo a níveis aceitáveis para se garantir a segurança do patrimônio e ocupantes da edificação. Esse objetivo pode ser atingido, por exemplo, com a utilização de medidas passivas e ativas de segurança contra incêndio, realização de inspeções, manutenções, treinamentos e exercícios de evacuação (RAMACHANDRAN, 1999; XIN; HUANG, 2013).

Com o desenvolvimento do desempenho baseado em projeto, alguns estudos têm conduzido a metodologia de análises de riscos de incêndios em edificações em diferentes perspectivas e níveis. O risco de incêndio é definido como o produto da probabilidade de ocorrência do sinistro e as consequências que este pode causar. Para determinar a probabilidade, é preciso identificar os perigos que podem gerar uma ignição e as características do ambiente que contribuirão para a propagação de um incêndio. Diversas metodologias utilizam dados estatísticos para estimar algumas informações, como, frequência de ignição, tempo de resposta da equipe de emergência e consequência do incêndio, por meio de tabelas específicas para cada tipologia de edificação (XIN; HUANG, 2013). O risco da eletricidade é em função de ser uma fonte de ignição; cada edificação possui características próprias, tais como, projeto, montagem, utilização e outras, o que significa que um método estatístico não abrange a realidade de uma edificação isolada.

Algumas metodologias conceituadas de análise de riscos de incêndio devem ser referência para aplicações em edificações, inclusive as antigas: Gretener, FRAME, ARICA. Essa última possui uma significativa vantagem sobre as demais por ser flexível em algumas definições, o que a torna um método eficiente, tanto para edificações novas como para as antigas. É baseada em dois fatores principais: o fator de risco global de incêndio e o fator de eficiência da segurança global contra incêndio. As instalações elétricas são fatores importantes a serem considerados para determinar as condições de segurança contra incêndio em uma edificação, e a

falta de informações é um problema para essa metodologia e as demais existentes. Dentre os fatores considerados na fórmula matemática do método ARICA, o “Fator global de risco associado ao início do incêndio” leva em conta as instalações elétricas. Os valores relacionados a essas instalações são chamados de  $F_{IEL}$  e são definidos conforme TABELA 2 (FERREIRA *at al*, 2016; MUCULO, 2013):

TABELA 2 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método ARICA

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	$F_{IEL}$
Instalação elétrica totalmente remodelada e respeita a regulamentação (Decreto-Lei N°740/74, de 26 de Dezembro – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica)	1,0
Instalação elétrica parcialmente remodelada, mantendo vários circuitos originais	1,25
Instalação elétrica não remodelada e potência contratada igual ou superior a potência consumida	1,50
Instalação elétrica não remodelada e potência contratada inferior a potência consumida	$>1,5$ onde é = $\frac{P_{consumida}}{P_{contratada}}$

Fonte: Muculo, 2013

O método de Gretener foi criado por um engenheiro suíço Max Gretener, em 1960, e tem como objetivo a quantificação de risco segundo os critérios de avaliação estipulados. O corpo de bombeiros da Suíça recomendou esse método para avaliação de qualquer tipo de edificação que, alguns anos mais tarde, tornou-se reconhecido mundialmente. Baseia-se em fórmulas matemáticas, com dados extraídos de tabelas, que avalia os riscos de ativação em função do tipo de ocupação do edifício, bem como a contribuição das medidas de segurança para a redução do risco de incêndio. Esse modelo passou por diversas adaptações, dentre as quais a realizada pelo Eng. Claret Golveia, a mais difundida no Brasil, utilizada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e fonte de dados de inúmeras pesquisas. Parâmetros relacionados à eletricidade não foram considerados no modelo original, mas, na adaptação acima citada, foi reconhecido que as instalações elétricas representam risco de ativação de incêndio por fornecerem uma fonte inicial de calor por meio de centelhas oriundas de um curto-circuito. O método, para definir os parâmetros relacionados à eletricidade no cálculo, no entanto, considera a existência ou não de um projeto segundo normas técnicas aplicáveis (TABELA 3),

pois entende que, se a instalação foi realizada conforme norma técnica e seu uso e manutenção são regulares, o risco de ativação de incêndio é mínimo (FILHO; SILVA, 2007; GOUVEIA, 2006; KAISER, 1980).

TABELA 3 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método Gretener adaptado por Gouveia

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	SÍMBOLO	FATOR DE RISCO
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso e manutenção regulares		1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; uso inadequado (extensões sem projeto) e manutenção irregular	A <sub>3</sub>	1,25
Instalações não projetadas segundo as normas técnicas aplicáveis		1,50

Fonte: Gouveia, 2006, p. 62

A metodologia FRAME, *Fire Risk Assessment Method for Engineering*, foi desenvolvida a partir de alguns métodos de avaliação de incêndio, dentre eles, o Gretener. Também são utilizadas equações matemáticas, com dados obtidos em tabelas, para determinar o risco aceitável e nível de proteção. Para definir o risco de incêndio, três parâmetros são calculados: o risco potencial, o nível de risco aceitável e o nível de proteção. As instalações elétricas são consideradas como fator de risco de ativação, pertencente ao parâmetro “risco potencial” e seus valores na fórmula matemática são definidos em função de sua conformidade com a regulamentação e realização de verificações periódicas (TABELA 1) (MUCULO, 2013; SARSANGI *et al*, 2014; SILVEIRA, 2017).

TABELA 4 – Parâmetros relacionados à eletricidade – Método FRAME

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	FATOR
De acordo com a regulamentação e verificada periodicamente	0,00
De acordo com a regulamentação e não verificada periodicamente	0,10
Não conforme com a regulamentação	0,20

Fonte: Silveira, 2017

A metodologia CHICHORRO 2.0, desenvolvida como resultado de pesquisas coordenadas pelo professor Miguel Chichorro, que resultaram em

diversas dissertações de mestrado na Universidade do Porto em Portugal, considera o risco de incêndio como um produto da probabilidade de ocorrência de incêndio pela gravidade de suas consequências. O método possui quatro fatores globais de risco de incêndio: probabilidade de ocorrência de incêndio, consequências totais do incêndio, desenvolvimento e propagação do incêndio e eficácia de socorro e combate a incêndio. Para as instalações elétricas são levados em consideração fatores relacionados à proteção elétrica dos quadros, ao estado de conservação da aparelhagem e circuitos e à relação entre potência instalada e potência contratada (FERREIRA, 2016).

### **3.1.5 Dados Estatísticos**

Os estudos estatísticos são fundamentais para as investigações e tomadas de decisões no avanço de técnicas e tecnologias que envolvem a segurança contra incêndio. Existem diversos órgãos que realizam tais estudos.

Segundo o Anuário Estatístico do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), para as possíveis causas de incêndios ocorridos no estado em 2006, as instalações elétricas inadequadas foram responsáveis por 7,3% dos sinistros, ficando atrás apenas de atos incendiários e de causas que não foram identificadas. A TABELA 5 apresenta esses dados. Ao observar os valores da tabela, deduz-se que, desconsiderando os incêndios classificados como “outras causas”, que são aqueles em que não houveram investigações conclusivas para determinar as razões das ocorrências, e também desconsiderando os atos incendiários, as instalações elétricas ocupam o primeiro lugar nas causas possíveis de incêndio, com aproximadamente 43%.

TABELA 5 – Causas possíveis de incêndio em São Paulo em 2006

CAUSA POSSÍVEL	INCÊNDIOS	PERCENTUAL
Outras causas	26.652	52,7%
Ato incendiário	13.653	27,0%
Instalações elétricas inadequadas	3.677	7,3%
Displicência ao cozinhar	1.059	2,0%
Prática de ações criminosas	966	1,9%
Ignição espontânea	909	1,8%
Brincadeira de crianças	705	1,4%
Displicência de fumantes com pontas de cigarro/Fósforo	696	1,3%
Superaquecimento de equipamento	591	1,2%

Fonte: Anuário Estatístico do CBPMESP<sup>3</sup>

No Brasil, a Abracopel (Associação Brasileira de Conscientização para Perigos da Eletricidade) elabora estatísticas que envolvem os riscos com eletricidade no Brasil, inclusive, relacionadas a incêndio. Em 2017 a Abracopel divulgou os dados estatísticos, comprovando que incêndios relacionados à eletricidade como fonte de ativação mais que dobraram entre os anos 2013 e 2016 (TABELA 6).

TABELA 6 – Incêndios ocorridos por curto-circuito no Brasil 2013-2016

ANO	INCÊNDIOS	MORTES
2013	200	0
2014	295	20
2015	441	33
2016	448	33

Fonte: Abracopel, 2017

Segundo dados divulgados pelo Procobre, Instituto Brasileiro do Cobre, entidade sem fins lucrativos ligada à International Copper Association, 75% dos projetos residenciais no mercado de autoconstrução no Brasil não possuem projeto elétrico e, conforme informações do Corpo de Bombeiros, a segunda maior causa de incêndios no Estado de São Paulo são as instalações elétricas inadequadas. A situação em edificações com mais de vinte anos demonstra a precariedade do sistema elétrico conforme apresenta estatística (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) do programa Casa Segura, uma iniciativa do Procobre.

<sup>3</sup> Anuário Estatístico do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, referente aos dados de 2006. Apresentação feita pelo então Comandante do Corpo de Bombeiros, Cel PM ANTONIO DOS SANTOS ANTONIO. São Paulo, 2007.

TABELA 7 – Principais inconformidades nas instalações elétricas residenciais com mais de 20 anos

INCONFORMIDADE	PERCENTUAL
Falta do condutor de proteção (Fio terra)	98%
Dispositivo de proteção incompatível com os condutores	93%
Não possui o dispositivo de proteção residual (DR)	98%
Não tem dispositivo de sobretensão (DPS)	100%
Possui partes energizadas dos quadros de energia acessíveis	79%
Apresenta evidências de aquecimento excessivo de condutores	53%
Tem quadros de energia com materiais combustíveis	82%
Apresenta falhas no sistema de proteção contra descarga atmosférica	85%

Fonte: Instituto Brasileiro do Cobre - Pro cobre, 2014

Segundo Campbell (2017), baseado em dados da U.S Fire Administration (USFA's), National Fire Incident Reporting System (NFIRS) e National Fire Protection Association (NFPA), ocorreram nos Estados Unidos da América, em média, 45.210 incêndios em edificações por ano, entre 2010 e 2014, relacionados a instalações ou equipamentos elétricos. As investigações apontam que, em relação aos equipamentos envolvidos nos incêndios em edificação, mais da metade dos sinistros tem relação a falhas no sistema de distribuição e iluminação das edificações, que envolve condutores, aparelhos de iluminação, disjuntores, dentre outros TABELA 8.

TABELA 8 – Equipamentos envolvidos em incêndios em edificações

EQUIPAMENTO ENVOLVIDO	% INCÊNDIOS
Sistema de distribuição e iluminação	57%
Fiação elétrica e circuitos de derivação	26%
Tomadas, interruptores, receptáculos	8%
Quadro de distribuição e disjuntores	3%
Condutores de extensão	3%
Sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado	19%
Equipamentos em cozinha	9%
Equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos	10%
Outros	5%

Fonte: Campbell, 2017

As estatísticas comprovam a relação entre as instalações elétricas e a ocorrência de incêndio. Dessa forma, deve ser dada a devida atenção desde a sua concepção, montagem e utilização, sendo que, nessa última, devem ser consideradas inspeções periódicas e manutenção. O curto-circuito proveniente de diversos tipos de falhas nas instalações elétricas é o principal fator de ativação de incêndio por eletricidade, então, a prevenção deve ser direcionada a evitar sua ocorrência.

### **3.2 Intervenção em Patrimônio Cultural Edificado**

“Portadoras de mensagem espiritual do passado, as obras monumentais de cada povo perduram no presente como o testemunho vivo de suas tradições seculares. A humanidade cada vez mais consciente da unidade dos valores humanos, as considera um patrimônio comum e, perante as gerações futuras, se reconhece solidariamente responsável por preservá-las, impondo a si mesma o dever de transmiti-las na plenitude de sua autenticidade” – Carta de Veneza, 1964, p. 1

Intervenções em edifícios de interesse cultural requerem conhecimentos específicos de várias áreas, tornando-se uma atividade interdisciplinar em que a participação de um arquiteto especialista é essencial. Para adequações do sistema de prevenção e combate a incêndio, assim como para as instalações elétricas, deve haver a participação de engenheiros de segurança especialistas em incêndio e engenheiros eletricitas, respectivamente, para tomarem as decisões em conjunto com o restante da equipe.

A Carta de Veneza (1964) descreve que a conservação e a restauração dos monumentos constituem uma disciplina que envolve todas as ciências e técnicas que possam contribuir para a salvaguarda tanto da obra de arte quanto do testemunho histórico, destacando a interdisciplinaridade envolvida no assunto.

Segundo Grammont (2006), as linhas de pensamento no que se referia à conservação surgiram na Inglaterra, mas se consolidaram na França, no século XIX. No entanto, a Itália foi o primeiro país a colocar em prática as ideias de especialistas, quando, ainda no século XIX, ocorreu um distanciamento da arquitetura do passado em relação às conservações nos monumentos. Estruturas romanas, após escavações, foram restauradas de maneira a preservar o que ainda restava e, quando necessários elementos novos, esses foram adotados de forma diferente dos originais, evitando cópias. Entretanto, esses critérios não foram aceitos na mesma época em outras restaurações. O arquiteto Viollet-Le-Duc (1814-1879) defendia que, em restaurações, todos os elementos deveriam ser idênticos aos originais e na ausência de informações, aplicaria os mais coerentes com o estilo da construção, ocorrendo, assim, tentativas de mimetização. Outros especialistas eram contra essa posição, como o inglês John Ruskin (1819-1900), que, influenciado pelo romantismo, defendia a total autenticidade das edificações – qualquer restauração seria um atentado, a não ser para uma cuidadosa manutenção. Já em 1893, Camillo Boito (1853-1914) formulou uma linha de raciocínio entre os dois extremos, Le-Duc e Ruskin, considerando que as épocas dos acréscimos às construções deveriam ser respeitadas, que as intervenções deveriam ser mínimas e diferenciadas do original, além de todos os processos utilizados serem embasados em documentos, registrados e divulgados. Parte das ideias de Boito foi incorporada pela conferência de Atenas, em 1931, que em seus princípios gerais recomenda que se respeite a obra histórica do passado e o estilo de cada época (GRAMMONT, 2006).

As teorias de restauração, no entanto, foram colocadas em cheque em função da destruição provocada pela Segunda Guerra Mundial. Algumas edificações foram reconstruídas integralmente, outras substituídas por novas configurações, as menos danificadas foram restauradas conforme os princípios estabelecidos pela Conferência de Atenas (1931) e houve aquelas que podem ser consideradas uma reinterpretação da edificação original. Essa última surgiu em 1960 com o conceito de restauração como um ato crítico e criativo. Aquilo que não fosse singular poderia ser eliminado e o que era realmente importante deveria ser mantido, preservando os valores artísticos, responsáveis pela importância e significado do bem e a unidade potencial do monumento. Essa linha foi considerada, de certa forma, para a teoria de restauração de Cesare Brandi (1906-1988) e fundamentam as práticas de

conservação no mundo ocidental, apesar de a teoria de Boito ainda ser muito utilizada (GRAMMONT, 2006).

Do século XIX para o século XX, houve algumas mudanças no conceito de patrimônio e ocorreram diversas convenções para se discutirem teorias de conservação, restauração, intervenção, manutenção e outros cuidados com o patrimônio cultural, surgindo, assim, diversos documentos denominados Cartas Patrimoniais (GRAMMONT, 2006).

De acordo com Froner (2013, p. 253), “o conceito contemporâneo de patrimônio arquitetônico é um conceito delineado a partir de transformações contextuais e culturais”. Nos paradigmas que tratam a adequação do lugar, isso inclui as edificações, encontram-se as raízes de discussões que envolvem as teorias de intervenção no patrimônio cultural arquitetônico na época moderna. Pensando nas decisões arquitetônicas como um dos pontos que necessitam de atenção, as cartas patrimoniais adotadas pela UNESCO e pelo ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios) devem ser pontuadas para balizamento das estratégias adotadas (FRONER, 2013).

Cada órgão de preservação, seja ele internacional, nacional, estadual ou municipal, possui regras de intervenção em edificações acauteladas. Como referências para a criação dessas regras, são utilizadas e reconhecidas internacionalmente as cartas patrimoniais, que são documentos que apresentam conceitos, diretrizes de medidas administrativas, de conservação, intervenção, manutenção, restauro e outras, e que foram criadas como resultado das ampliações do conceito de patrimônio. Seguem, nos parágrafos a seguir, algumas determinações de cartas patrimoniais que têm relação a intervenções em patrimônio cultural, que podem ser utilizadas como referências para determinação de regras em caso de adaptações em edificações:

A Carta de Atenas de 1931 expõe que em caso de restaurações, deve-se respeitar a obra histórica e artística do passado, sem prejudicar o estilo de nenhuma época. Além disso, reconhece a necessidade de aplicações de técnicas modernas, contanto que não altere o aspecto e o caráter do edifício. Os materiais novos devem ser sempre reconhecidos. Nesta primeira carta, já é possível identificar os primórdios

de um dos princípios de preservação, que é a demarcação de contemporaneidade e coadjuvância dos elementos novos.

A Carta de Atenas de 1933 ressalta que, os valores arquitetônicos dos edifícios devem ser salvaguardados. Em uma visão macro, a carta defende que a vida de uma cidade é um acontecimento contínuo, manifestada por obras materiais e construções que são testemunhos do passado que devem ser transmitidos para os séculos futuros. Nem tudo que é passado tem direito de ser preservado; deve-se saber identificar e escolher com sabedoria o que deve ser respeitado. Essa visão, no entanto, pode ser transformada em micro quando se pensa nos edifícios isolados. Esse documento reforça ainda mais a demarcação de contemporaneidade quando condena a cópia, a falsificação:

As obras-primas do passado nos mostram que cada geração teve sua maneira de pensar, suas concepções, sua estética, recorrendo, como trampolim para sua imaginação, à totalidade de recursos técnicos de sua época. Copiar servilmente o passado é condenar-se à mentira, é erigir “o falso” como princípio... Misturando o “falso” ao “verdadeiro”, longe de se alcançar uma impressão de conjunto e dar a sensação de pureza de estilo, chega-se somente a uma reconstituição fictícia, capaz apenas de desacreditar os testemunhos autênticos, que mais se tinham empenhado em preservar (Carta de Atenas, 1933, p. 27).

A Carta de Veneza de 1964 (p. 2) determina que no processo de restauração “todo trabalho complementar reconhecido como indispensável por razões estéticas ou técnicas destacar-se-á da composição arquitetônica e deverá ostentar a marca de nosso tempo”. O documento descreve que as contribuições de todas as épocas devem ser respeitadas. Essas regras reforçam o conceito de demarcação de contemporaneidade.

A Carta do Restauo de 1972 define que restauração é qualquer intervenção destinada a manter em funcionamento, a facilitar a leitura e a transmitir integralmente ao futuro as obras e objetos de interesse cultural. O documento proíbe a remoção ou demolição que apague a trajetória da obra através do tempo. É recomendado a adoção de materiais diferentes aos originais de maneira a serem facilmente distinguíveis no olhar. A carta determina que qualquer intervenção utilize técnicas que não inviabilize no futuro outra eventual intervenção para salvaguarda ou restauração. Com essa determinação, entende-se o princípio de reversibilidade, ou seja, no caso de edificações, qualquer acréscimo não deve causar danos a elas, podendo ser retirado posteriormente sem prejuízo ao bem. Em seu anexo B, o

documento admite nas edificações a necessidade de utilizações diferentes das originais, com o objetivo de assegurar a sobrevivência do monumento. E, no caso de obras de adaptações, essas devem ser limitadas ao mínimo, de maneira a evitar alterações nas características do edifício. É ainda chamada a atenção de que, antes de raspar uma camada de pintura ou retirar algum reboco, deve ser constatada a existência ou não de qualquer marca de decoração, tais como, grumos e coloridos originais das paredes e abóbadas. Como regra, a restauração deve respeitar a autenticidade dos elementos construtivos. Quando necessária a substituição de elementos, os novos devem ser distinguíveis dos originais.

A Carta de Machu Picchu de 1977 reforça alguns conceitos definidos na Carta de Atenas, entre eles, a “temporalidade do espaço”. O documento recomenda aos arquitetos que cessem a multiplicação de paisagens obsoletas. Justifica ainda que cada edifício não deve ser um objeto finito, mas sim, contínuo, que requer um diálogo entre os elementos para completar sua própria imagem. A carta ainda condena qualquer tipo de imitação, o que reforça o princípio de demarcação da contemporaneidade.

Qualquer tipo de intervenção em uma edificação de valor cultural deve ser baseada em documentos reconhecidos. Inclusões de novos elementos, artísticos ou não, devem ser cuidadosamente estudadas e isso se aplica às necessidades de adaptações de edificações em suas instalações elétricas e de incêndio. Ao se instalarem novos equipamentos ou materiais (painéis, eletrodutos, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, guarda-corpos, extintores dentre outros), devem ser considerados os princípios e regras de arquitetura, pois interferem no visual do bem protegido.

## 4 METODOLOGIA

A ciência, assim como as demais formas de conhecimento, possui como objetivo fundamental chegar à veracidade dos fatos. O que distingue o conhecimento científico dos demais é que tem como característica fundamental a necessidade de ser verificado, ou seja, torna-se indispensável a identificação do método que possibilitou alcançar o conhecimento apresentado. Método científico é o caminho para se chegar a um fim, ou seja, o conjunto de procedimentos intelectuais (ou operações mentais) e técnicos adotados para se atingir o conhecimento (GIL, 2002).

Segundo Minayo (2012, p. 622):

Fazer ciência é trabalhar simultaneamente com teoria, métodos e técnicas, numa perspectiva em que esse tripé se condicione mutuamente: o modo de fazer depende do que o objeto demanda, e a resposta ao objetivo depende das perguntas, dos instrumentos e das estratégias utilizadas na coleta de dados.

A presente pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza, como uma “pesquisa aplicada”, pois se encaixa na definição de Silva e Menezes (2005, p. 20): “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos”.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois, segundo Gil (2002, p. 41), este modelo:

Tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipótese. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Quanto às técnicas e procedimentos utilizados, esta pesquisa pode ser classificada como bibliográfica e documental. Segundo Castilho, Borges e Pereira (2014), a pesquisa bibliográfica é baseada em referências teóricas em fontes relativas ao tema, como artigos científicos, livros, dissertações, dentre outras. Já na pesquisa documental, semelhante a bibliográfica, a coleta de dados é baseada em documentos consolidados, como relatórios, documentos oficiais, leis, dentre outros.

Levando em conta as classificações da presente pesquisa, os instrumentos de coleta de dados foram: revisão bibliográfica, normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas relacionadas às instalações elétricas, normas do

Corpo de Bombeiros Militar referentes à segurança contra incêndio em edificações de interesse e às Cartas Patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos.

Foram colhidas na revisão bibliográfica informações que pudessem direcionar a uma metodologia para identificar quais as irregularidades nas instalações elétricas que tem potencial risco de incêndio. Com essas informações foi possível definir algumas normas no setor elétrico que determinam requisitos para evitar a ocorrência de incêndios. A partir daí, foi elaborado um modelo de procedimento de verificação das instalações elétricas em forma de lista de verificação. Além das informações obtidas na revisão bibliográfica, as normas que contribuíram para a construção deste modelo estão descritas nos parágrafos a seguir.

Referente às instalações elétricas em baixa tensão em edificações, a norma utilizada no Brasil que serviu como um dos instrumentos de coleta de dados para o modelo proposto nesta pesquisa é a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas em Baixa Tensão – que objetiva estabelecer condições para garantir a segurança de pessoas, funcionamento adequado das instalações e conservação do bem, sejam esses novos ou em reforma. Essa norma determina, dentre outros aspectos de segurança, requisitos para a proteção contra efeitos térmicos, orientando que “a instalação elétrica deve ser construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos” (ABNT NBR 5410, 2005, p. 10).

Em relação à proteção contra descargas atmosféricas, fenômeno que, conforme o apresentado na revisão bibliográfica, pode ocasionar riscos de incêndio nas edificações, principalmente por danos gerados nas instalações elétricas, a norma brasileira utilizada como um dos instrumentos de coleta de dados é a ABNT NBR 5419 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Essa norma define os requisitos de proteção das estruturas e das instalações elétricas em caso de ocorrência do fenômeno.

Na revisão bibliográfica, pesquisou-se sobre metodologias de gerenciamento de riscos de incêndio. Identificaram-se quais as considerações relacionadas a instalações elétricas que são geralmente levadas em conta nas

técnicas de análise de risco de incêndio. Essas informações foram avaliadas e serviram de dados para a construção do roteiro proposto nesta pesquisa.

Para a elaboração de orientações de adequação das instalações elétricas irregulares em edificações de interesse cultural, foram utilizadas como instrumentos de coleta de dados as cartas patrimoniais, adotadas pela Unesco e Icomos e a Instrução Técnica nº 35 – Segurança contra incêndio em edificações que compõem o patrimônio cultural, do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, documento atualizado em 2017.

O item “resultados” apresenta com detalhes quais informações foram obtidas em cada instrumento de coleta de dados, de forma organizada, o que propiciou a elaboração e apresentação do modelo de procedimento de verificação das instalações elétricas proposto nesta pesquisa.

No item “discussão dos resultados” é apresentado um estudo de caso com o objetivo de verificar a aplicabilidade prática do modelo proposto em uma situação real.

## **5 RESULTADOS**

Este item apresenta os resultados das pesquisas, conforme citado na metodologia, descrevendo em forma de textos, quadros e tabelas, as informações obtidas em cada instrumento de coleta de dados. Em primeiro momento, o tema tratado é a eletricidade como fator de ativação de incêndio; a investigação objetivou determinar quais os requisitos as instalações elétricas devem cumprir para eliminar, ou pelo menos reduzir, o risco de ocorrência desse sinistro. Como resultado final desta primeira parte, é apresentado um modelo de procedimento de inspeção em instalações elétricas em edificações com o objetivo de contribuir para a gestão de riscos de incêndio. Em segundo momento, o tema em questão é a determinação de como realizar intervenções em patrimônio cultural edificado para adequar as instalações elétricas irregulares. Nesse aspecto, a pesquisa objetivou determinar as diretrizes necessárias para orientar os profissionais envolvidos na intervenção.

### **5.1 Conformidade das instalações elétricas em edificações**

Para determinar quais características as instalações elétricas em edificações devem atender para serem consideradas seguras em relação ao risco de incêndio, foram consultadas informações obtidas em trabalhos publicados por outros pesquisadores, apresentados na revisão bibliográfica, além das normas relacionadas à eletricidade. Neste item, os dados são apresentados separadamente de acordo com cada instrumento de coleta de dados. No final é apresentado um modelo de procedimento de inspeção em instalações elétricas em edificações.

#### **5.1.1 Dados coletados na revisão bibliográfica**

A revisão bibliográfica desta pesquisa apresenta diversas considerações de trabalhos que objetivaram identificar quais os fenômenos da eletricidade e irregularidades das instalações e equipamentos com potencial de iniciar um

incêndio. Os fenômenos apontados foram a ocorrência de arcos, curto circuitos e sobreaquecimento. Os fatores que levam à incidência desses fenômenos estão relacionados às características dos dispositivos e materiais utilizados nas instalações elétricas e o seu comportamento em situações anormais, como, sobretensões, sobrecorrentes, danos mecânicos, dentre outros. No QUADRO 2 são apresentadas as considerações que, apontadas nos estudos, devem ser levadas em conta para a construção de um modelo de verificação para contribuir na prevenção de incêndios relacionados à eletricidade.

Um fator que deve ainda ser levado em consideração é o risco de o fogo se propagar, em função da proximidade de materiais combustíveis, como tapetes, lençóis, colchões, cortinas e outros, a tomadas, adaptadores, condutores e equipamentos que possam, por alguma irregularidade, apresentar sobreaquecimento ou liberar faíscas através de arcos e curtos-circuitos.

Uma instalação elétrica com riscos mínimos de incêndios deve ter a segurança como premissa desde sua concepção e durante toda sua utilização. É importante que seja elaborado um projeto, de acordo com as normas que envolvem o tema, por profissional habilitado para a atividade e a instalação seja executada por um responsável técnico. Devem ser realizadas inspeções e manutenções periódicas das instalações elétricas, dos dispositivos e demais materiais que devem ser substituídos, sempre que necessário, ou até mesmo, reformada a instalação quando se verificar comprometimento.

QUADRO 2 – Irregularidades nas instalações elétricas que representam risco de incêndio

(Continua)

DISPOSITIVO / MATERIAL	IRREGULARIDADE	CAUSAS	CONSEQUÊNCIA	PREVENÇÃO
Condutores elétricos	Sobreaquecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subdimensionamento, em que a carga instalada no circuito gera uma corrente elétrica maior que a da capacidade do condutor;</li> <li>- Sobretensões em função de descargas atmosféricas ou manobra de equipamentos;</li> <li>- Conexões frouxas na interligação com dispositivos;</li> <li>- Sobrecarga em tomadas.</li> </ul>	Risco de dano na camada isolante como derretimento, ressecamento e carbonização, principalmente nas conexões. Pode acarretar curto circuito e/ou arco elétrico.	Dimensionamento adequado, considerando a carga do circuito. Dimensionamento da proteção de sobrecorrente adequada para o condutor (Disjuntor). Utilização de proteção contra sobretensão (Dispositivo de supressão de surto). A temperatura máxima admissível no condutor é de 70° C.
	Rompimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dano mecânico em função de movimentação de condutores.</li> </ul>	Pode acarretar partes energizadas desprotegidas e, em consequência, curto circuito e/ou arco elétrico.	Dimensionamento da proteção de sobre corrente adequada para o condutor (Disjuntor). Utilização de dispositivo de proteção diferencial residual (DDR). Instalação sempre em condutos fechados, como eletrodutos, canaletas, etc.
Condutor de extensão	Sobreaquecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Danos mecânicos em função do local de instalação, principalmente se houver risco de serem pisoteados, esmagados, cortados, flexionados.</li> </ul>	Tais danos podem romper todos ou alguns filamentos, gerando o sobreaquecimento. Risco de dano na camada isolante como derretimento, ressecamento e carbonização, principalmente nas conexões. Pode acarretar curto circuito ou arco elétrico.	Não instalar em locais passíveis de danos mecânicos. Dimensionamento adequado, considerando a carga do circuito. Utilização de dispositivo de proteção (fusível) no equipamento alimentado pelo condutor.
	Rompimento		Pode acarretar partes energizadas desprotegidas e, em consequência, curto circuito e/ou arco elétrico.	Não instalar em locais passíveis e sofrer danos mecânicos.
Tomadas elétricas e adaptadores	Sobreaquecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobrecarga;</li> <li>- Conexões frouxas;</li> <li>- Material inadequado na construção do dispositivo.</li> </ul>	Risco de ocorrência de arcos elétricos e curtos-circuitos. Pode inflamar o próprio dispositivo, condutores e equipamentos se próximos a materiais, como cortinas, colchões, tapetes etc.. Falhas relativas a conexões frouxas, muitas, vezes podem ser evidenciadas por erosão no condutor e/ou parafuso.	Utilizar somente dispositivos certificados; Evitar adaptadores e interligar equipamentos com a corrente compatível com a tomada; Realizar aperto das conexões. A temperatura máxima admissível em adaptadores é de 45 °C

QUADRO 2 – Irregularidades nas instalações elétricas que representam risco de incêndio

(Conclusão)

DISPOSITIVO / MATERIAL	IRREGULARIDADE	CAUSAS	CONSEQUÊNCIA	PREVENÇÃO
Reatores de lâmpadas	Sobreaquecimento	- Falha inerente ao dispositivo;	O sobreaquecimento em reatores pode ser identificado pelo odor de queimado, derretimento, queimadura, inclusive, na área ao redor do equipamento, como no teto, alterações na coloração da tinta de revestimento etc. Quando em contato ou proximidade com teto inflamável (palha, madeira de acabamento, plástico, etc) representa risco de incêndio.	Utilizar apenas reatores protegidos termicamente; Manter os reatores afastados de tetos inflamáveis. Podem ser utilizados espaçadores; Substituir os dispositivos a qualquer sinal de falha.
Disjuntores e DDR	Falha na atuação	- Problemas inerentes ao dispositivo; - Subdimensionamento;	Todo dispositivo possui uma vida útil que varia de acordo com seu funcionamento. Considerando o tempo, a qualidade e quantidade de atuações, pode ocorrer diminuição da vida útil e/ou eficiência de funcionamento. Falhas em molas e alavancas são características dessa degradação. Ao se utilizar um disjuntor com a capacidade de corrente acima da admitida pelo condutor, este não cumprirá seu papel de proteção, pois não irá atuar no momento certo. Com isso, conexões e condutores poderão sobreaquecer.	Utilizar somente disjuntores com capacidade de corrente compatível com os condutores do circuito o qual é destinado a proteger. Efetuar a troca sempre que o dispositivo apresentar qualquer sinal de mau funcionamento.
Conexões diversas (Lâmpadas, soquetes, tomadas, etc)	Sobreaquecimento, arcos elétricos, curto circuitos	- Conexões frouxas; - Subdimensionamento;	Conexões frouxas ou subdimensionadas podem causar uma conexão incandescente em função do aumento de temperatura, arcos elétricos e oxidação rápida capaz de causar uma ignição e, consequentemente um incêndio.	Os contatos devem ser dimensionados de forma a controlar o aquecimento. Utilizar dispositivos certificados. O aperto deve possuir um torque que garanta um contato adequado entre as partes envolvidas na conexão, sem permitir movimentações.

Fonte: Do autor

### 5.1.2 Considerações sobre a ABNT NBR 5410

Dentre os princípios fundamentais que orientam os objetivos e prescrições da ABNT NBR 5410, está a proteção contra efeitos térmicos. A norma determina que a instalação elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir quaisquer riscos de incêndio de materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Para garantir essa segurança, são estabelecidos diversos requisitos que devem ser atendidos tanto na fase de projeto quanto a instalação e utilização. É determinado que toda a instalação elétrica seja executada por pessoas qualificadas, de forma a assegurar que, nas conexões, o contato seja seguro e confiável, e que os componentes da instalação suscetíveis de produzir temperaturas elevadas ou arcos elétricos fiquem dispostos a fim de eliminar o risco de ignição de materiais inflamáveis.

A norma orienta como deve ser realizado o dimensionamento de tomadas nos ambientes. Critérios relacionados à área ou perímetro dos ambientes são apresentados para determinar número de pontos de tomada em uma edificação, mas a premissa básica é que esse número deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados, ou seja, deve haver quantidade de tomadas o suficiente para atender a demanda de equipamentos a serem utilizados. As tomadas podem ser classificadas como de uso geral, quando não são exclusivas para algum equipamento, ou como específicas. Para tomadas de uso específico, devem ser atribuídas potências iguais às do equipamento a que se destinam e devem ser localizadas a, no máximo, 1,5 metros do equipamento. Os pontos de força destinados a alimentar mais de um equipamento devem ser providos com a quantidade adequada de tomadas.

Um equipamento de proteção complementar exigido pela norma é o Dispositivo Diferencial Residual (DDR), capaz de atuar e desenergizar circuitos que apresentem irregularidades, em função de detecção de corrente de fuga. A norma obriga a utilização de DDR de alta sensibilidade, capaz de detectar uma fuga de corrente de 30mA, em locais que possam estar sujeitos à umidade, como banheiros, cozinhas, lavanderias, garagens, áreas externas e outras, com o objetivo de

proteger os usuários de choques elétricos. Quanto ao uso do DDR para proteção contra incêndio, a norma não o determina como obrigatório.

Quanto à proteção contra incêndio, é determinado que os componentes da instalação não representem perigo para os materiais adjacentes. Efeitos térmicos podem ser prevenidos por proteção contra sobrecorrentes, com a utilização de disjuntores apropriados aos condutores elétricos, capazes de seccionar o circuito em caso de ocorrência de sobrecargas e curtos-circuitos, antes de se tornarem perigosos devido aos seus efeitos térmicos que podem ser prejudiciais à isolação, às conexões, às terminações e à circunvizinhança dos condutores. A detecção de sobrecorrentes deve ser prevista em todos os condutores fase.

Em relação à instalação, a norma exige que os componentes devam atender às normas brasileiras, adequados à tensão nominal e selecionados, considerando a corrente que deve percorrê-los em condições normais e anormais. Os componentes devem ser posicionados em locais que favoreçam sua inspeção, manutenção e acesso a suas conexões e os dispositivos de proteção identificados de forma que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos.

Quanto à documentação, a norma estabelece que as instalações elétricas devem ser executadas a partir de projeto específico com, no mínimo, os seguintes documentos: plantas, esquemas unifilares, detalhes de montagem, memorial descritivo, especificação dos componentes e parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda). Depois de concluída a instalação, a documentação deve ser atualizada de forma a corresponder fielmente ao que foi executado.

Os condutores permitidos pela norma para serem utilizados em instalações elétricas de baixa tensão são os cabos uni e multipolares e os condutores isolados. A utilização de cabos paralelos, como os de extensão é proibida nas instalações fixas, tendo em vista que se destinam somente à ligação de equipamentos. Os cabos e condutores isolados devem atender às respectivas normas técnicas da ABNT. Quanto à capacidade de condução de corrente dos condutores, o dimensionamento visa a garantir uma utilização satisfatória à integridade da camada isolante em função dos efeitos térmicos produzidos. As temperaturas dos condutores não podem ultrapassar aos estabelecidos na TABELA 9.

TABELA 9 – Temperatura característica dos condutores

<b>Tipo de isolamento</b>	<b>Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C</b>	<b>Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C</b>	<b>Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C</b>
Policloreto de vinila (PVC) até 300mm <sup>2</sup>	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300mm <sup>2</sup>	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: ABNT NBR 5410:2004, p. 100.

Para determinar a seção nominal de um condutor elétrico, a norma estabelece uma série de critérios que devem ser levados em consideração no dimensionamento em projeto. Como seções mínimas, é estabelecido que para cabos e condutores de cobre, em circuitos de iluminação, deve ser de 1,5 mm<sup>2</sup> e, em circuitos de força, 2,5 mm<sup>2</sup>. Quanto à instalação de condutores em eletrodutos embutidos em alvenaria ou aparentes, desconsiderando fatores de queda de tensão em função do comprimento dos circuitos, extraíram-se da norma dados para construção da TABELA 10, que apresenta a capacidade máxima de corrente em condutores em cobre com camada de isolamento em PVC, de 1,5 mm<sup>2</sup> a 16 mm<sup>2</sup>, sem levar em consideração a queda de tensão em função do comprimento. Essas características foram selecionadas por representarem a realidade das instalações elétricas prediais. Para características diferentes, a ABNT NBR 5410 deve ser consultada.

TABELA 10 – Capacidade de corrente máxima em condutores isolados com camada de PVC

<b>Seção nominal mm<sup>2</sup></b>	<b>Corrente máxima (A)</b>
1,5	15,5
2,5	21
4	28
6	36
10	50
16	68
25	89
35	110

Fonte: ABNT NBR 5410:2004.

Determinada a seção nominal do condutor e sua capacidade de corrente, é possível dimensionar o dispositivo de proteção, considerando que este deve ser capaz de interromper o circuito antes de a corrente atingir a capacidade máxima do condutor. Para que isso aconteça, a corrente nominal do dispositivo de proteção deve ser abaixo da capacidade máxima de corrente do condutor.

Quanto à instalação dos condutores isolados, só podem ser utilizados em canaletas ou perfilados de paredes não perfuradas e com tampas que só possam ser removidas com auxílio de ferramenta, ou em eletrodutos. É vedado o uso de mangueiras como eletrodutos. Em molduras, os condutores isolados podem ser instalados desde que não sejam embutidos em alvenaria e nem cobertos por papel de parede, tecido ou qualquer outro material, devendo permanecer aparentes. Devem ser empregadas caixas, com tampa, em todos os pontos de emenda ou derivação de condutores.

Para proteção contra sobretensões, a norma recomenda a utilização de dispositivo de proteção contra surto (DPS) instalado em locais estratégicos, como na entrada de energia e quadro de distribuição principal. Existe a possibilidade de falhas nesse dispositivo, então deve ser prevista uma proteção por disjuntor. Para identificação de alguma falha, o DPS deve possuir um indicador.

A norma determina que qualquer instalação nova, ampliação ou reforma deve ser inspecionada para verificar a conformidade com suas prescrições. As verificações devem ser documentadas em um relatório. Os condutores devem ser inspecionados periodicamente, devendo ser observado o estado da isolação e de seus elementos de conexão, fixação e suporte, com vista a detectar sinais de aquecimento excessivo, rachaduras e ressecamentos. Equipamentos com partes móveis, como disjuntores e interruptores, também devem ser inspecionados quanto ao estado dos contatos, sinais de aquecimento e fixação. Em qualquer componente, deve ser verificado se existem sinais de aquecimento ou avarias.

Para organizar as informações apresentadas neste item fundamentadas na norma ABNT NBR 5410:2004, com o objetivo de fornecer dados para a elaboração de um roteiro de verificação das instalações elétricas quanto à prevenção de incêndios, foi gerado o QUADRO 3.

QUADRO 3 – Requisitos das instalações elétricas quanto à prevenção de incêndios

Item	Requisitos a serem atendidos
Documentação	Deve possuir os seguintes documentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto elétrico completo;</li> <li>- ART do projeto elétrico;</li> <li>- ART da instalação elétrica;</li> <li>- Relatório de inspeção com ART;</li> <li>- Registros de manutenção.</li> </ul>
Componentes da instalação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devem ser instalados conforme projeto;</li> <li>- Componentes que possam apresentar sobreaquecimento ou curto-circuito devem estar afastados de materiais inflamáveis.</li> </ul>
Quadro de distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir disjuntores de proteção compatíveis com os condutores protegidos;</li> <li>- Possuir DDR para circuitos de tomadas;</li> <li>- Possuir DPS;</li> <li>- Possuir partes energizadas protegidas;</li> <li>- Possuir circuitos identificados;</li> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento.</li> </ul>
Condutores elétricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir proteção compatível com a capacidade máxima de corrente;</li> <li>- Possuir circuitos de iluminação com condutores de seção mínima de 1,5mm<sup>2</sup>;</li> <li>- Possuir circuitos de força com condutores de seção mínima de 2,5mm<sup>2</sup>;</li> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento;</li> <li>- Não apresentar temperatura acima de 70°C quando em utilização;</li> <li>- Não apresentar sinais de ressecamento;</li> <li>- Não apresentar rachaduras;</li> <li>- Não apresentar danificações;</li> <li>- Ser instalados em eletrodutos, canaletas ou perfilados;</li> <li>- Serem cabos uni ou multipolares ou condutores isolados.</li> </ul>
Disjuntores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir corrente nominal inferior a capacidade de corrente do condutor destinado a proteger;</li> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento;</li> <li>- Não apresentar sinais de defeito nas partes móveis.</li> </ul>
Tomadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantidade suficiente para a utilização prevista;</li> <li>- Conforme padrão brasileiro;</li> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento;</li> <li>- Possuir conexões firmes.</li> </ul>
Aparelhos de iluminação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento;</li> <li>- Possuir conexões firmes.</li> </ul>
Conexões elétricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não apresentar sinais de sobreaquecimento;</li> <li>- Não apresentar folgas;</li> <li>- Possuir emendas somente em caixas de passagem com tampa.</li> </ul>

Fonte: Do autor, baseado na ABNT NBR 5410:2004.

### 5.1.3 Considerações sobre a ABNT NBR 5419

Segundo a ABNT NBR 5419:2015, não existem dispositivos ou métodos capazes de alterar os fenômenos climáticos naturais a ponto de se prevenir a ocorrência de descargas atmosféricas, portanto medidas de proteção devem ser

consideradas. As medidas previstas na norma são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas. São divididas em dois grupos: o primeiro se refere a proteção para reduzir os danos físicos e risco à vida dentro de uma estrutura; o segundo se refere à proteção para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos de uma estrutura.

A necessidade de proteção de uma edificação deve ser avaliada de modo a reduzir perdas de vida humana, serviço ao público e patrimônio cultural. O sistema completo de proteção contra descargas atmosféricas conta com a proteção das estruturas e seus sistemas internos. É constituído pelos subsistemas de captação, descida, aterramento e medidas de proteção contra surtos de tensão, com a finalidade de dispersar a corrente na terra sem causar danos térmicos ou mecânicos, nem centelhamentos perigosos que possam iniciar fogo ou explosões. A probabilidade de penetração da corrente proveniente da descarga atmosférica em uma estrutura é consideravelmente limitada pela presença do subsistema de captação composto por hastes, condutores suspensos e/ou condutores em malha. Os métodos de proteção são detalhados na norma: método do ângulo de proteção, método da esfera rolante e método das malhas sendo os dois últimos aplicáveis a todo o tipo de edificações.

Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) são destinados a limitar as sobretensões e desviar as correntes de surto originadas pelas descargas atmosféricas. Devem ser adequadamente selecionados, coordenados e instalados para formar um conjunto que visa a reduzir falhas dos sistemas elétricos. A norma recomenda que sejam instalados no quadro de distribuição principal, nos quadros de distribuição secundários e nas tomadas dos equipamentos que se deseja proteger.

A norma descreve que a eficácia do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) depende de sua instalação, inspeção e manutenção. As inspeções devem ser periódicas, registradas em relatórios e realizadas por profissional habilitado para a atividade. O sistema projetado, instalado, inspecionado e mantido por especialistas, sendo toda a documentação elaborada disponível para o responsável pela manutenção e pelo uso da edificação.

Para organizar as informações apresentadas neste item, fundamentadas na norma ABNT NBR 5419:2015, com o objetivo de fornecer dados para a elaboração

de um roteiro de verificação das instalações elétricas quanto a prevenção de incêndios, foi gerado o QUADRO 4.

**QUADRO 4 – Requisitos do sistema de proteção contra descargas atmosféricas**

Item	Requisitos a serem atendidos
Documentação	Deve possuir os seguintes documentos: - Projeto do SPDA completo; - ART do projeto de SPDA; - ART da instalação do SPDA; - Relatórios de inspeção com ART; - Registros de manutenção.
Sistema de captação	- Possui sistema de captação por hastes, condutores suspensos ou malha; - Não possuir parte da estrutura ou equipamentos acima do sistema de captação; - Possuir cabos fixados na cobertura, sem apresentar folgas; - Não possuir cabos rompidos; - Não apresentar sinais de oxidação nos cabos e conexões.
Sistema de descidas (quando externo a estrutura)	- Possuir cabos fixados na estrutura, sem apresentar folgas; - Não possuir cabos rompidos; - Não apresentar sinais de oxidação nos cabos e conexões.
Sistema de aterramento	- Não apresentar sinais de oxidação na caixa de inspeção / medição.
Proteção contra surtos	- Possuir DPS nos quadros de distribuição.

Fonte: Do autor, baseado na ABNT NBR 5419:2015.

#### **5.1.4 Considerações sobre o gerenciamento de risco**

Conforme apresentado na revisão bibliográfica, as metodologias de análise de risco de incêndio se baseiam em dados estatísticos, tabelas ou fórmulas que atendem a critérios específicos de cada método. Em análise das metodologias, pode-se determinar como aspectos em comum a verificação da instalação quanto à regulamentação, considerando, inclusive, a ocorrência de alterações e manutenções no sistema. As metodologias, no entanto, não determinam como essa verificação deve ser executada, o que faz com que o responsável pela análise defina a estratégia para a tomada de decisões e determinação dos dados que devem ser computados no modelo escolhido para a análise.

### **5.1.5 Proposta de modelo de procedimento de verificação das instalações elétricas de uma edificação**

A partir dos dados apresentados acima, foi possível organizá-los de forma a criar um modelo de procedimento de inspeção das instalações elétricas de uma edificação em formato de lista de verificação (QUADRO 5). Tendo em vista que a preocupação com a segurança de uma instalação se inicia no projeto, a verificação proposta considera inicialmente uma análise da documentação disponível. Os documentos devem estar em conformidade com a normalização e, a instalação compatível com o projeto. Ao observar a ordem proposta no modelo, naturalmente o analista executará o passo a passo do procedimento de verificação, servindo assim, como um roteiro.

A primeira coluna do modelo, “Item”, determina o que deve ser verificado. A segunda coluna, “descrição”, detalha os requisitos a serem verificados. A terceira coluna deve ser preenchida de acordo com a conformidade do item, baseada na verificação da segunda coluna; pode ser preenchida assim: conforme, não conforme ou não aplicável. A quarta coluna é reservada para inserção de informações complementares para auxiliar na compreensão dos dados inseridos.

A partir da aplicação do modelo, o mesmo serve como instrumento de coleta de dados para a determinação das estratégias de adequação da edificação, com o objetivo de reduzir os riscos que têm a eletricidade como fator de ativação, contribuindo para a gestão de riscos de incêndio.

O modelo de procedimento de inspeção das instalações elétricas de uma edificação apresentado nesta dissertação foi baseado somente na revisão bibliográfica apresentada nesta pesquisa, na norma ABNT NBR 5410:2005 e ABNT 5419:2015, tratando-se de um modelo inédito, diferente de qualquer outro que possa por ventura existir.

QUADRO 5 – Modelo proposto para verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Documentação e registros	A edificação possui projeto elétrico, com ART, em status conforme construído ( <i>As-Built</i> ).		
	A edificação possui ART das instalações elétricas.		
	A edificação possui relatório de inspeção das instalações elétricas, com ART, conforme estabelecido pela NBR 5410.		
	A edificação possui registros de manutenção das instalações elétricas.		
	A edificação possui projeto do SPDA, com ART, em status conforme construído ( <i>As-Built</i> ).		
	A edificação possui ART das instalações do SPDA.		
	A edificação possui relatório de inspeção do SPDA, com ART, conforme estabelecido pela NBR 5419.		
	A edificação possui registros de manutenção do SPDA.		
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	Possui sistema de captação.		
	Não possui parte da estrutura ou equipamentos acima do sistema de captação.		
	Os cabos do sistema de captação estão fixados na cobertura sem apresentar folgas.		
	Não possui cabos rompidos no sistema de captação.		
	Não possui sinais de oxidação nos cabos e conexões do sistema de captação.		
	Os cabos do sistema de descida, quando externo, estão fixados na estrutura, sem apresentar folgas.		
	Não possui cabos rompidos no sistema de descida quando externo.		
	Não possui sinais de oxidação nos cabos e conexões do sistema de descida quando externo.		
Inexistência de sinais de oxidação na caixa de inspeção / medição.			

QUADRO 5 – Modelo proposto para verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Quadros de distribuição	Possui disjuntores de proteção compatíveis com os condutores dos circuitos protegidos (corrente nominal do disjuntor inferior à capacidade de corrente do condutor destinado a proteger).		
	Disjuntores não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Disjuntores não apresentam sinais de defeito nas partes móveis.		
	Circuitos de iluminação com condutores de seção mínima de 1,5mm <sup>2</sup> .		
	Circuitos de força com condutores de seção mínima de 2,5mm <sup>2</sup> .		
	Possui DDR para circuitos de tomadas.		
	DDR não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	DDR não apresentam sinais de defeito nas partes móveis.		
	Possui DPS.		
	DPS não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	DPS não apresenta falha em sua indicação.		
	Partes energizadas protegidas.		
	Circuitos identificados.		
	Não apresenta sinais de sobreaquecimento.		
	Não apresenta temperatura acima de 70°C quando em utilização.		
	Condutores não apresentam sinais de ressecamento.		
	Condutores não apresentam sinais de carbonização.		
Condutores não apresentam rachaduras.			
Condutores não apresentam danificações.			

QUADRO 5 – Modelo proposto para verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Tomadas elétricas	Quantidade suficiente para a utilização prevista		
	Conforme padrão brasileiro.		
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Não apresenta temperatura acima de 45°C quando em utilização.		
	Conexões firmes.		
	Conexões sem sinais de erosão.		
	Condutor interligado de seção mínima de 2,5mm <sup>2</sup> .		
	Possui condutor de aterramento.		
	Inexistência de adaptadores (Benjamin).		
Afastadas de materiais inflamáveis.			
Aparelhos de iluminação	Fixação adequada.		
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Conexões firmes.		
	Conexões sem sinais de erosão.		
	Reatores não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Reatores não apresentam odor de queimado.		
	Reatores não apresentam sinais de derretimento.		
	Reatores não apresentam alterações em sua coloração.		
	O teto próximo ao reator não apresenta alterações em sua coloração.		
Reator afastado de materiais inflamáveis (teto de palha, madeira de acabamento, plástico).			

QUADRO 5 – Modelo proposto para verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio

(Conclusão)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Conexões elétricas	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Não apresentam folgas.		
	Não apresentam sinais de erosão.		
	Emendas somente em caixas de passagem com tampa.		
Condutores elétricos	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Não apresentam temperatura acima de 70°C quando em utilização.		
	Não apresentam sinais de ressecamento.		
	Não apresentam sinais de carbonização.		
	Não apresentam rachaduras.		
	Não apresentar danificações.		
	Instalados em eletrodutos, canaletas ou perfilados.		
Condutores de extensão próprios dos equipamentos	Utilização somente de cabos unipolares ou multipolares ou condutores isolados.		
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.		
	Não apresentam sinais de ressecamento.		
	Não apresentam sinais de carbonização.		
	Não apresentam rachaduras.		
	Não apresentar danificações.		
	Não sujeitos a danos mecânicos (pisoteados ou prensados)		
O equipamento protegido possui fusível.			

Fonte: Do autor.

## **5.2 Adequação das instalações elétricas em patrimônio cultural edificado**

Este item objetiva apresentar as diretrizes para uma intervenção em patrimônio cultural edificado, em particular para este estudo, no que se refere à adequação das instalações elétricas. Em primeiro momento, são apresentadas as considerações identificadas nas cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos. Em segundo momento, a referência utilizada é a Instrução Técnica nº 35 do CBMMG – Segurança contra incêndio em edificações que compõe o patrimônio cultural. Para finalizar, apresentam-se as diretrizes apontadas nessas referências que devem ser levadas em consideração em caso de intervenção em patrimônio cultural.

### **5.2.1 Considerações relativas às cartas patrimoniais**

O controle dos riscos de incêndio em uma edificação pode ser considerado como parte da gestão de conservação do bem que, em se tratando de patrimônio cultural edificado, objetiva contribuir para a salvaguarda da obra de arte e do testemunho histórico. Conceitos de intervenção podem ser extraídos das cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos que servem como balizamento das estratégias adotadas. Ao se analisarem as cartas patrimoniais com um olhar de intervenção em patrimônio cultural, no caso específico desta pesquisa para adequação das instalações elétricas, é possível selecionar algumas orientações de acordo com a linha de pensamento adotada que é chamada, neste trabalho, de diretrizes de intervenção, conforme o apresentado no QUADRO 6.

Em análise das considerações quanto às intervenções, três diretrizes foram definidas: a demarcação de contemporaneidade, ou seja, toda intervenção deve expressar o seu tempo de modo a não haver dúvidas que é uma alteração do bem original; ser coadjuvante, não chamar mais atenção que a obra de arte, que pode ser desde uma moldura, uma pintura ao edifício como um todo; e a reversibilidade, que garante que a intervenção, em sua instalação ou retirada, não danificará o bem.

QUADRO 6 – Orientações quanto a intervenções expressas em cartas patrimoniais

<b>Carta Patrimonial</b>	<b>Considerações quanto intervenções</b>	<b>Diretriz de intervenção</b>
Carta de Atenas de 1931	- Deve-se respeitar a obra histórica e artística do passado, sem prejudicar o estilo de nenhuma época.	- Ser coadjuvante; - Demarcação de contemporaneidade.
	- não alterar o aspecto e o caráter do edifício.	- Ser coadjuvante.
	- Materiais novos devem ser sempre reconhecidos.	- Demarcação de contemporaneidade.
Carta de Atenas de 1933	- Valores arquitetônicos dos edifícios devem ser salvaguardados.	- Ser coadjuvante.
	- Cópias e falsificações são condenadas.	- Demarcação de contemporaneidade.
Carta de Veneza de 1964	- Todo trabalho complementar deve se destacar da composição arquitetônica e deverá ostentar a marca de nosso tempo.	- Demarcação de contemporaneidade.
	- As contribuições de todas as épocas devem ser respeitadas.	- Demarcação de contemporaneidade.
Carta do Restauro de 1972	- Recomenda a adoção de materiais diferentes aos originais de maneira a serem facilmente distinguíveis no olhar.	- Demarcação de contemporaneidade.
	- Qualquer intervenção deve utilizar técnicas que não inviabilizem no futuro outra eventual intervenção para salvaguarda ou restauração.	- Reversibilidade.
	- Obras de adaptações devem ser limitadas ao mínimo, de maneira a evitar alterações nas características do edifício.	- Ser coadjuvante.
Carta de Machu Picchu de 1977	- Conceito de temporalidade do espaço.	- Demarcação de contemporaneidade.
	- É condenado qualquer tipo de imitação.	- Demarcação de contemporaneidade.

Fonte: Do autor, baseado em cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos.

### 5.2.2 Considerações relativas à Instrução Técnica n° 35 do CBMMG

A instrução Técnica n° 35 – Segurança contra incêndio em edificações que compõe o patrimônio cultural – do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, em sua atualização no ano de 2017, tem por objetivo estabelecer as medidas de

segurança contra incêndio e pânico, visando a atender as condições mínimas aceitáveis para proteção das edificações que compõem o patrimônio cultural protegido no Estado de Minas Gerais. Este documento orienta que as adaptações referentes às medidas de segurança contra incêndio e pânico em edificações acauteladas devem considerar os princípios de preservação cultural<sup>4</sup> conforme coluna 1 do QUADRO 7. Na coluna 2, é indicada a diretriz de intervenção relacionada ao princípio proposto.

**QUADRO 7 – Orientações quanto a intervenções expressas na IT-35 do CBMMG**

<b>Princípio de preservação cultural</b>	<b>Diretriz de intervenção</b>
Qualquer adaptação ou acréscimo espacial, material e infraestrutural em um bem deverá se destacar da composição arquitetônica, urbanística ou paisagística original conforme normativa dos Órgãos de Preservação.	- Demarcação de contemporaneidade. - Ser coadjuvante.
Respeitar todas as partes interessantes do edifício, seu esquema tradicional, o equilíbrio de sua composição e suas relações com o meio ambiente, estabelecendo assim um diálogo entre o presente e o passado.	- Demarcação de contemporaneidade. - Ser coadjuvante.
Explicitar o tempo de sua realização.	- Demarcação de contemporaneidade.
Demarcar sua contemporaneidade.	- Demarcação de contemporaneidade.
Se pautar pela reversibilidade e, portanto, não dificultar futuras restaurações.	- Reversibilidade.
Ser coadjuvante em relação ao protagonismo desempenhado pelo bem.	- Ser coadjuvante.

Fonte: CBMMG, Instrução Técnica nº 35.

### **5.2.3 Diretrizes de intervenção para adequação das instalações elétricas em patrimônio cultural edificado**

As recomendações expressas nas cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos são em relação a intervenções de qualquer natureza com o objetivo de

<sup>4</sup> A Instrução Técnica nº 35 baseou-se na proposta registrada no ofício nº. 001/2016, em 22 de dezembro de 2016, elaborada pelo Grupo de Pesquisa em Ciências e Tecnologias do Incêndio IGNIS, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Baseada em dez diretrizes da conservação, restauração e requalificação de bens arquitetônicos e urbanísticos, fundamentadas em cartas patrimoniais e identificadas pelo Prof. Dr. Frederico Toffani, da Escola de Arquitetura da UFMG, o grupo IGNIS definiu os conceitos de distinguibilidade, coadjuvância e reversibilidade.

conservação de um bem cultural, então, podem ser utilizadas para adequações das edificações quanto às medidas de prevenção e combate a incêndio, inclusive, nas instalações elétricas. A IT-35, que define alguns critérios para intervenção em patrimônio cultural com o objetivo de garantir a segurança contra incêndio, serve como balizamento para definição de princípios de adaptação das instalações elétricas.

Os princípios estabelecidos tanto nas cartas patrimoniais quanto na IT-35 podem ser agrupados em três diretrizes de intervenção em patrimônio cultural que devem ser observados pelos profissionais envolvidos nos projetos e execução das instalações elétricas em um edifício acautelado. As diretrizes podem ser definidas da seguinte maneira:

- Demarcação de contemporaneidade: toda intervenção deve explicitar o tempo de sua realização de modo a não haver dúvidas de que se trata de uma alteração do bem original. Deve estabelecer um diálogo entre o presente e o passado.
- Ser coadjuvante: não chamar mais atenção que a obra de arte. Respeitar todas as partes interessantes do edifício, seu esquema tradicional, o equilíbrio de sua composição e suas relações com o meio ambiente.
- Reversibilidade: Adoção de técnicas com o objetivo de garantir que a intervenção, em sua instalação ou retirada, não danificará o bem.

Algumas orientações podem servir de balizamento, mas não como regra para atender essas três diretrizes.

Em se tratando de demarcação de contemporaneidade, devem ser utilizados materiais e técnicas atuais, de modo a evitar confusão sobre a originalidade da instalação. Isso pode ser atendido pela escolha de tipo, cores, formatos, formas de fixação ou outras características dos materiais elétricos como eletrodutos, quadros de distribuição, tomadas elétricas e aparelhos de iluminação.

Para ser coadjuvante, a intervenção deve, se possível, ser invisível, ou, pelo menos, não chamar atenção. Devem ser adotadas técnicas para embutir as instalações elétricas na parede, forro ou piso e caso não seja possível, em função da decisão da equipe interdisciplinar envolvida na restauração, que os materiais sejam

instalados em locais que não atraíam os olhares e curiosidade dos espectadores. Em estruturas que não possuem caráter artístico, ou seja, não são consideradas obras de arte, os materiais elétricos podem ser pintados em cor neutra ou na mesma cor da estrutura.

Quanto à reversibilidade, esta questão está relacionada principalmente a fixação dos componentes. Devem ser evitadas fixações em elementos artísticos e utilizadas técnicas não destrutivas sempre que viável. Para isso, em vez de aparafusados, os fixadores podem utilizar técnicas de prensa ou encaixe e serem afastados o mais tecnicamente possível.

A estratégia adotada pelos profissionais envolvidos nas adequações das instalações elétricas em uma edificação acautelada deve ser baseada nessas três diretrizes e definidas caso a caso, portanto não deve ser elaborado um roteiro, seja em modelo de lista de verificação ou qualquer outro que possa limitar a liberdade de criação e decisão dos envolvidos que devem compor uma equipe interdisciplinar, considerando, no mínimo, as áreas de engenharia, arquitetura e patrimônio cultural.

## **6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Este capítulo é dividido em dois itens. No primeiro é apresentado um estudo de caso com o objetivo de verificar a aplicabilidade prática do modelo proposto em uma situação real. É subdividido em quatro partes. A primeira apresenta a cidade de Diamantina, onde é localizado o Instituto Casa da Glória, objeto deste estudo. A segunda apresenta o instituto propriamente dito, justificando sua escolha e destacando sua importância histórica e cultural. A terceira parte apresenta o resultado do diagnóstico realizado na edificação com a utilização do roteiro proposto nesta pesquisa. A quarta parte sugere formas de adequações das inconformidades encontradas baseadas nas diretrizes de intervenções apontadas neste trabalho. No segundo item, são apresentadas as considerações finais dos resultados obtidos em uma análise relacionada à revisão bibliográfica e o estudo de caso.

### **6.1 Estudo de caso**

Nas edificações interligadas por um passadiço, localizadas na Rua da Glória, na cidade de Diamantina, funciona, nos dias de hoje, o Instituto Casa da Glória. Neste item é apresentado o objeto para o estudo de caso demonstrando sua importância no cenário cultural de Minas Gerais e do Brasil, justificando-se, assim, a sua escolha para aplicar as ferramentas desenvolvidas neste trabalho.

#### **6.1.1 A Cidade de Diamantina**

Diamantina, município localizado no Estado de Minas Gerais, é destaque no cenário histórico brasileiro desde o ciclo do ouro e da exploração de diamantes nos caminhos da Estrada Real, em um período de exploração de riquezas minerais no país, o que resultou no povoamento de regiões e conseqüentemente, no surgimento de núcleos urbanos (RAYEL; GUIMARÃES, 2012).

Nos últimos anos do século XVII, em busca do ouro, bandeirantes e aventureiros embrenhavam-se pelo interior do Brasil. No início do século XVIII, uma bandeira paulista liderada por Jerônimo Gouveia saiu da região de Serro Frio rumo ao curso do Rio Jequitinhonha. Em 1713, ao encontrar grande quantidade de minério às margens do Córrego do Tijuco, por ali se instalaram, formando o Arraial do Tijuco, que mais tarde se transformou na Cidade de Diamantina por se destacar pela descoberta de diamantes em vez de ouro, como nas outras cidades minerárias<sup>5</sup>.

Na segunda metade do século XVIII, a exploração de diamantes deixou de ser de domínio da realeza, e tornou-se livre o arrendamento de suas jazidas. A partir daí, Diamantina enriqueceu, possibilitando o acúmulo de grandes fortunas. Esse período estendeu-se até meados do século XIX, devido ao esgotamento das jazidas e à concorrência internacional da extração de diamantes da África do Sul, resultando na estagnação econômica da região. No século seguinte, a situação econômica do município foi tomando rumo mais próspero tanto no setor industrial quanto pelo fortalecimento do comércio, segmentos, assim como a atividade turística, responsáveis por favorecerem o desenvolvimento da economia local e regional. O turismo em Diamantina se apresenta nas raízes culturais do seu passado barroco, expressado na arquitetura dos edifícios destinados à administração pública, igrejas e capelas, casarões residenciais e casas comerciais, em um processo de reconhecimento, proteção e valorização do patrimônio arquitetônico e urbanístico (RAYEL; GUIMARÃES, 2012).

Em 1938, pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), atual Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Diamantina recebeu o título de Patrimônio Histórico, feito o tombamento de um perímetro determinado na cidade, contribuindo para a preservação dos casarões, igrejas e construções coloniais ali existentes, o que garantiu a proteção do conjunto arquitetônico, uma das principais atrações turísticas da cidade. Em 1999 foi a vez da UNESCO conceder a Diamantina o título de Patrimônio Cultural da Humanidade, com a intenção de insistir em sua preservação e reconhecer o valor de seus bens, riqueza e importância de sua cultura e desenvolvimento histórico, tornando a cidade

---

<sup>5</sup> Informações retiradas do Portal do IPHAN, acessado em 23 de janeiro de 2017, disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Centro%20Hist%C3%B3rico%20de%20Diamantina.pdf>

um bem da população mundial, aumentando, conseqüentemente, seu destaque turístico (SILVEIRA *at al.*, 2014).

### 6.1.2 O Instituto Casa da Glória

O Instituto Casa da Glória é um órgão complementar do Instituto de Geociências, criado em 2001 com o objetivo de fomentar o desenvolvimento no ensino e pesquisas relacionadas às ciências da terra e afins, além de atividades que, de alguma forma, envolvem a comunidade local. O edifício possui alojamento, salas de estudo, biblioteca, refeitório e auditório para receber os estudantes, pesquisadores e visitantes além de sediar festivais, seminários, cursos e simpósios<sup>6</sup>.

FIGURA 9 – Instituto Casa da Glória



Fonte: Acervo do autor

Localizado na Rua da Glória, o Instituto Casa da Glória (FIGURA 9) é formado por dois edifícios de épocas diferentes, interligados por um passadiço que lembra a Ponte dos Suspiros em Veneza. O prédio mais antigo, de construção setecentista, localizado à direita de quem sobe a rua, pertenceu, inicialmente, segundo a Fundação João Pinheiro (1979), à coroa portuguesa, tendo sido adquirido posteriormente por dona Josefa da Glória, daí o apelido de Casa da Glória. Segundo outras literaturas e a tradição oral, a casa pertenceu primeiro a dona Josefa da Glória, acreditando-se ter sido ela a responsável por sua construção e, depois de

---

<sup>6</sup> Informações disponíveis na apresentação interativa para o público na recepção do Instituto Casa da Glória.

ter-se tornado viúva, vendeu a propriedade para o Estado Português, no princípio do século XIX, para servir de residência oficial dos Intendentes, autoridade máxima do Distrito Diamantino, dentre eles, provavelmente Modesto Antônio Mayer (1801 – 1807) e, certamente, o naturalista Dr. Manuel Ferreira da Câmara Bithencourt Aguar e Sá (1807 - 1822). Nessa época recebeu muitas pessoas importantes além de viajantes, como Ludwig Wilhelm von Eschwege, que foi homenageado, mais tarde, sendo o seu nome escolhido para o Centro de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais<sup>7</sup> (ALMEIDA, 1960; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1979).

No período entre 1822 e 1864, pouco se sabe sobre o uso destinado à edificação Casa da Glória. A independência do Brasil ocorrida em 1822, durante a primeira crise na extração dos diamantes, ocasionou a falência da empresa estatal portuguesa, a Real Extração. Nessa época, não se achavam tantos diamantes como antes e os custos para a extração estavam bastante elevados, impossibilitando manter o monopólio português, deixando anos mais tarde, as lavras desimpedidas para acesso<sup>8</sup>.

Por volta de 1866, a casa serviu de residência para Dom João Antônio dos Santos, que mais tarde se tornou o primeiro Bispo de Diamantina. Em 1867 chegaram à cidade as irmãs de São Vicente de Paulo e ali foi instalado o Educandário Feminino Nossa Senhora das Dores, funcionando como colégio e orfanato. Aproximadamente 30 anos mais tarde, objetivando a ampliação do estabelecimento, foi adquirido o sobrado à frente, mais novo, construído por iniciativa do coronel Rodrigo de Souza Reis, em meados do século XIX, com a utilização de madeiras restantes das ruínas da chácara de Chica da Silva (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1979).

Segundo Almeida (1960, p. 209), é bastante curiosa a forma pela qual o edifício passou a pertencer ao colégio Nossa Senhora das Dores:

Conta-se que, em fins do século passado, nêle funcionava o que se chamava de “cinzeiro”, espécie de “night club” da época. Bem se pode imaginar a inquietação e contrariedade das religiosas diante daquela ruidosa vizinhança que até alta madrugada perturbava o sossego e o sono das órfãs e internas com seus cantos, músicas e gritos de bebedeiras. As religiosas lembraram-se de comprar a casa, o que resolveria o problema, além de permitir maior expansão do colégio. A proposta foi recusada com

---

<sup>7</sup> Além das referências citadas, algumas informações estão disponíveis na apresentação interativa para o público na recepção do Instituto Casa da Glória.

<sup>8</sup> Informações disponíveis na apresentação interativa para o público na recepção do Instituto Casa da Glória.

ênfase pelo dono do “Cinzeiro”. Desesperadas, as irmãs apelaram para outro recurso. Haviam trazido da Europa um pequeno São José de porcelana com resplendor e palma de ouro, que diziam ser milagroso. A imagem foi colocada na janela da Casa da Glória que ficava em frente ao “night club”, enquanto a comunidade ajoelhada atrás do santo, rezava um terço cada vinte e quatro horas. Eis que, apenas três dias depois, entra no colégio o dono da casa e procura a Superiora dizendo-lhe que mudara de ideia, sem mesmo saber por que, e estava decidido em vender o prédio pela... metade do preço oferecido. O resto do dinheiro deveria ser distribuído entre os pobres.

Adquirido o prédio em frente, foi construído um passadiço para interligar as duas edificações e facilitar o trânsito entre elas, já que no novo prédio seriam construídos uma capela, um dormitório, uma adega e outras salas. Era incômodo atravessar a rua constantemente, principalmente quando chovia ou à noite. Os biógrafos não escreveram muito sobre a construção, mas, segundo Tibães (2001), foi John Rose o construtor do passadiço da Casa da Glória, inspirado na Ponte dos Suspiros de Veneza. A ideia surgiu entre dois amigos e vizinhos, John Rose e o italiano, da Toscana, Pedro Falci, cuja filha, Cristina Falci, era casada com João Miguel Rose, filho de John Rose. Quanto à data de construção, há um documento de D. João Antônio dos Santos que requer da Prefeitura Municipal de Diamantina a autorização para a obra datado em 26 de abril de 1878 (TIBÃES, 2001).

O período compreendido entre 1966 e 1979 foi marcado pelo abandono dos casarões (FIGURA 10). Em 1979 foi estabelecida a relação entre a Casa da Glória, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Eschwege, fundado pelo geólogo alemão Reinhard Pflug, com a incorporação do Centro de Geologia Eschwege (CGE) à universidade, por meio de um programa de cooperação técnico-científica entre os governos da Alemanha e Brasil. O CGE é reconhecido pela comunidade geológica nacional como referência no ensino de mapeamento geológico. Em 2001, foi criado, pelo Conselho Universitário da UFMG, o Instituto Casa da Glória, o qual abriga o CGE e promove diversas atividades acadêmicas de pesquisa, ensino e extensão, além de desenvolver projetos voltados para a comunidade e público de Diamantina<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Informações disponíveis na apresentação interativa para o público na recepção do Instituto Casa da Glória.

FIGURA 10 – Casa da Glória no período de abandono (1966 a 1979)



Fonte: Acervo Instituto Casa da Glória

Quanto ao sistema construtivo da Casa da Glória, a Fundação João Pinheiro (1979, p. 514) descreve que:

As paredes do primeiro pavimento são construídas de adobe, verificando-se, no segundo, o emprego do pau-a-pique. A cobertura compõe belo jogo com as várias águas, apresentando cumeeiras de diferentes níveis e as beiradas em cimalha combinada com cachorros. Os cunhais são de madeira, assim como o enquadramento de todos os vãos e as pilastras que sustentam o passadiço, trabalhadas estas em moldura e bem ressaltadas na parede. Na fachada frontal, que dá para a rua da Glória, há uma superposição dos vãos do primeiro e segundo pavimentos, todos com vergas alteadas, o mesmo ocorrendo com a porta principal que ali se abre. As janelas do andar inferior têm vedação externa de gelosia em treliças, com bandeira de balaústres torneados, enquanto as do superior mostram caixilhos de vidro do tipo guilhotina. Em razão do aclave do terreno, a seção da fachada correspondente à parte mais alta da rua toma um aspecto de construção de um pavimento. Na fachada lateral direita, dividida naturalmente em duas seções definidas pela diferença de ponto do telhado, as vergas dos vãos também se diferem, passando de alteadas, na primeira, a de nível, na outra seção. O interior do prédio, marcado por modificações, apresenta, na maioria, forros do tipo saia-e-camisa, podendo-se, porém, ver ainda alguns belos tetos de gamela no segundo pavimento. O piso é de tabuado largo e a pavimentação dos pátios internos, em seixos rolados. Na sala que serve de capela, há belíssimo oratório embutido, com as portas pintadas internamente em policromia e douramento. Das várias obras de pedra que antigamente existiram na Casa da Glória, podem ser vistas ainda uma bem confeccionada mesa e uma fonte num dos pátios internos.

FIGURA 11 – Paredes de pau-a-pique no pavimento superior da Casa da Glória



Fonte: Acervo do autor

As edificações que compõe a Casa da Glória, incluído seu passadiço, não são aparadas por tombamento isolado, mas estão compreendidas no acervo arquitetônico e paisagístico de Diamantina, no tombamento do sítio histórico pelo IPHAN, conforme inscrição n° 66 do Livro de Belas Artes, folha 12, em 16 de maio de 1938 (TIBÃES, 2001), e pela UNESCO em 1999, quando concedeu a Diamantina o título de Patrimônio Cultural da Humanidade.

### 6.1.3 Diagnóstico no Instituto Casa da Glória

Durante a elaboração da pesquisa foram realizadas três visitas à edificação. A primeira em março de 2016, a segunda em outubro de 2016 e a última em outubro de 2017. As duas primeiras com o objetivo de conhecer o objeto de estudo e realizar alguns registros fotográficos e a última a aplicação do modelo proposto neste trabalho.

Foram utilizados nas inspeções os seguintes equipamentos (FIGURA 12):

- Câmera fotográfica da marca Sony, modelo DSC-H400, N° de série 0397180;
- Multímetro com alicate amperímetro da marca Minipa, modelo ET-3111, N° de série A003800136816M;
- Câmera termográfica da marca Flir, modelo TG165, N° de série 15-TG165-034362.

FIGURA 12 – Equipamentos utilizados na inspeção



Fonte: Acervo do autor

Como resultado da inspeção, gerou-se então, uma lista de verificação, de acordo com a proposta desta pesquisa, com os dados correspondentes ao Instituto Casa da Glória, conforme apresentado no QUADRO 8 e suas observações logo em seguida.

QUADRO 8 - Verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio – Instituto Casa da Glória

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Documentação e registros	A edificação possui projeto elétrico, com ART, em status conforme construído ( <i>As-Built</i> ).	NC	A edificação não possui projetos. Sofreu algumas intervenções, mas não possui registros.
	A edificação possui ART das instalações elétricas.	NC	
	A edificação possui relatório de inspeção das instalações elétricas, com ART, conforme estabelecido pela NBR 5410.	NC	
	A edificação possui registros de manutenção das instalações elétricas.	NC	
	A edificação possui projeto do SPDA, com ART, em status conforme construído ( <i>As-Built</i> ).	NC	
	A edificação possui ART das instalações do SPDA.	NC	
	A edificação possui relatório de inspeção do SPDA, com ART, conforme estabelecido pela NBR 5419.	NC	
	A edificação possui registros de manutenção do SPDA.	NC	
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	Possui sistema de captação.	NC	1
	Não possui parte da estrutura ou equipamentos acima do sistema de captação.	C	1
	Os cabos do sistema de captação estão fixados na cobertura sem apresentar folgas.	C	1
	Não possui cabos rompidos no sistema de captação.	C	1
	Não possui sinais de oxidação nos cabos e conexões do sistema de captação.	C	1
	Os cabos do sistema de descida, quando externo, estão fixados na estrutura sem apresentar folgas.	C	1
	Não possui cabos rompidos no sistema de descida quando externo.	C	1
	Não possui sinais de oxidação nos cabos e conexões do sistema de descida quando externo.	C	1
	Não possui sinais de oxidação na caixa de inspeção / medição.	NC	1

QUADRO 8 - Verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio – Instituto Casa da Glória

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Quadros de distribuição	Possui disjuntores de proteção compatíveis com os condutores dos circuitos protegidos (corrente nominal do disjuntor inferior à capacidade de corrente do condutor destinado a proteger).	C	-
	Disjuntores não apresentam sinais de sobreaquecimento.	C	-
	Disjuntores não apresentam sinais de defeito nas partes móveis.	C	-
	Circuitos de iluminação com condutores de seção mínima de 1,5mm <sup>2</sup> .	C	-
	Circuitos de força com condutores de seção mínima de 2,5mm <sup>2</sup> .	C	-
	Possui DDR para circuitos de tomadas.	NC	2
	DDR não apresentam sinais de sobreaquecimento.	NA	2
	DDR não apresentam sinais de defeito nas partes móveis.	NA	2
	Possui DPS.	NC	2
	DPS não apresentam sinais de sobreaquecimento.	NA	2
	DPS não apresenta falha em sua indicação.	NA	2
	Partes energizadas protegidas.	C	-
	Circuitos identificados.	NC	-
	Não apresenta sinais de sobreaquecimento.	C	-
	Não apresenta temperatura acima de 70°C quando em utilização.	C	-
	Condutores não apresentam sinais de ressecamento.	C	-
	Condutores não apresentam sinais de carbonização.	C	-
	Condutores não apresentam rachaduras.	C	-
Condutores não apresentam danificações.	C	-	

## QUADRO 8 - Verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio – Instituto Casa da Glória

(Continua)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Tomadas elétricas	Quantidade suficiente para a utilização prevista	NC	3
	Conforme padrão brasileiro.	NC	4
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.	NC	4
	Não apresenta temperatura acima de 45°C quando em utilização.	NC	4
	Conexões firmes.	C	-
	Conexões sem sinais de erosão.	C	-
	Condutor interligado de seção mínima de 2,5mm <sup>2</sup> .	C	-
	Possui condutor de aterramento.	NC	4
	Inexistência de adaptadores (Benjamin).	NC	3
	Afastadas de materiais inflamáveis.	NC	3
Aparelhos de iluminação	Fixação adequada.	NC	5
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.	C	
	Conexões firmes.	C	
	Conexões sem sinais de erosão.	C	
	Reatores não apresentam sinais de sobreaquecimento.	C	
	Reatores não apresentam odor de queimado.	C	
	Reatores não apresentam sinais de derretimento.	C	
	Reatores não apresentam alterações em sua coloração.	C	
	O teto próximo ao reator não apresenta alterações em sua coloração.	C	
Reator afastado de materiais inflamáveis (teto de palha, madeira de acabamento, plástico).	NC	6	

QUADRO 8 - Verificação das instalações elétricas quanto aos riscos de incêndio – Instituto Casa da Glória  
(Conclusão)

Item	Descrição	C (Conforme) NC (Não Conforme) NA (Não Aplicável)	Observação
Conexões elétricas	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.	NC	7
	Não apresentam folgas.	C	
	Não apresentam sinais de erosão.	NC	7
	Emendas somente em caixas de passagem com tampa.	NC	8
Condutores elétricos	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.	NC	7
	Não apresentam temperatura acima de 70°C quando em utilização.	NC	7
	Não apresentam sinais de ressecamento.	NC	7
	Não apresentam sinais de carbonização.	NC	7
	Não apresentam rachaduras.	C	
	Não apresentar danificações.	NC	7
	Instalados em eletrodutos, canaletas ou perfilados.	NC	9
Condutores de extensão próprios dos equipamentos	Utilização somente de cabos unipolares ou multipolares ou condutores isolados.	NC	10
	Não apresentam sinais de sobreaquecimento.	C	
	Não apresentam sinais de ressecamento.	C	
	Não apresentam sinais de carbonização.	C	
	Não apresentam rachaduras.	C	
	Não apresentar danificações.	C	
	Não sujeitos a danos mecânicos (pisoteados ou prensados)	C	
O equipamento protegido possui fusível.	C		

Observações:

1 – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas implantado parcialmente (FIGURA 13). Foram utilizados mastros como captadores, mas apenas em parte do bloco, não cobrindo a edificação como um todo. Conseqüentemente, o sistema de descida também se encontra deficiente. Não foram instaladas caixas de inspeção/medição. Os itens indicados como “Conforme” correspondem à parte existente. É necessária a adequação em todo o sistema, desde a elaboração do projeto até a execução.

FIGURA 13 – Inconformidade no SPDA



Fonte: Acervo do autor

2 – Não foram instalados DDR e DPS em nenhum dos quadros de distribuição da edificação (FIGURA 14, FIGURA 15, FIGURA 16).

FIGURA 14 – QDC principal (entrada de energia) – Ausência DDR e DPS



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 15 – QDC Bloco I -  
Ausência DDR e DPS



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 16 – QDC Bloco II – 1° e 2° Pavimentos -  
Ausência DDR e DPS



Fonte: Acervo do autor

3 – Os quartos com função de dormitório possuem quantidade de tomadas inferior ao número de camas. Deve haver nas acomodações número de tomadas o suficiente para as utilizações previstas. Atualmente as pessoas utilizam celular, *tablets*, *note-books* e outros dispositivos eletrônicos portáteis que necessitam ser carregados. Por se tratar de dormitório, ferro de passar roupas e secadores de cabelo podem ser utilizados no ambiente. Com quantidade de tomadas insuficiente o recurso para atender à demanda é a utilização de adaptadores e extensões, aumentando o risco de incêndio, principalmente, se estiverem próximos a colchões, lençóis e cobertores. Essa inconformidade foi identificada na vistoria. Foram medidas as temperaturas em dois adaptadores utilizados para carregar celulares. Enquanto o limite máximo de temperatura recomendado é de 45° C, conforme orientado na lista de verificação, um dos adaptadores, parte de uma extensão elétrica, apresentou temperatura de 60.8 °C (FIGURA 17), e outro instalado direto na

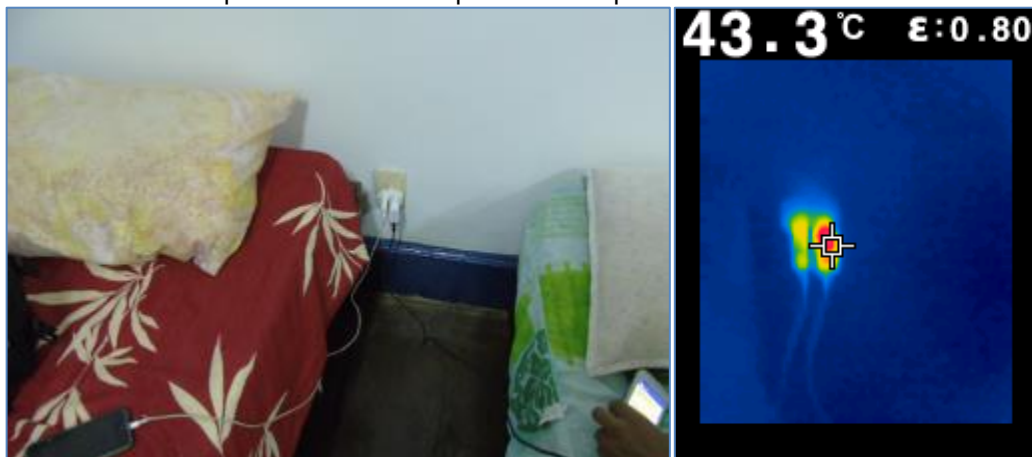
tomada, 43.3 °C (FIGURA 18). Destaca-se, em ambos os casos, a proximidade com materiais combustíveis (colchões, travesseiros, lençóis).

FIGURA 17 – Adaptador com sobreaquecimento e próximo de materiais combustíveis



Fonte: Acervo do autor

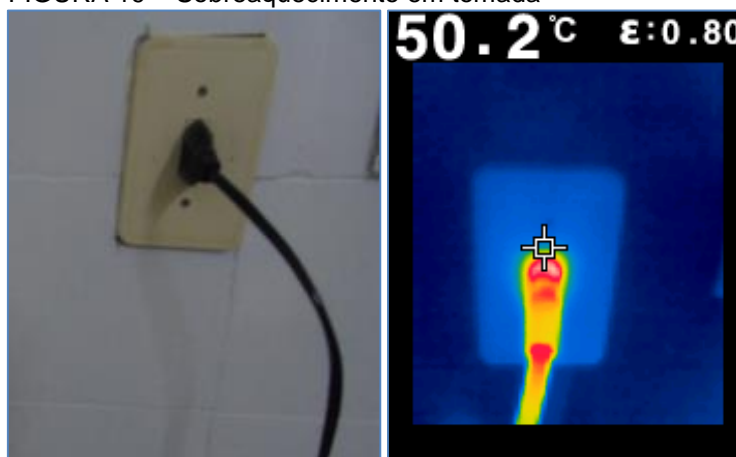
FIGURA 18 – Adaptador com sobreaquecimento e próximo de materiais combustíveis



Fonte: Acervo do autor

4 – As tomadas encontradas na edificação não estão conforme padrão brasileiro que exige proteções contra contatos acidentais e conexões para o condutor de aterramento. Foram medidas as temperaturas de algumas tomadas em utilização e encontradas até 50.2 °C (FIGURA 19). Algumas apresentam sinais de sobreaquecimento, que pode ser evidenciado pelo ressecamento do material plástico e coloração negra provocada por possíveis curto-circuitos (FIGURA 20).

FIGURA 19 – Sobreaquecimento em tomada



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 20 – Tomadas com evidências de sobreaquecimento



Fonte: Acervo do autor

5 – Algumas lâmpadas encontradas estão fixadas pelos próprios condutores em sistemas improvisados com emendas fora de caixa de passagem (FIGURA 21).

FIGURA 21 – Fixação inadequada de luminárias



Fonte: Acervo do autor

6 – Algumas lâmpadas fluorescentes possuem os reatores em contato direto com teto de madeira de acabamento ou plástico (FIGURA 22). Em caso de falha e sobreaquecimento do equipamento pode ser iniciado um incêndio.

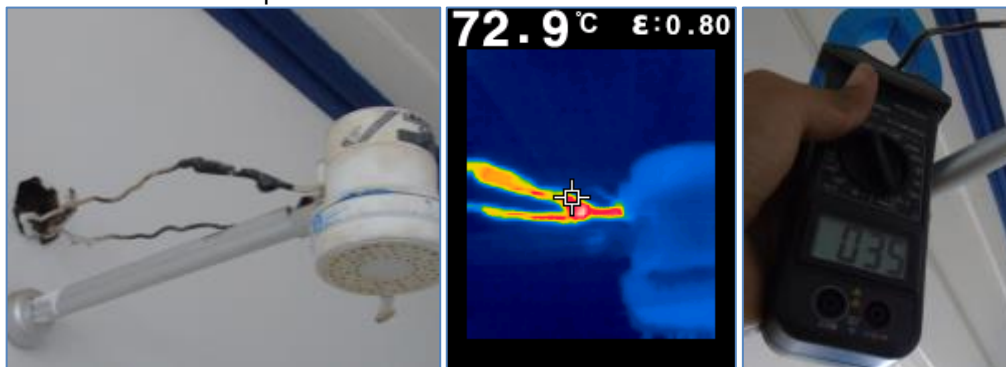
FIGURA 22 – Reator em contato com teto de madeira de acabamento e plástico



Fonte: Acervo do autor

7 – Algumas conexões realizadas através de emendas se apresentam com sinais de ressecamento, carbonização e danos na camada isolante. Foram medidas as temperaturas em conexões sendo que duas utilizadas para alimentar chuveiros apresentaram sobreaquecimento. Uma no vestiário do primeiro pavimento do bloco II, com 72,9 °C (FIGURA 23). O condutor utilizado foi de 4 mm<sup>2</sup> (capacidade de corrente de 28A), porém, foram medidos 35A. Outra na área de serviços da cozinha, com 88,4 °C (FIGURA 24). O condutor utilizado foi de 4 mm<sup>2</sup> (capacidade de corrente de 28A), porém, medidos 29,4A. Como os disjuntores no quadro de distribuição não estavam identificados, não foi possível testá-los unitariamente, mas todos correspondiam à proteção adequada ao condutor correspondente; pode-se deduzir que alguns disjuntores não estavam funcionando adequadamente. No vestiário do primeiro pavimento do bloco II, foram encontrados outros dois chuveiros com condutores e emendas com sinais de sobreaquecimento. Um apresentando sinais de carbonização, ressecamento e diminuição da seção do condutor (FIGURA 25). O outro, alterações na coloração nos condutores e na parede ao redor, além de sinais de carbonização e ressecamento (FIGURA 26). Os tetos nos dois ambientes das inconformidades citadas acima são de madeira de acabamento, contribuindo para a propagação de fogo.

FIGURA 23 – Sobreaquecimento em emenda e condutor



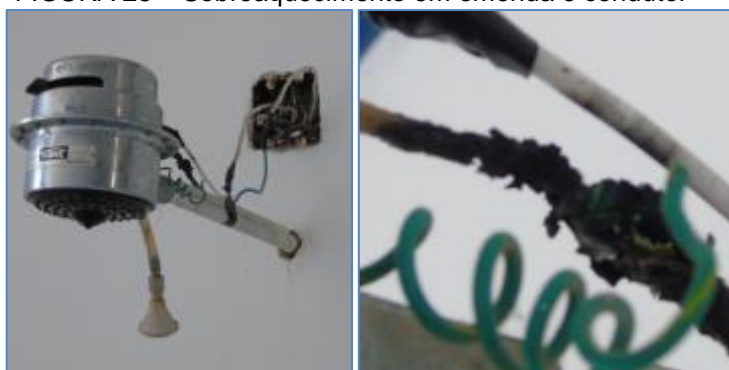
Fonte: Acervo do autor

FIGURA 24 – Sobreaquecimento em emenda e condutor



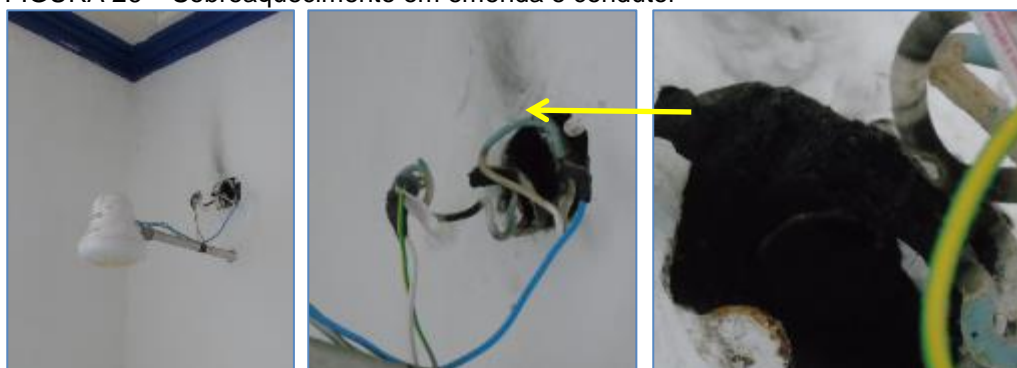
Fonte: Acervo do autor

FIGURA 25 – Sobreaquecimento em emenda e condutor



Fonte: Acervo do autor

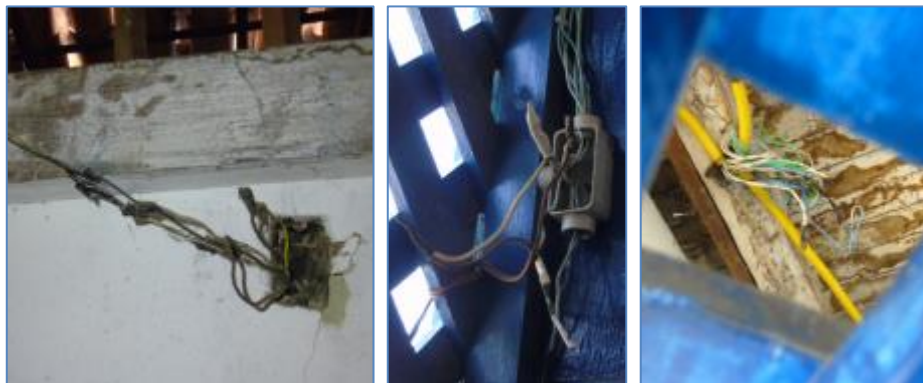
FIGURA 26 – Sobreaquecimento em emenda e condutor



Fonte: Acervo do autor

8 – Foram encontradas na edificação diversas emendas fora de caixas de passagens. Diversas caixas sem tampas, com improvisações nas instalações e excesso de condutores (FIGURA 27). O risco se agrava no telhado, ambiente sem vigilância humana e com acúmulo de poeira (FIGURA 28, FIGURA 29).

FIGURA 27 – Emenda fora de caixa



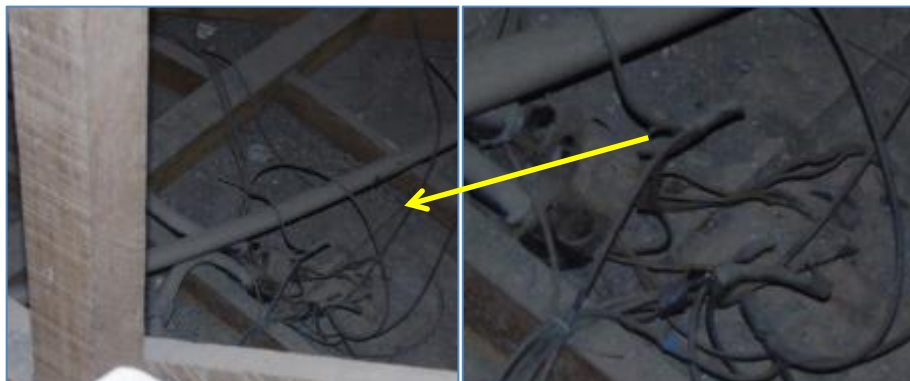
Fonte: Acervo do autor

FIGURA 28 – Emenda fora de caixa no telhado



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 29 – Emenda fora de caixa no telhado



Fonte: Acervo do autor

9 – Foram encontrados, em alguns ambientes da edificação, condutores instalados fora de eletrodutos ou outros condutos fechados (FIGURA 30, FIGURA 31, FIGURA 32).

FIGURA 30 – Instalação inadequada de condutores no telhado



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 31 – Instalação inadequada de condutores no telhado



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 32 – Instalação inadequada de condutores no telhado

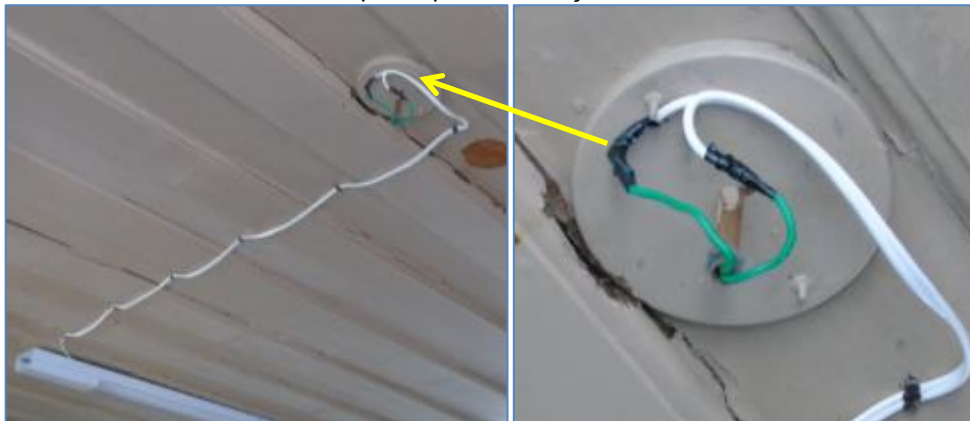


Fonte: Acervo do autor

10 – Foram encontrados, em instalações fixas, condutores que não se caracterizam como cabos unipolares, multipolares ou condutores isolados. Em vários ambientes da edificação foram instalados condutores paralelos, que também não são permitidos pela norma por não apresentarem isolamento e seção adequados

(FIGURA 33, FIGURA 34, FIGURA 35). Esses condutores, com seção de 1,5 mm<sup>2</sup>, foram conectados em condutores isolados com seção de 2,5 mm<sup>2</sup>. Assim, o disjuntor do circuito pode não atuar em caso de sobreaquecimento no condutor paralelo.

FIGURA 33 – Condutor inadequado para instalações fixas



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 34 – Condutor inadequado para instalações fixas



Fonte: Acervo do autor

FIGURA 35 – Condutor inadequado para instalações fixas



Fonte: Acervo do autor

#### **6.1.4 Necessidades de Adequação para o Instituto Casa da Glória**

Finalizada a atividade de verificação das instalações elétricas, devem ser traçadas estratégias para as adequações necessárias. Neste estudo de caso, por ser uma edificação que compõe o patrimônio histórico e artístico nacional, diretrizes denominadas nesta pesquisa de “demarcação de contemporaneidade”, “ser coadjuvante” e “reversibilidade” devem ser consideradas para que não se descaracterize o bem, mantendo como foco de atenção as características estéticas originais da edificação.

Inicialmente deve ser realizado um estudo por uma equipe interdisciplinar, para desenvolver os projetos das edificações. As adequações devem atender ao especificado no projeto. Toda documentação deve ser registrada, bem como estar aos cuidados dos responsáveis pela edificação e equipe técnica de manutenção.

Como exemplos, apresentam-se a seguir sugestões que podem ser aplicadas na edificação do Instituto Casa da Glória.

##### **6.1.4.1 Adequação no Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas**

A edificação possui o SPDA instalado parcialmente o que não garante sua proteção. Existem dois captadores instalados em postes e apenas uma descida para conectar a malha de aterramento. A sugestão é retirar todo o sistema existente, projetar e construir um novo de acordo com as exigências da norma ABNT NBR 5419:2015.

Pode ser considerada no projeto, em vez de captadores por postes (FIGURA 36), que chamam atenção, contrariando o conceito de “ser coadjuvante”, malha de captação, segundo o método Gaiola de Faraday, em que se utilizam cabos de cobre ou chapas metálicas, posicionados na superfície da cobertura, nos cantos salientes e nas beiradas. Como exemplo ilustrativo, apresenta-se a adequação realizada na marcenaria da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em outubro de 2017 (FIGURA 37).

FIGURA 36 – Sistema de captação Instituto Casa da Glória



Fonte: Fonte: Acervo do autor

FIGURA 37 – Exemplo malha de captação



Fonte: Disponível em [http://www.ufrgs.br/suinfra/?page=gal\\_obras\\_concluidas&pg=39&busca=](http://www.ufrgs.br/suinfra/?page=gal_obras_concluidas&pg=39&busca=), acesso em: 12 de dezembro de 2017

O sistema de descida existente utiliza cabo de cobre com espaçadores (FIGURA 38). É interessante, para que não descaracterize a edificação, que o sistema adotado seja o menos perceptível possível, atendendo ao conceito de “ser coadjuvante”. Podem, por exemplo, ser utilizadas chapas de alumínio pintadas na cor das paredes (FIGURA 39).

FIGURA 38 – Sistema de descida Instituto Casa da Glória



Fonte: Fonte: Acervo do autor

FIGURA 39 – Exemplo descida por chapa



Fonte: Disponível em <http://montal.com.br/fotos-instalacoes-para-raios-diversos-acidentes-relampagos/category/7-instalacoes-com-barra-de-aluminio-em-telhas-ceramica.html>, acesso em: 12 de dezembro de 2017

As sugestões de tecnologia apresentadas como exemplo para solução de adequação do SPDA são praticamente imperceptíveis se comparadas aos sistemas existentes, atendendo a diretriz de intervenção de “ser coadjuvante”. Por serem técnicas que não eram aplicadas à época de construção da edificação, atendem ao conceito de “demarcação de contemporaneidade”. Por utilizarem fixações por pequenos parafusos em partes da estrutura que não se caracterizam como artísticas, atendem a regra de “reversibilidade”.

#### **6.1.4.2 Adequação nos quadros de distribuição**

A quantidade e localização dos quadros de distribuição devem ser definidos em projeto. Sugere-se que sejam instalados em locais que não são visitados pelo público espectador. Devem ser substituídos todos os disjuntores existentes além da instalação de DPS, DDR de 30mA para tomadas de áreas molhadas como proteção contra choques e DDR de 300mA ou 500mA nos circuitos gerais, com o objetivo de segurança contra incêndio. Todos os circuitos devem ser identificados quanto a sua função.

#### **6.1.4.3 Adequação no sistema de tomadas**

Devem ser previstas tomadas conforme padrão brasileiro, que possuam proteção contra choque acidental e conector de aterramento, em quantidades de acordo com a utilização prevista. Nos dormitórios, a sugestão é que haja pelo menos um ponto de tomada correspondente para cada cama, assim, a probabilidade de utilização de adaptadores será reduzida. Os eletrodutos podem ser embutidos no entrepiso para não serem vistos e facilitar remoções. As tomadas devem ser instaladas entre as camas e próximas ao chão para dificultar a visualização. Sugere-se que, se possível, seja reduzida a quantidade de camas disponíveis nos dormitórios, possibilitando assim um afastamento maior entre elas. Para facilitar o entendimento, a FIGURA 40 mostra parte de um dormitório em que é possível identificar o piso em madeira, onde os eletrodutos podem ser embutidos, e a localização das camas.

FIGURA 40 – Dormitório do Instituto Casa da Glória



Fonte: Fonte: Acervo do autor

#### 6.1.4.4 Adequação no sistema de iluminação

As luminárias que apresentam defeitos devem ser substituídas por novas. Quanto às lâmpadas fluorescentes, devem ser afastadas de tetos de materiais combustíveis, como madeira de acabamento e plástico ou ser utilizado verniz protetor, ante chama, no teto. Algumas estão instaladas em conformidade (FIGURA 41), e outras necessitam ser adequadas. Uma alternativa aos reatores é a utilização de lâmpadas de LED, tubulares ou outros formatos definidos pelos envolvidos na intervenção. Esse equipamento dispensa a necessidade de reatores, eliminando, assim, uma fonte de ignição (FIGURA 42).

FIGURA 41 – Afastamento de reator com tetos combustíveis



Fonte: Fonte: Acervo do autor

FIGURA 42 – Lâmpada tubular de LED



Fonte: Disponível em <https://ensinandoeletrica.blogspot.com.br/2016/05/como-instalar-lampadas-de-led-tubular.html>, acesso em: 12 de dezembro de 2017

#### 6.1.4.5 Adequação em condutores e conexões

Os condutores devem ser substituídos de acordo com o dimensionamento do projeto e instalados dentro de dutos fechados conforme exigência normativa. Os eletrodutos devem ser instalados, preferencialmente, em entreforros e entrepisos, de forma a impedir a sua visualização e facilitar a remoção caso necessário em intervenções futuras. Se não for possível embuti-los, devem ser instalados em posições que dificultem sua visualização e pintados em cor que não os destaquem e chamem atenção. Devem ser eliminados da edificação quaisquer condutores que não atendam aos requisitos normativos. Emendas devem ser realizadas em caixa de passagem fechadas. Não devem ser utilizadas fitas isolantes para emendas de fiação dos chuveiros e, sim, conectores próprios para a função e que atendam a capacidade de corrente do equipamento.

### 6.2 Considerações dos resultados da pesquisa

Os resultados apresentados na pesquisa podem ser discutidos, considerando duas questões. A primeira, como deve se realizar uma inspeção nas instalações elétricas de uma edificação, acautelada ou não, com o objetivo de identificar as

inconformidades que representam riscos de incêndio. A segunda é relacionada a como devem ser realizadas as adequações em patrimônio cultural edificado.

O modelo, em forma de lista de verificação, apresentado nesta pesquisa é fundamentado em resultados de trabalhos publicados em periódicos por pesquisadores da área de eletricidade e incêndio, além de normas específicas do setor elétrico. Observa-se que os requisitos das normas possuem relação com os apontamentos da revisão bibliográfica, assim como por outro ponto de vista, os resultados das pesquisas fundamentam as exigências normativas. Essa afirmação pode ser provada, por exemplo, quando se discute sobre o dimensionamento dos condutores elétricos e suas proteções, falhas em conexões elétricas e exigências de proteção contra descargas atmosféricas. Enquanto as pesquisas apontam como deficiência o dimensionamento inadequado que, conseqüentemente, danifica os materiais envolvidos nas instalações elétricas, a normalização fornece metodologias para dimensionamento correto com o objetivo de se evitarem tais danos. Dessa forma, o modelo objetivou a verificação das partes e características das instalações elétricas relacionadas aos riscos de incêndio, apontadas tanto na revisão bibliográfica quanto na normalização.

A aplicação do modelo de verificação, na ordem apresentada, orienta ao inspetor quanto a uma forma ordenada de realizar a atividade. Isso foi possível de ser confirmado nas inspeções realizadas no objeto do estudo de caso. Na visão macro para micro permite um melhor conhecimento das instalações como um todo. Inicialmente, ao analisar a documentação disponível de uma edificação, são adquiridos conhecimentos prévios das condições encontradas, inclusive, prever, em forma de hipótese, o estado de conservação das instalações. Posteriormente, será feita a verificação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas. É um sistema independente quando se analisa a instalação externa, ou seja, a captação, descida e aterramento. Por envolver toda a edificação, facilita a adaptação espacial da construção quanto a sua volumetria, área e demais dimensões. Sua relação com a instalação elétrica é relacionada à equipotencialização e proteção contra surtos, questões que podem ser verificadas juntamente com os demais sistemas da instalação. Ao se analisar a instalação elétrica interna à edificação, a proposta é que a atividade seja iniciada nos quadros de distribuição; dessa forma se tem uma visão geral dos circuitos distribuídos, inclusive de suas proteções. A partir dos quadros de

distribuição, são verificados, então, os subsistemas, passando de uma visão macro para micro, inspecionado o caminho dos condutores até o equipamento que se destina a alimentar.

O modelo proposto nesta pesquisa serve como um balizamento na atividade de verificação e não deve ser considerado como uma ferramenta engessada; pode ser adaptado conforme cada situação e estratégia do responsável técnico pela atividade. Como exemplo, os itens apresentados podem ser separados em planilhas diferentes. A questão documental e o SPDA são gerais, inerentes à edificação como um todo, e a planilha deve permanecer única. Quanto aos quadros de distribuição, um prédio pode possuir vários, e a parte aplicável na lista de verificação pode ser multiplicada de acordo com a quantidade de quadros existentes. Os demais itens (tomadas, aparelhos de iluminação, conexões e condutores) estão presentes nos ambientes da edificação; a parte aplicável na lista de verificação pode ser multiplicada de acordo com a quantidade de ambientes. Outra possibilidade é a forma de se apresentar a coluna de observação, que tanto pode ser descrita na própria planilha ou indicado um número ou uma foto a ser apresentado no relatório. Para o estudo de caso, optou-se por uma planilha geral.

Ao se aplicar o modelo em objeto no estudo de caso, foi possível identificar as inconformidades apontadas na revisão bibliográfica. Indicações de sobreaquecimento em condutores, conexões e tomadas apresentaram-se conforme o indicado pelos pesquisadores em trabalhos publicados, com a constatação de ressecamento, derretimento, carbonização e diminuição de área de seção dos condutores, alterações na coloração de condutores, tomadas e áreas próximas em função de curtos-circuitos. Também, conforme previsto em função do conhecimento obtido em análise das pesquisas já realizadas, foram encontrados condutores não permitidos por norma, como os utilizados para extensões, além de reatores de lâmpadas fluorescentes em contato com teto de material inflamável.

A verificação das instalações elétricas contribui para a gestão de segurança contra incêndio. Os dados obtidos como resultados nessa atividade podem ser utilizados como referência nas tomadas de decisões estratégicas para a conservação das edificações, na elaboração de cronogramas, definição de ordem de prioridades, previsão financeira e quantificação de riscos. Devem ser elaborados procedimentos para serem utilizados, desde a implantação até a utilização, na

edificação e seus sistemas. Os documentos de projeto, manuais, relatórios de manutenção e inspeção devem ser arquivados. É necessário que procedimentos para vistorias e testes, considerando as técnicas e normas utilizadas, assim como a periodicidade sejam aplicados pela gestão. Recomenda-se treinamentos de funcionários com o objetivo de capacitação para identificar e atuar em equipamentos que promovem o desligamento de energia.

Quanto às adequações das instalações elétricas, quando não se trata de edificações acauteladas e não se tem a preocupação com o impacto visual, essas são mais simples de serem executadas, conseqüentemente, mais baratas. Podem-se instalar materiais sobrepostos às estruturas sem se preocupar com a estética do imóvel. Considerando edificações de interesse cultural, cuidados devem ser tomados para não descaracterizar e nem danificar o bem. As diretrizes de intervenção apresentadas nesta pesquisa foram fundamentadas em cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos, além da Instrução Técnica nº 35 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais que também utiliza como referência as citadas cartas.

As decisões sobre as intervenções devem ser tomadas em conjunto por equipe interdisciplinar, formada por especialistas na área do patrimônio, eletricidade e incêndio e específicas para cada edificação. A complexidade das soluções de intervenção a serem adotadas depende das características do bem, inclusive o nível de tombamento (volume, fachada, isolado) e a presença de elementos artísticos. No estudo de caso aplicado neste trabalho, a edificação, por fazer parte de um conjunto histórico, precisa preservar as características do seu volume, principalmente fachadas, passadiço, telhados e paredes externas. Por isso a solução proposta para a adequação do SPDA é válida, já que praticamente imperceptível. Quanto ao interior da edificação, não há elementos artísticos, o que não significa que a mesma pode ser descaracterizada, pois é uma construção do século XVIII, e assim deve se apresentar.

## 7 CONCLUSÕES

Incêndios relacionados às instalações elétricas justificam a importância dos cuidados com a eletricidade. Tal sinistro acarreta prejuízos financeiros, econômicos, sociais e, principalmente, em se tratando de edificações de interesse cultural, provocam perdas de valores embutidos ao bem relacionados à sua representatividade na sociedade. Garantir a conformidade das instalações elétricas é uma maneira de reduzir os riscos de incêndio em edificações.

Apresentou-se nesta dissertação um modelo fundamentado em resultados de trabalhos publicados em periódicos por pesquisadores da área de eletricidade e incêndio, além de normas específicas do setor elétrico, para verificação das instalações elétricas em edificações, com o objetivo de se identificarem as fontes de riscos de incêndio. A normalização exige que sejam realizadas inspeções, porém não orienta como devem ser executadas essas atividades. O modelo proposto contribui para a gestão de riscos de incêndio de forma a estabelecer um procedimento para o responsável técnico atender a essa exigência normativa, além de fornecer dados que possam ser utilizados como referência em tomadas de decisões estratégicas para a conservação das edificações, na elaboração de cronogramas, definição de ordem de prioridades, previsão financeira e quantificação de riscos.

A revisão bibliográfica apresentou as irregularidades em instalações elétricas que representam potencial risco de incêndio em edifícios e, a partir daí, foram determinados os procedimentos metodológicos para se atingirem os objetivos. Ao se analisarem as normas relacionadas às instalações elétricas, observou-se que existe coerência entre os apontamentos dos trabalhos publicados pelos pesquisadores e as exigências normativas, de modo que estas estabelecem critérios para se evitarem as inconformidades.

Conforme observado nas metodologias de gerenciamento de risco de incêndio, os dados relativos às instalações elétricas são baseados em estatísticas ou são genéricos em função da carência de informações específicas quanto aos riscos de incêndios relacionados à eletricidade como fator de ativação. Isso justifica a criação de procedimentos para inspeção das instalações elétricas com o objetivo

de, além de reduzir o risco de incêndios, servir como instrumento de coleta de dados para alimentar de informações os sistemas de gerenciamentos de riscos que ainda possam ser desenvolvidos ou os existentes, que podem ser adaptados.

Com o resultado do diagnóstico, é possível definir as intervenções necessárias para a adequação das instalações elétricas. Se a edificação é de interesse cultural, cuidados devem ser tomados para não descaracterizar e nem danificar o bem, daí a importância do atendimento das diretrizes de intervenção apresentadas nesta pesquisa, fundamentadas nas cartas patrimoniais adotadas pela Unesco e Icomos. As decisões sobre as intervenções devem ser tomadas em conjunto, por equipe interdisciplinar, formada por especialistas na área do patrimônio, eletricidade e incêndio, específicas para cada edificação. A complexidade das soluções de intervenção a serem adotadas depende das características do bem, inclusive, o nível de tombamento (volume, fachada, isolado) e a presença de elementos artísticos.

Ao se aplicar o modelo em um objeto pelo estudo de caso, foi possível verificar sua viabilidade. Sua utilização na sequência apresentada fornece uma ordem lógica, favorecendo ao inspetor uma adaptação e conhecimento progressivos em respeito à edificação. A ferramenta serve como um balizamento na atividade de verificação e não deve ser considerada um modelo rígido, imutável; pode ser adaptado conforme a avaliação do responsável técnico pela atividade. Quanto às estratégias de intervenções para o objeto do estudo de caso, as soluções sugeridas consideram que, como a edificação faz parte de um conjunto histórico, a premissa chave deve ser preservar as características do seu volume, principalmente fachadas, passadiço, telhados e paredes externas. Não significa que não deve haver cuidado no interior da edificação, pois é uma construção do século XVIII e assim deve se apresentar.

### **7.1 Sugestões de continuidade**

O modelo proposto neste trabalho é apenas um passo nas investigações que ainda devem ser realizadas para contribuir na gestão de riscos. Como sugestões de outras complementares, podem ser citadas:

- Quantificação dos riscos elétricos: determinação de pesos para cada tipo de inconformidade e criação de fórmula matemática para definir uma quantificação de riscos encontrados e limite correspondente desejável.
- Nível de verificação: podem ser determinados aqueles que correspondam à confiabilidade da atividade. O nível pode variar de acordo com a profundidade de inspeção, como acesso e medição total ou parcial de luminárias, tomadas, conexões e dispositivos, ou apenas inspeção visual. O nível determinado pode ser um dado considerado nas ferramentas de gerenciamento de risco.
- Desenvolvimento de aplicativos e *softwares* que englobam tanto o modelo apresentado nesta pesquisa quanto aos de pesquisas futuras.
- Adaptação no modelo em função de requisitos de normas internacionais, transformando-o em um modelo universal. O proposto nesta dissertação fundamentou-se, além de dados extraídos na revisão bibliográfica, em normas brasileiras. Normas internacionais podem ser consultadas de forma a complementar o modelo, caso necessário, adaptando-o para o país em que se deseja trabalhar ou universalizando-o.

Pesquisas que envolvem as áreas de ciências do incêndio, eletricidade e patrimônio são fundamentais para o desenvolvimento da sociedade, pois produzem conhecimentos que possibilitam a inovação, criação ou atualização de normas, procedimentos e metodologias de segurança, desenvolvimento de produtos, além de outros benefícios que visam à proteção da vida e do patrimônio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA PERIGOS DA ELETRICIDADE – ABRACOPEL. *Anuário estatístico brasileiro dos acidentes de origem elétrica 2013-2016*. São Paulo, 2017. 106 p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas*. Rio de Janeiro, 2015. 309 p.

ALMEIDA, L. M. de. *Passeio a Diamantina*. 1 ed. São Paulo: Livraria Martins Editora, 1960. 269 p.

ARONSTEIN, J.; LOWRY, R. Estimating fire losses associated with circuit breaker malfunction. *IEEE Transactions on Industry Applications*, v. 48, n. 1, p. 45-51, Jan-Fev. 2012.

BABRAUSKAS, V. Mechanisms and modes for ignition of low-voltage, PVC-insulated electrotechnical products. *Fire and Materials*, v. 30, n. 2, p.151-174, Mar. 2006.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*, 1988. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. 292 p.

CAMILO JR., A. B. *Manual de prevenção e combate a incêndio*. 14 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012. 245 p.

CAMPBELL, R. Electrical fires. *NFPA Research*, Quincy, 2017. 126 p.

Carta de Machu Picchu, 1931. Disponível em:

<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 23 Set. 2017.

Carta de Machu Picchu, 1933. Disponível em:

<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 23 Set. 2017.

Carta de Machu Picchu, 1977. Disponível em:

<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 13 Set. 2017.

Carta de Veneza, 1964. Disponível em:

<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 04 Set. 2017.

Carta de Washington, 1986. Disponível em:

<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226>>. Acesso em: 16 Ago. 2017.

CASTRO, M. B. de. *Eletricidade: dos primórdios até 1889, a humanidade só era iluminada pelo fogo*. Aventuras na História, 2009. 24 p.

CHAKRABORTY, A. K.; BHATTACHARYA, S. C. *The story of electricity*. CTB, 1985. 90 p.

CONFEDERATION OF FIRE PROTECTION ASSOCIATIONS EUROPE. CFPA-E N° 30:2013 F: Managing Fire Protection of Historic Buildings. CFPA-E®-Guidelines, 2013. 25 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. *IT-35: Segurança contra incêndio em edificações que compõe o patrimônio cultural*. Belo Horizonte, 2017. 31 p.

FERREIRA, T. M. *at al*. Urban fire risk: Evaluation and emergency planning. *Journal of Cultural Heritage*, v. 20, p. 739-745, Jul. 2016.

FERREIRA, R. J. S. Desenvolvimento e implementação numérica do método CHICHORRO de avaliação de risco de incêndio de edifícios. 2016. 206 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2016.

FERRINO-MC ALLISTER, J. L.; ROBY, R. J.; MIKE, J. A. Heating at electrical contacts: characterizing the effects of torque, contact area, and movement on the temperature of residential receptacles. *Fire Technology*, v. 42, n. 1, p. 49-74, 2006.

FISHER, R. P; STOLIAROV, S. I.; KELLER, M. R. A Criterion for thermally-induced failure of electrical cable. *Fire Safety Journal*, Estados Unidos da América, v. 72, p. 33-39, Fev. 2015.

FONSECA, M. C. L. *O Patrimônio em Processo*. 2 ed. Rio de Janeiro: UFRJ Editora, 2005. 316p.

FORT, J.; PÉREZ-LOSADA, J.; SUÑOL, J. J. Electric fire hazards at home and in the classroom. *Physical Education*, v. 48, n.5, p. 558-561, Set. 2013.

FRONER, Y. Patrimônio arquitetônico: conceitos contemporâneos nas cartas patrimoniais do ICOMOS. *Oculum Ensaio*, v.10, n. 2, p. 243-255, Jul. 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diamantina: Patrimônio Cultural. *Fundação JP Análise e Conjuntura*, Belo Horizonte, v. 9, n. 7, p. 512-514, Jul. 1979.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GRAMMONT, A. M. de. A construção do conceito de patrimônio histórico: restauração em cartas patrimoniais. *Passos Revista de Turismo e Patrimônio Cultural*, v. 4, n. 3, p. 437-442, 2006.

GRAMMONT, A. M. de. *Os significados do patrimônio histórico: uma reflexão em torno do Hotel Pilão de Ouro Preto*. 2005. 271 p. Dissertação (Mestrado em Cultura e Turismo) – Universidade Estadual de Santa Cruz e Universidade Federal da Bahia, Ilhéus, 2005.

GOEKING, W. Segurança Elétrica no Limite. *O Setor Elétrico*, São Paulo. Seção Memória da Eletricidade, p. 60-69, Ago. 2010.

GOUVEIA, A. M. C. *Análise de risco de incêndio em sítios históricos*. 1 ed. Brasília: IPHAN / Monumenta, 2006. 104 p.

GOUVEIA, A. M. C. *Introdução a engenharia de incêndio*. 1 ed. Belo Horizonte: 3i Editora Ltda, 2017. 230 p.

GUSSOW, M. *Eletricidade básica*. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1977. 639 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE – PROCOBRE. *Panorama das situações das instalações elétricas prediais no Brasil*. São Paulo, 2014. 64 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. *Programa de análise de produtos: Relatório sobre análise em adaptadores ou “benjamim”*. Rio de Janeiro, 2005. 15 p.

JACKSON, A. L. Electrical aspects of fire investigation. *Fire Engineering*, v. 151, n. 1, p. 49, Jan. 1998.

KAISER, J. Experiences of the Gretener Method. *Fire Safety Journal*, v. 2, n. 3, p. 213-222, 1980.

KRUGER, P. G. von. *at al. Etiqueta de segurança contra incêndio em edificações: uma proposta*. Congresso Euro-Americano REHABEND, Burgos, Espanha, 2016. 8 p.

KRYZHANOVSKY, L. N. Mapping the history of electricity. *Scietometrics*, v. 17, n 1-2, p. 165-170, 1989.

MAMEDE, J. *Instalações elétricas industriais*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2002. 764 p.

MAYA, P. A. *Curso básico de eletricidade I*. 1. ed. São Paulo: Editora Egéria S.A, 1977. 156 p.

MENEZES, M.; TAVARES, M. L. *A imagem da cidade como patrimônio vivo*. In: Comunicação apresentada no 3º ENCORE, LNEC, Lisboa, Maio de 2003, 10p. Artigo técnico.

MINAYO, M. C. de S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012.

MOREIRA, J. A. Lâmpada provocou incêndio no Museu da Língua Portuguesa. *Diário de Notícias*, São Paulo, 23 Dez. 2015. Disponível em: <http://www.dn.pt/artes/interior/lampada-provocou-incendio-no-museu-da-lingua-portuguesa-4949828.html> Acesso em: 06 de Set. 2017.

ONO, R. *Proteção do patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação*. Ciclo de Palestras Memória e Informação. Rio de Janeiro, 2004. 11 p.

PARISE, G.; PARISE, L. Unprotected faults of electrical and extension cords in AC and DC systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, v. 50, n. 1, p. 4-9, Jan-Fev. 2014.

RABELLO, S. *O tombamento*. In: REZENDE, M. B.; GRIECO, B.; TEIXEIRA, L.; THOMPSON, A. (Orgs.). *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2015. (termo chave Tombamento). ISBN 978-85-7334-279-6.

RAMACHANDRAN, G. Fire safety mangement and risk assessment. *Facilities*, v. 17, n. 9/10, p. 363-377, 1999.

RANGEL, E. Jr. A eletricidade como fator gerador de incêndios. *Revista Incêndio*, São Paulo, n. 73, p. 14-26, Nov. 2011.

RAYEL, R. S.; GUIMARÃES, S. T. de L. A valoração das paisagens protegidas de Diamantina (MG): premissa para turismo cultural. *Caderno de Geografia*, Belo Horizonte, v. 22, n. 38, 13 p, 2012. ISSN 0103-8427.

ROCHA, H. A importância da manutenção predial preventiva. *Holos*, v. 23, n. 2, p. 72-77, 2007.

SARSANGI, V. *at al.* Analyzing the risk of fire in a hospital complex by “Fire Risk Assessment Method for Engineering” (FRAME). *International Archives of Health Sciences*, v. 1, n. 1, p. 9-13, 2014.

SERPA, F. B. *A segurança contra incêndio como abordagem de conservação do patrimônio histórico edificado: a aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC*. 2009. 187 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SHEA, J. J. Identifying causes for certain types of electrically initiated fires in residential circuits. *Fire and Materials*, v. 35, n. 1, p. 19-42, Jan. 2011

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

SILVA, G. A. da. *Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos: estudo de casos em Ouro Preto-MG*. 2011. 88 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos em Geotecnia e Desastres Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

SILVA, V. P. e; FILHO, H. da S. C. Índice de segurança contra incêndio para edificações. *Ambiente Construído*, v. 7, n. 4, p. 103-121, Out. / Dez. 2007.

SILVA, W. P.; VARGAS, M. R.; ONO, R. *Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura*. 1 ed. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010. 72 p.

SILVEIRA, C. E.; MEDAGLIA, J.; BULHÕES, N. G.; SOUZA JR, R. F. de. *Caminhos do turismo em diamantina: a relação com a origem mineradora, a cultura e o título de patrimônio cultural da humanidade*. In: SILVEIRA, C. E.; MEDAGLIA, J. (Org.). *Desenvolvimento turístico em cidades históricas: estudos de caso de Diamantina/MG*. Diamantina: Ed. UFVJM, 2014. p. 9-25.

SILVEIRA, M. P. *Avaliação do risco de incêndio em edifícios comerciais*. 2017. 172 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SILVINO, M. S.; FERREIRA, T. S. *Proteção contra incêndio em patrimônios culturais: sistemas de prevenção; as legislações; e a interação entre o ambiente, sistema de segurança e usuários*. *VII Seminário Mestres e Conselheiros da Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2015. 18 p.

STRINGFELLOW, M. F. Causes of residential lightning fires: Electrical arcs are at the root. *IEEE Industry Applications Magazine*, v. 19, n. 3, p. 60-66, Mai-Jun. 2013.

TIBÃES, M. da C. D. *O Artífice John Rose um Inglês em Diamantina*. 1. ed. Gráfica Cristiane, 2001. 140 p.

TOFANI, F. P. *Erejakasó piáng? As culturas sambaqueira, aratu, tupi-guarani e portuguesa e a produção do espaço do extremo sul da Bahia, Brasil*. 2008. 493 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TROITZSCH, J. H. Fire, statistics, ignition sources, and passive fire protection measures. *Journal of Fire Sciences*, v. 34, n. 3, p. 171-198, Fev. 2016.

XIN, J.; HUANG, C. Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management. *Fire Safety Journal*, v. 62, p. 72-78, Out. 2013.