Dissertação de Mestrado

GERENCIAMENTO DE RISCOS DE INCÊNDIOS ATIVADOS POR ELETRICIDADE EM SÍTIOS HISTÓRICOS:
ESTUDO DE CASOS EM OURO PRETO-MG

AUTOR: GUSTAVO ANTONIO DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antônio Maria Claret de Gouvêia (UFOP)

NUGEO

ESCOLA DE MINAS / UFOP

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA GEOTÉCNICA DA UFOP

OURO PRETO - NOVEMBRO DE 2011

GERENCIAMENTO DE RISCOS DE INCÊNDIOS ATIVADOS POR ELETRICIDADE EM SÍTIOS HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO EM OURO PRETO-MG

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica do Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geotecnia, área de concentração em **Gestão de Riscos em Geotecnia e Desastres Naturais.**

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 11 de novembro de 2011 pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Prof. Dr. Antônio Maria Claret de Gouvêia (Orientador/UFOP)

Prof. Dr. Sávio Augusto Lopes da Silva (UFOP)

Prof. Dr. José Helvecio Martins (UFV)

S586g **Silva, Gustavo Antonio da.**

Gerenciamento de riscos de incêndios ativados por eletricidade em sítios históricos [manuscrito] : estudos de casos em Ouro Preto - MG / Gustavo Antonio da Silva - 2011.
xvi, 88f.: il., color.; grafs.; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Maria Claret de Gouveia.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. NUGEO.
Área de concentração: Gestão de Riscos em Geotecnia e Desastres Naturais.

1. Geotecnia - Gestão de riscos - Teses. 2. Incêndios e prevenção de incêndios - Teses. 3. Eletricidade - Teses. 4. Sítios históricos - Ouro Preto (MG) - Teses. I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

Catalogação: sisbin@sisbin.ufop.br

"Há grandes homens que fazem com que todos se sintam pequenos. Mas o verdadeiro grande homem é aquele que faz com que todos se sintam grandes."

Gilbert Keith Chesterton, escritor inglês

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Eunice, e meus filhos, Lucas, Carolina e Matheus e compartilho esse momento de alegria. Aos meus pais, Carlos e Jane, minha vovó, Rita e minha irmã, Cássia. Peço desculpas pelos momentos de falta no convívio com essa grande família. À minha família, pelo constante apoio no meu caminhar.

AGRADECIMENTO

A DEUS, que sempre está acima de tudo.

Ao Professor Romero por ter acreditado no projeto.

Ao meu orientador e mestre, Professor Antônio Maria Claret de Gouvêia, pela orientação e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos colegas de mestrado, pela amizade e apoio. Foi um grande prazer conviver com todos. “Estou no seu grupo”.

À Associação Mineira de Engenharia de Segurança (AMES), na pessoa do seu Presidente e grande amigo Engenheiro Silvio Piroli por possibilitar a realização desse sonho.

À Diretoria da Macrotec e Fluke do Brasil, que emprestou o termovisor *Fluke* contribuindo para o sucesso deste trabalho

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho descreve uma proposta de método de avaliação do risco de incêndio deflagrado por eletricidade em sítios históricos. O método proposto baseia-se em um princípio de balanceamento de medidas de segurança baseado no Método de *Gretener*, com o estudo de caso em Ouro Preto-MG, apresentando soluções para o gerenciamento do risco de incêndio, com a utilização da inspeção visual e termográfica.

Palavras-chave: Incêndio. Método de *Gretener*. Eletricidade. Sítios Históricos. Ouro Preto.

ABSTRACT

This paper describes a proposed method for evaluating the risk of fire sparked by electricity in historic sites. The proposed method is based on a principle of balancing security measures based on the Gretener´s Method, with case study in Ouro Preto-MG, Brazil, presenting solutions for management of fire risk using visual inspection and thermography.

Keywords: Fire. Gretener´s Method. Electricity. Historic Sites. Ouro Preto.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 Incêndio do Fórum de Ouro Preto - MG em 1950 16

FIGURA 2.2 Incêndio da Igreja do Carmo de Mariana – MG 17

FIGURA 2.3 Incêndio do Hotel Pilão – Ouro Preto - MG 18

FIGURA 2.4 Igreja Matriz de Nossa Senhora das Dores, em Dores de Guanhães - MG 18

FIGURA 2.5 Incêndio na Loja de Artesanato – Congonhas-MG 19

FIGURA 2.6 Incêndio no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro 21

FIGURA 4.1 Ferramentas Utilizadas na Inspeção..... 64

FIGURA 4.2 Fiação Exposta no Pátio de Entrada da Escola de Minas 66

FIGURA 4.3 Inspeção Termográfica na Subestação da Escola de Minas 67

FIGURA 4.4 Sistema com Cabos e Fios 67

FIGURA 4.5 Tomada sem Tampa de Proteção na Casa da Baronesa 68

FIGURA 4.6 Quadro de Distribuição da Casa da Baronesa 69

FIGURA 4.7 Adaptadores em Tomadas na Casa da Baronesa 69

FIGURA 4.8 SPDA da Escola de Minas..... 71

FIGURA 4.9 Tomadas na Escola de Minas 73

FIGURA 4.10 Quadro Elétrico da Escola de Minas..... 74

FIGURA 5.1 Levantamento dos dados da Escola de Minas 77

FIGURA 5.2 Termografia na Subestação da Escola de Minas 78

FIGURA 5.3 Instalações Inadequadas da Escola de Minas 78

FIGURA 5.4 Levantamento dos dados da Casa da Baronesa 79

FIGURA 5.5 Termografia no Quadro de Distribuição da Casa da Baronesa 80

FIGURA 5.6 Fiação Exposta no telhado da Casa da Baronesa 80

FIGURA 5.7 Análise Comparativa dos Parâmetros de Risco e Segurança 82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 Principais Fatores de Ativação de Incêndio no Estado de São Paulo - média dos anos de 1999 a 2006 (Intencionais e Acidentais)..... 3

TABELA 1.2 Principais Fatores de Ativação Acidentais de Incêndio no Estado de São Paulo – média dos anos de 1999 a 2006..... 4

TABELA 1.3 Principais Inconformidades Elétricas das Instalações Inspecionadas em Goiânia-GO..... 4

TABELA 1.4 Estatística sobre incêndios em Portugal 5

TABELA 1.5 Principais Fatores de Ativação de Incêndio – EUA..... 5

TABELA 1.6 Principais Fatores de Ativação de Incêndio no Reino Unido – média dos anos de 1999 a 2004..... 6

TABELA 1.7 Principais Fatores de Ativação de incêndio nos Estados Unidos da América – média dos anos de 1999 a 2002 6

TABELA 1.8 Dados sobre a origem de acidentes elétricos..... 7

TABELA 2.1 Incêndios, fatores de ativação e perdas. 20

TABELA 2.2 Ranking de Descargas Atmosféricas de Minas Gerais 42

TABELA 3.1 Grau de proteção contra a penetração de objetos sólidos..... 59

TABELA 3.2 Grau de proteção contra a penetração de água 59

TABELA 4.1 Fator de Risco específico – f_1 – Níveis de tombamento da edificação 66

TABELA 4.2 Fator de Risco específico – f_2 - Fios Expostos e Emendas mal feitas.. 66

TABELA 4.3 Análise Termográfica – Verificação da existência de pontos com temperatura acima das especificações... 67

TABELA 4.4 Sistema com Cabos e Fios adequados... 67

TABELA 4.5 Acesso a Partes Vivas 68

TABELA 4.6 Quadro de Distribuição 68

TABELA 4.7 Possibilidade dos componentes da instalação elétrica representarem perigo de incêndio para os materiais adjacentes (“Gambiarras”) 69

TABELA 4.8 Fator de Risco de Ativação decorrente da atividade humana: Responsável pela manutenção 70

TABELA 4.9 Fator de Risco de Ativação decorrente da Instalação: Tempo da Ultima Revisão da Instalação Elétrica 71

TABELA 4.10 Fator de Risco de Ativação devido a fenômenos naturais - SPDA 71

TABELA 4.11 Aterramento 72

TABELA 4.12 Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR 73

TABELA 4.13 Sistema de Proteção de Surto com DPS 73

TABELA 4.14 Tomadas adequadas 73

TABELA 4.15 Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes..... 74

TABELA 4.16 Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento 74

TABELA 4.17 Sistema de Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independente do Sistema Elétrico de Consumo..... 75

TABELA 5.1 Quadro Comparativo dos resultados dos Ensaios Realizados na Escola de Minas e Casa da Baronesa 81

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIAÇÕES

2P+T	Tomada de Dois Pólos Mais Terra
A Ampère	Unidade de Medida de Intensidade de Corrente Elétrica
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMES	Associação Mineira de Engenharia de Segurança
AMN	Associação Mercosul de Normalização
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AT	Alta Tensão
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BEL	Barramento de Equipotencialização Local
BEP	Barramento de Equipotencialização Principal
BT	Baixa Tensão
CAEM	Centro Acadêmico da Escola de Minas
CBAC	Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade
CERTIEL	Associação Brasileira de Certificação de Instalações Elétricas
CGCRE	Coordenação-Geral de Acreditação
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
COPANT	Comissão Panamericana de Normas Técnicas

CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
DDP	Diferença de Potencial Elétrico
DDR	Disjuntor e Dispositivo a Corrente Diferencial-Residual
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
DR	Dispositivo a Corrente Diferencial-Residual
FISUEL	Fédération Internationale pour la sécurité des usagers de l'électricité
I	Intensidade de Corrente Elétrica
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias
IDR	Interruptor e Dispositivo a Corrente Diferencial-Residual
IEC	International Electrotechnical Commission (Comissão Internacional de Eletrotécnica)
IPEM	Institutos Estaduais de Pesos e Medidas
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
IT	Instrução Técnica
kV "Quilovolt"	Unidade de Medida de Tensão Elétrica (1 kV = 1000 volts)
LHBF	Livres de Halogênio e com Baixa Emissão de Fumaça e Gases Tóxicos
MME	Ministério de Minas e Energia
MT	Média Tensão
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NEC	Código Elétrico Nacional

NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Normas Regulamentadoras
ONS	Organismos de Normalização Setoriais
P	Potência Elétrica
PE	Condutor de Proteção (“fio terra”)
PEN	Condutor de Proteção e Neutro
PVC	Poli Cloreto de Vinila (tipo de polímero)
SBAC	Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade
SECOVI-SP	Sindicato das Empresas de Compra,Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo
SIA	Societé Suisse des Ingénieurs et dês Architectes
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
U	Tensão Elétrica
UL	Tensão de Contato Limite
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Cultura, Ciência e Educação
V	Volt -Unidade de Medida de Tensão Elétrica
VA	Volt-ampère -Unidade de Medida de Potência Elétrica Aparente
W	Watt- Unidade de Medida de Potência Elétrica Ativa

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 1
1.1 Estatísticas de Incêndios no Brasil e no Mundo 2
1.1.1 Estatísticas no Brasil 3
1.1.2 Estatísticas no Mundo 5
1.2 Objetivos 8
1.3 Justificativa 8
1.4 Metodologia 8
1.5 Revisão Bibliográfica 10

CAPÍTULO 2 - INCÊNDIO EM SÍTIOS HISTÓRICOS 14
2.1 Normas do Mundo 21
2.1.1 NFPA 21
2.1.2 FISUEL 22
2.1.3 NEMA 22
2.1.4 IEC 23
2.1.5 ISO 24
2.2 Normas no Brasil 24
2.2.1 Normas Nacionais 24
2.2.1.1 Normas do Governo Federal 25
2.2.1.1.1 Ministério do Trabalho e Emprego 25
2.2.1.1.2 Ministério de Minas e Energia 26
2.2.1.2 SINMETRO 26
2.2.1.2.1 INMETRO 27
2.2.1.2.2 ABNT 29
2.2.2 Normas Estaduais 30
2.2.3 Legislação Municipal 31
2.3 Organismos Não Governamentais 32
2.3.1 Programa Casa Segura 32
2.3.2 CERTIEL 32

CAPÍTULO 3 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E RISCO DE INCÊNDIO 34
3.1 Profissionais 37
3.2 Projetos das Instalações Elétricas 37
3.3 Aterramento Elétrico 39
3.4 SPDA 41
3.5 Retrofit 44
3.6 Manutenção 46
3.7 Linhas Elétricas 48
3.8 Disjuntores 53
3.9 Sobretensão 55
3.10 Dispositivo a corrente diferencial- residual 57
3.11 Proteção por isolação das partes vivas 58
3.12 Caixa de entrada de energia 61
3.13 Quadros de Distribuição 61
3.14 Tomadas 62

CAPÍTULO 4 – MÉTODO PROPOSTO 64
4.1 Fator de Risco 65
4.2 Exposição ao Risco de Incêndio 70
4.3 Fator de Ativação de Incêndio 70
4.4 Risco de Incêndio 72
4.5 Fator de Segurança 72
4.6 Fator de Segurança Total 75
4.7 Coeficiente de Segurança 75

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO 76
5.1 Escola de Minas e Metalurgia 76
5.2 Casa da Baronesa 79
5.3 Análise de Dados 81

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO 83

REFERÊNCIAS 84

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no Brasil está aumentando e batendo recordes todos os anos, impulsionados pela melhor distribuição de renda, aumento da temperatura do planeta e aumento da atividade industrial. O aumento do consumo de energia elétrica aumenta o risco de incêndio ativado por eletricidade, pois frequentemente o proprietário da instalação elétrica não se preocupa em fazer uma revisão da instalação elétrica, causando sobrecarga nas instalações elétricas e, consequentemente, incêndios. O incêndio não tem causa e sim fator de ativação por ser um evento aleatório, mas esperado em uma edificação.

Nos sítios históricos de Ouro Preto - MG, o aumento do consumo de energia elétrica se deve à instalação de inúmeros equipamentos com o objetivo de aumentar a segurança patrimonial, as informações aos visitantes e os serviços oferecidos como: instalação de alarmes, circuitos fechados de câmeras, computadores e equipamentos para venda de produtos. Esse aumento do consumo não vem acompanhado de uma expansão planejada das instalações elétricas, gerando situações de risco para a edificação e seus usuários.

A energia eletrica é um bem imprescindível ao ser humano, presente em todas as atividades humanas, contudo o seu emprego exige cuidados especiais para não causar risco às pessoas e ao patrimônio.

O incêndio (CLARET, 2006) é definido como fogo com propagação rápida e violenta, sem o controle humano, provocando danos aos materiais, edificações, meio ambiente e perda de vidas. Um incêndio é um desastre natural por causar grandes impactos na sociedade, tanto na ordem social, como meio ambiente, e podem ser deflagrados por fenômenos naturais como mudanças climáticas e descargas atmosféricas.

No que se refere ao risco de deflagração de incêndio deve-se ter em conta o nível de risco proveniente das instalações e dos equipamentos que podem originar um foco de

incêndio acidental e o grau de contribuição dos materiais para a origem e desenvolvimento do incêndio expresso em classes de reação ao fogo.
As investigações dos incêndios devem buscar os fatores de ativação do incêndio. Alguns equipamentos elétricos funcionam de forma ininterrupta, devendo ser inspecionados visualmente pelo usuário, a fim de evitar que os riscos de defeitos elétricos possam ativar incêndios.

Os incêndios ativados por eletricidade podem ser evitados por meio de um gerenciamento eficiente das instalações elétricas, equipamentos, pelos proprietários, usuários e mantenedores.

As instalações necessitam de proteção contra sobrecorrentes (sobrecargas e curto-circuito); proteção contra sobretensões (picos de energia e descargas atmosféricas); proteção contra choques elétricos; proteção contra efeitos térmicos; seleção, instalação, manutenção programada, acesso, identificação dos componentes e verificação da instalação elétrica.

A verificação da segurança da instalação elétrica pode ser feita por meio de verificação de documentação, inspeção visual e ensaios não-destrutivos, com o intuito de apontar as inconformidades e consequente correção destas. Com a extinção das inconformidades, a edificação terá uma instalação elétrica segura tendo como objetivo a preservação da vida e do patrimônio, devendo ser obrigatório a obtenção do alvará de funcionamento, descontos em seguros, acesso a financiamentos públicos e a autorização de funcionamento pelo Corpo de Bombeiros Militar do estado por meio da emissão do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB).

1.1 Estatísticas de Incêndios no Brasil e no Mundo

As estatísticas indicam um percentual bastante significativo das ocorrências dos incêndios, tendo como fator de ativação as instalações elétricas de qualquer edificação, mostrando que as instalações elétricas precisam ter inspeções mais frequentes e com

maior critério. As instalações não podem ser consideradas como fator de ativação que não pode ser eliminado ou reduzido. Os fatores de ativação podem ser classificados como: humanos, naturais e acidentais.

No fator de ativação humano podem-se citar as culposas e as criminosas. Na culposa, o ser humano não teve a intenção de ativar um incêndio, mas possibilitou todas as condições para que acontecesse que não descaracteriza a sua responsabilidade criminal. Na criminosa, houve a intenção de destruição do patrimônio e de vidas devendo ser considerado um crime hediondo.

O fator de ativação natural ocorre por descargas atmosféricas e podem matar pessoas, ativar incêndios, apagões no sistema elétrico e danificar aparelhos eletroeletrônicos. Uma descrição simplificada pode classificar um raio como um curto-circuito entre a nuvem e a terra, um fenômeno da natureza imprevisível e aleatório, que ocorre quando a energia acumulada em uma nuvem atinge um valor crítico e rompe a rigidez dielétrica do ar. O fator de ativação acidental pode ser dividido em elétrica, mecânica e química.

O fator de ativação de incêndio por eletricidade é uma das fontes de calor mais encontrada. O superaquecimento, devido a sobrecargas nos circuitos ou circuitos mal dimensionados; arcos e centelhas, devidos principalmente a curto-circuito; faíscas provenientes de chaves e outros aparelhos elétricos e falta de proteção no circuito são os principais fatores de ativação de incêndio por eletricidade.

1.1.1 Estatísticas no Brasil

Nas estatísticas brasileiras, considerando-se somente os fatores de ativação acidentais, o fator de ativação elétrica seria o principal, conforme mostrado nas Tabelas 1.1 e 1.2.

O Programa Casa Segura fez um levantamento em 47 edifícios de Classe “A” e “B”, em Goiânia – GO, construídos a mais de dez anos, e mostrou que 97,5% das edificações residenciais possuíam instalações elétricas inadequadas, conforme mostrado na Tabela 1.3.

Tabela 1.1- Principais Fatores de Ativação de Incêndio no Estado de São Paulo - média dos anos de 1999 a 2006 (Intencionais e Acidentais)

Fator de Ativação	%
Intencional (Ato Incendiário)	55,2
Instalações e Equipamentos Elétricos	16,0
Equipamentos e Ato de Cozimento	4,8
Cigarros e Fósforos	3,8
Brincadeiras de Crianças	3,4
Ignição Espontânea	2,7
Superaquecimento de Equipamento	2,5

Fonte: Departamento de Operações do Corpo de Bombeiros Militar - SP, 2006.

Tabela 1.2 - Principais Fatores de Ativação Acidentais de Incêndio no Estado de São Paulo – média dos anos de 1999 a 2006

Fator de Ativação	%
Instalações e Equipamentos Elétricos	38,9
Equipamentos e Ato de Cozimento	11,5
Cigarros e Fósforos	9,3
Brincadeiras de Crianças	8,3
Ignição Espontânea	6,4
Superaquecimento de Equipamento	6,1
Vela	4,5

Fonte: Departamento de Operações do Corpo de Bombeiros Militar do Estado – SP, 2007.

Tabela 1.3 – Principais Inconformidades Elétricas das Instalações Inspecionadas em Goiânia-GO

Principais Inconformidades Elétricas	%
Ausência de fio terra	90
Ausência de DR (Diferencial Residual)	90
Ausência de reforma	86
Uso Permanente de Benjamins, Ts (Plugue em Forma de T), Extensões	5
Ausência de tomada com pino terra	90
Emendas fora das caixas de passagem	45

Fonte: Programa Casa Segura, 2009.

1.1.2 Estatísticas no Mundo

A Tabela 1.4 mostra os principais fatores de ativação de incêndios em Portugal, sendo que a eletricidade é um importante fator de ativação.

Tabela 1.4 - Estatística sobre incêndios em Portugal

Fator de Ativação	%
Produção de calor (soldas, radiadores, aquecimento, etc.)	19,4
Eletricidade – telecomunicações (sobrecargas, etc.)	26,6
Eletricidade em edifícios – avarias em motores, climatização, curtos-circuitos e sobrecargas	35,2
Comportamento Humano e ações de animais - cigarros, produtos de limpeza, curtos circuitos por animais, sabotagens, causas diversas	18,8

Fonte: http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/incendios/uni1/causas.html. Acesso em: 10 de dezembro de 2010.

A cada ano, cerca de 55.000 incêndios, em residências nos Estados Unidos, matam 700 pessoas e provocam ferimentos em 10.000 pessoas. Os principais fatores de ativação, conforme demonstrado nas Tabelas 1.5 e 1.7, desses incêndios são: frituras, cigarros que iniciam o fogo em tapetes, cadeiras ou sofás, dentre outros.

Tabela 1.5 - Principais Fatores de Ativação de Incêndio – EUA

Fator de Ativação de Incêndio	%
Cozinha	20
Fator de Ativação Desconhecida	18
Aquecimento	15
Causas Criminosas	11
Fiação Elétrica	8
Aparelhos Elétricos	6
Cigarro	5
Chama Aberta	5
Criança Brincando	4

Fonte: *National Fire Protection Association* (NFPA), 2005.

Os principais fatores de ativação de incêndios na Inglaterra, conforme demonstrado na Tabela 1.6, mostra que os fatores de ativação nos diferentes países são os mesmos em países desenvolvidos, indicando a necessidade de uma normatização internacional para inspeção das instalações elétricas.

Tabela 1.6 - Principais Fatores de Ativação de Incêndio no Reino Unido - média dos anos de 1999 a 2004

Fator de Ativação de Incêndio	**%**
Equipamentos e Ato de Cozimento	33,1
Intencional (Ato Incendiário)	29,5
Instalações e Equipamentos Elétricos	15,7
Cigarros e Charutos	5,6
Aquecedores	4,4
Vela	2,0
Equipamentos de solda e corte	1,5
Fósforos e Isqueiros	1,4

Fonte: Silva, 2008.

Tabela 1.7 - Principais Fatores de Ativação de incêndio nos Estados Unidos da América - média dos anos de 1999 a 2002

Fator de Ativação de Incêndio	**%**
Equipamentos e Ato de Cozimento	25,1
Aquecedores	12,9
Intencional	11,8
Instalações e Equipamentos Elétricos	9,0
Cigarros e Fósforos	6,9
Vela	4,1
Brincadeiras com calor	3,5
Secadoras ou Máquina de lavar Roupa	3,4
Lixo	2,7

Fonte: Silva, 2008.

A Tabela 1.8 mostra que os acidentes causados por eletricidade devem ser melhor acompanhados pelos órgãos competentes no mundo, fazendo com que todos os setores

da sociedade busquem a segurança nas instalações elétricas, controlando a ativação de incêndios e acidentes em instalações elétricas, em todas as partes do mundo; mas a adequação das instalações elétricas deve estar acessível a todas as camadas sociais.

Tabela 1.8 - Dados sobre a origem de acidentes elétricos

Descrição	França	Reino Unido	Coréia	Espanha	Portugal
Número de Incêndios de Origem Elétrica (média por ano por 1000 habitantes)	1,3	0,2	0,18	1	0,27
Lesões físicas causadas por incêndios ativados por energia elétrica					
Número de mortes	138	-	44	150	9,3
Número de morte por milhão de habitantes	2,3	-	0,91	-	0,93
Número de Lesões	2.862	-	311	1.500	102,9
Número de Lesões por milhões de habitantes	47,7	-	6,44	-	10,29
Lesões Físicas em Residências					
Número de Vítimas	-	-	-	-	-
Número de Mortes	100	21	2	150	38
Número de Mortes por milhões de habitantes	1,7	0,3	0,04	3,75	3,8
Número de Lesões	4.000	2.788	161	1.500	420
Número de Lesões por milhões de habitantes	66,7	40	3,33	37,5	42

Fonte: Fisuel, 2011.

1.2 Objetivos

Objetiva-se nesta pesquisa a proposição de um método padrão para avaliação do risco de incêndio ativado por eletricidade e a diminuição da frequência de incêndios deflagrados por eletricidade.

1.3 Justificativa

A prevenção de incêndios nos sítios históricos tem importância, devido aos valores imensuráveis do nosso patrimônio histórico e características desfavoráveis no combate ao incêndio. As administrações públicas Federal, Estadual e Municipal, organizações não governamentais e sociedade brasileira têm que preservar o patrimônio antes que o incêndio o destrua.

Além disso, tem-se investir em tecnologia que possibilitem a prevenção dos incêndios. O gerenciamento de risco de incêndio é uma ferramenta muito importante na administração dos sítios históricos de Ouro Preto e de todo mundo.

Fazendo um gerenciamento do risco de incêndio com responsabilidade, pode-se reduzir os incêndios.

Com a avaliação do risco de incêndio deflagrado por eletricidade, as autoridades poderão autorizar o funcionamento dos empreendimentos, diminuindo o risco de perda do nosso patrimônio histórico.

1.4 Metodologia

O método a ser aplicado nos levantamentos será composto de uma entrevista com o responsável pela edificação, levantamento dos riscos de incêndio por ativação por problemas elétricos, utilizando a inspeção visual e termográfica das instalações.

Por meio dos dados levantados das edificações será feito uma análise do risco de incêndio por ativação por eletricidade, utilizando uma adaptação do Método de *Gretener* (CLARET, 2006), fazendo um balanceamento de fatores de risco e segurança.

Na entrevista com o responsável pela edificação será feito o levantamento dos dados da edificação e podendo citar a caracterização da importância específica da edificação**,**

tempo da instalação elétrica, existência de projeto elétrico, responsável pela execução do projeto elétrico e existência de plano de manutenção.

A inspeção visual foi o primeiro ensaio não destrutivo usado pelo homem, mas continua sendo o mais usado e, geralmente, precede qualquer outro ensaio. A sua principal vantagem é fornecer dados quantitativos além das informações qualitativas. A inspeção visual das instalações elétricas prediais visa tão somente à constatação visual da existência das medidas e dos dispositivos essenciais à proteção das pessoas e das instalações contra possíveis situações de risco de choque elétrico ou de incêndio. Dessa forma, a inspeção visual não garante que todas as prescrições constantes das normas sejam plenamente atendidas, uma vez que se trata de uma constatação da existência ou não de determinada medida de segurança, passível de verificação visual e constante na lista de verificação.

A termografia é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva que tem como base a detecção da radiação infravermelha emitida naturalmente pelos corpos com intensidade proporcional a sua temperatura. Por meio desta técnica, é possível identificar regiões ou pontos onde a temperatura está alterada com relação a um padrão pré-estabelecido. O uso da termografia de infravermelho é fundamental para a manutenção preventiva no setor elétrico. Por meio de uma gama de cores, essas imagens apresentam pontos “quentes” que não são percebidos na inspeção visual. As análises termográficas das instalações elétricas mostram os problemas das instalações como circuitos soltos, falhas de equipamentos e locais de possíveis pontos de ativação de incêndios e podem prevenir os incêndios com a manutenção adequada com a correção das inconformidades.

A inspeção de uma instalação elétrica deve iniciar-se pelos quadros elétricos, onde se constatam a maioria dos itens de segurança, presentes ou não, na edificação. Inicia-se a inspeção pela caixa de entrada de energia e posteriormente o quadro principal e quadros terminais, percorrendo todo o circuito elétrico até à tomada que energiza os equipamentos e cargas. Caso seja encontrada alguma inconformidade deverá ser corrigida imediatamente.

1.5 Revisão Bibliográfica

A *Standard for Electrical Safety in the Workplace* - NFPA 70E (2012) - trata dos requisitos de segurança elétrica, para locais de trabalho dos empregados, que são necessários para a prática segura dos trabalhadores durante atividades como a instalação, operação e manutenção de circuitos elétricos, equipamentos elétricos, de sinalização e de condutores e equipamentos de comunicações.

Antunes (2011), na dissertação de mestrado com o título "A Gestão de Riscos como Alternativa de Prevenção de Incêndio em Arquivos Públicos: Estudo de Caso", adaptou o Método de *Gretener* para a prevenção de incêndios aos arquivos públicos, mostrando que a prevenção de incêndios precisa de investimentos e fiscalização dos órgãos públicos.

O *Code for the Protection of Cultural Resource Properties Museums, Libraries, and Places of Worship* - NFPA 909 (2010) - descreve os princípios e práticas de proteção dos imóveis de recursos culturais (incluindo, mas não limitado a museus, bibliotecas, e lugares de culto), os seus conteúdos e coleções, contra as condições físicas ou situações com potencial para causar danos ou perda. Abrange as operações em curso de reabilitação e reconhece a necessidade de preservar as características de construções culturalmente significativas e caráter de definição e coleções sensível, muitas vezes insubstituível, e para possibilitar a continuidade das operações. Sempre que ele inclui disposições para a manutenção das saídas de emergência e a carga ocupante de controle é para facilitar a evacuação dos itens de importância cultural, permitir o acesso para as equipes de redução de danos em caso de emergência e evitar danos às coleções devido a superlotação ou como uma consequência não intencional de uma evacuação de emergência. As coleções da biblioteca e do museu que são propriedade privada e não está aberto ao público não será obrigado a cumprir as exigências desse código.

O *Code for Fire Protection of Historic Structures* - NFPA 914 (2010) - descreve princípios e práticas de segurança contra incêndio, para estruturas históricas e para

aqueles que as operam, utilizam ou visitam. As coleções dentro de bibliotecas, museus e locais de culto não estão no âmbito desse código.

Silva (2008), na monografia intitulada "Inspeção Visual em Instalações Elétricas Prediais de Baixa Tensão: Proposta de Manual Técnico de Bombeiros" tem como objetivo a prevenção nas instalações elétricas, consideradas fontes de ignição de incêndio, contribuindo para a diminuição dos riscos de incêndios e choques elétricos visando proporcionar melhoria na segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, que contribuiu para a publicação da Instrução Técnica Nº. 41/2011- Inspeção Visual em Instalações Elétricas de Baixa Tensão do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo - SP.

Claret (2006), na publicação "Risco de Incêndio em Sítios Históricos", demonstra que os incêndios devem ser analisados pelo fator de ativação, os incêndios são aleatórios e que o Método de *Gretener* é uma importante ferramenta para análise de risco das edificações históricas.

A ABNT NBR 5419 (2005) visa garantir a segurança e eficiência do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que é o meio mais adequado de proteger uma edificação e as pessoas que estejam em seu interior, dos efeitos de uma descarga atmosférica. Em edificações tombadas pelo Patrimônio Histórico, a técnica mais indicada é usar as barras chatas de alumínio pintadas na cor da fachada em locais escondidos, passando pelos adornos das fachadas. Caso existam condutores metálicos de água pluvial, esses podem ser usados como condutores naturais, desde que sejam contínuos ou passem um condutor adequado dentro deles.

Araújo (2004), em sua dissertação de mestrado intitulada "Incêndio em Edificações Históricas: Um Estudo sobre o Risco Global de Incêndio Em Cidades Tombadas e suas Formas de Prevenção, Proteção e Combate – A metodologia aplicada à cidade de Ouro Preto" abordou o Método de *Gretener* e o aplicou efetivamente para a determinação do risco global de incêndio em edificações no bairro Antônio Dias e contribuiu para a edição da Instrução Técnica–35 "Segurança contra Incêndio em Edificações Históricas" do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais.

Scabbia (2004), na dissertação de mestrado "Aplicação de Análise Preliminar de Perigos (APP) no Gerenciamento de Riscos de Incêndios originados em instalações elétricas de baixa tensão" tem como objetivo principal a customização da ferramenta Gerenciamento de Riscos, de modo a sistematizar e qualificar os níveis de risco, associados aos diferentes fatores originadores de incêndios, oriundos de instalações elétricas de baixa tensão, caracterizadas, nesse estudo, pelas edificações residenciais.

A Norma Regulamentadora nº 10 de 2004 (NR-10) é integrante das normas regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que foram criadas para garantir a segurança do trabalhador, com base nas prescrições das leis trabalhistas, tendo como pilares o gerenciamento de segurança das instalações elétricas, trabalhadores e equipamentos utilizados nas instalações elétricas.

A norma ABNT NBR 5410 (2004) é uma norma de referência nacional, em que constam as prescrições das instalações elétricas de baixa tensão (tensão nominal inferior a 1.000 volts em corrente alternada ou 1.500 volts em corrente contínua). Trata-se de um documento de aplicação obrigatória, uma vez que é mencionada em leis e regulamentos oficiais. O objetivo da ABNT NBR 5410 (2004) é estabelecer as condições que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

A ABNT NBR 5410 (2004) orienta seus objetivos baseada nos princípios de que devem ser garantidas pela instalação elétrica, as proteções das pessoas, animais e bens contra choques elétricos, contra aquecimentos (riscos de incêndios e queimaduras), contra sobrecorrentes (sobrecargas e curtos-circuitos) e contra sobretensões.

A Resolução nº 456 de 2000, da Agência Nacional de Energia Elétrica, é um regulamento que prescreve regras de fornecimento de energia elétrica no Brasil. Essa resolução é mais um documento que recepciona as normas técnicas oficiais referentes à eletricidade como sendo obrigatórias.

- **Método de *Gretener***

A segurança da vida e do patrimônio pode ser verificada por intermédio de métodos de avaliação de risco de ocorrência e propagação de incêndio. O mais difundido método de avaliação de risco é o método de *Gretener*, que leva o nome do engenheiro suíço Max Gretener que o idealizou.

Em 1960, o engenheiro Max Gretener, diretor da Associação de Proteção Contra Incêndio da Suíça, começou a estudar a possibilidade de calcular o risco de incêndio em indústrias e grandes edifícios. Seu método, publicado em 1965, visava atender às necessidades das companhias de seguro. Em 1968, o Corpo de Bombeiros suíço propôs adotar esse mesmo método, também, para avaliar os meios de proteção contra incêndio das edificações. Em 1984, a *Societé Suisse des Ingénieurs et dês Architectes (*SIA) publicou o documento SIA-81 "Método de avaliação de risco de incêndio" , tendo por base os trabalhos de Gretener revisado por um grupo de especialistas das companhias de seguro privadas e estatais e da SIA. Esse grupo adaptou o método ao atual conhecimento e experiência suíça e internacional.

Em dezembro de 1996, o SIA-81 foi revisado e atualizado. A Comissão de Estudos da ABNT CE-24:201-03 optou por esse método para ser base da norma sobre o potencial de risco de incêndio nas edificações. A análise global de risco é um método que se aplica ao projeto de segurança contra incêndios de edificações. O método permite estimar o risco global de incêndio em uma edificação isolada ou em um conjunto de edificações. Permite também, por meio de simulações em que se consideram diversos cenários de incêndio, determinar o conjunto de medidas ativas e passivas capazes de reduzir o risco de incêndio a um máximo aceitável.

CAPÍTULO 2 - INCÊNDIO EM SÍTIOS HISTÓRICOS

Patrimônio Histórico pode ser definido como um bem material, natural ou imóvel que possui significado e importância artística, cultural, religiosa, documental ou estética para a sociedade. Esses patrimônios foram construídos ou produzidos pelas sociedades passadas, por isso representam uma importante fonte de pesquisa e preservação cultural. Há uma preocupação mundial em preservar os patrimônios históricos da humanidade, através de leis de proteção e restaurações que possibilitam a manutenção das características originais.

Mundialmente, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Cultura, Ciência e Educação) é o órgão responsável pela definição de regras e proteção do patrimônio histórico e cultural da humanidade.

No Brasil, existe o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Esse órgão atua, no Brasil, na gestão, proteção e preservação do patrimônio histórico e artístico no Brasil.

Quando um imóvel é tombado por algum órgão do patrimônio histórico, ele não pode ser demolido, nem mesmo reformado. Pode apenas passar por processo de restauração, seguindo normas específicas, para preservar as características originais da época em que foi construído.

A segurança contra incêndios pode ser conceitualmente definida como uma série de medidas e recursos internos e externos à edificação, bem como as possíveis áreas de risco adjacentes, as quais viabilizam o controle de um incêndio. Tendo como pilares a prevenção do incêndio, não permitindo que os fatores de ativação atuem na edificação e a proteção da edificação e das pessoas indicadas em modelos prescritivos existentes em normas.

Além disso, é necessário ressaltar a relevância da preservação de objetos, edifícios ou sítios históricos/arqueológicos. A perda de bens históricos e culturais também implica

impactos emocionais e econômicos para a sociedade atingida. Com isso, a prevenção aos riscos, levando em consideração os aspectos ambientais, os impactos e os riscos às estruturas físicas de edifícios ou centros históricos, pode ser considerada uma abordagem atual de conservação.

De um modo geral, as regulamentações vigentes referentes à segurança contra incêndios acabam por se aplicar às edificações novas, podendo vir a ser inadequadas à garantia da proteção de edificações que abrigam o patrimônio histórico, artístico ou cultural, devido à especificidade de suas características. As normas prescrevem a aplicação de sistemas de combate a incêndios, tais como proteção por extintores ou hidrantes, que acabam por não minimizar os riscos de um princípio de incêndio. Esses sistemas, exceto os móveis, exigem requisitos mínimos para a sua implantação em uma edificação, como a disponibilidade de espaço físico e estabilidade estrutural, os quais, no caso de edificações já existentes ou de limitada intervenção, acabam por ter o seu atendimento dificultado ou até mesmo impossibilitado.

A incidência de incêndios em edifícios históricos pode ser explicada, em parte, por aspectos específicos que potencializam o risco de incêndio e que podem vir a dificultar ou até mesmo impedir a extinção das chamas antes do colapso estrutural da edificação, como exemplo, características construtivas, manutenção inadequada, implantação, idade e ocupação.

Nas características construtivas podem ser citadas o aumento da carga de incêndio e problemas estruturais como a grande utilização de madeiras, que não é encontrado nas construções utilizando pedras.

A implantação de medidas preventivas é dificultada pela utilização de todo o terreno e não tem recuo, dificultando a compartimentação. As edificações tombadas não podem receber alterações mesmo para aumentar a sua segurança.

A idade da edificação acaba por potencializar o risco de incêndio e sua propagação quando não são realizados os serviços de manutenção do edifício propriamente dito e de

suas instalações. Os responsáveis pela edificação não promovem a manutenção adequada da edificação.

Grande parte dos edifícios históricos, por serem situados nas áreas centrais das cidades e acompanhados pelo turismo crescente, acabam por adquirir um caráter comercial e não são adequados a nova utilização .

Podem ser citados vários incêndios no Patrimônio Histórico mineiro: o incêndio provocado no Morro da Queimada, em 1722, em Ouro Preto; a Igreja Queimada em Antônio Pereira, distrito que, no século XIX, teve o seu rico acervo em prata saqueado e a igreja incendiada; o Fórum de Ouro Preto, na década de 1950; a Igreja do Carmo de Mariana, em 1999; Hotel Pilão em Ouro Preto em 2003; Igreja Matriz de Nossa Senhora das Dores, em Dores de Guanhães em 2009 e incêndio em Congonhas em 2010.

O boletim "Isto é Inconfidência" edição nº 11, do Museu da Inconfidência, relata o incêndio no Fórum de Ouro Preto, conforme Figura 2.1, onde hoje funciona o Centro Acadêmico da Escola de Minas (CAEM). Na outra esquina, do mesmo quarteirão, onde em 2003 incendiou-se o Hotel Pilão, na Praça Tiradentes no centro de Ouro Preto.

Figura 2.1- Incêndio do Fórum de Ouro Preto - MG em 1950.
Fonte: http://www.ouropreto-ourtoworld.jor.br/pilao.htm.

Em junho de 1967, aconteceu o incêndio no sobrado onde está instalada a agência da Caixa Econômica Federal, na Rua São José. O térreo do sobrado era ocupado por uma padaria e, nos pavimentos superiores, funcionava o Clube Social Aluminas.

Dez anos depois, 1977, outro grande incêndio comoveu Ouro Preto, também na Rua São José. Desta vez foi uma tradicional loja de tecidos.

Já em 1999, outro incêndio destruiria todo o interior da Igreja do Carmo, em Mariana, MG, perdendo-se seu valiosíssimo conteúdo como forros pintados, altares, imagens e ornatos em pedra, conforme a Figura 2.2. O incêndio da Igreja do Carmo, de Mariana-MG, foi ativado pelas atividades de restauro: uma fagulha de solda ateou fogo no querosene usado na desinsetização da madeira. O combate ao incêndio foi efetivo para evitar a ruína completa da edificação, mas seu conteúdo valioso se perdeu.

Figura 2.2 - Incêndio da Igreja do Carmo de Mariana – MG.
Fonte: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.027/759.

Em Ouro Preto - MG, em 14 de abril de 2003, um incêndio destruiu o Hotel Pilão, um casarão da Praça Tiradentes, esquina com a Rua do Ouvidor, conforme a Figura 2.3. A destruição foi total, exigindo a completa reconstrução do imóvel para fins culturais.

Figura 2.3 – Incêndio do Hotel Pilão – Ouro Preto – MG.
Fonte: http://www.ouropreto-ourtoworld.jor.br/FogoPilao.htm.

A Igreja Matriz de Nossa Senhora das Dores, em Dores de Guanhães-MG, pegou fogo no início de 2009. Na igreja construída em 1860, o teto e paredes vieram abaixo, devido ao incêndio, conforme Figura 2.4. Os fatores de ativação do incêndio, que teve início numa das torres, ainda são desconhecidos.

Figura 2.4 - Igreja Matriz de Nossa Senhora das Dores, em Dores de Guanhães-MG.
Fonte: Andreia Soares/ Divulgação. http://wwo.uai.com.br/UAI/html/sessao_2/2009/02/24/em_ noticia_interna,id_ sessao=2&id_noticia=100342/em_noticia_interna.shtml.

Em 14 de agosto de 2010, um incêndio destruiu várias lojas de artesanato, que ficam em um complexo, com aproximadamente 15 lojas, próximo às capelas de Congonhas, que abrigam várias obras de Aleijadinho, conforme Figura 2.5. O incêndio foi controlado antes de atingir as capelas. Destruiu duas lojas de artesanato, na parte alta da cidade. As lojas ficam a poucos metros de seis capelas que representam os passos da Paixão de Cristo. Dentro delas, estão 66 peças de madeira esculpidas por Aleijadinho. São 66 figuras em cedro, que não resistiriam ao contato com o fogo. Perto está também a Igreja de Bom Jesus do Matozinhos e os profetas em pedra-sabão de Aleijadinho.

Figura 2.5 - Incêndio na Loja de Artesanato – Congonhas-MG.
Fonte: http://www.defender.org.br/congonhasmg-incendio-destroi-predios-historicos-e-ameaca-obras-de-aleijadinho/.

A única boa notícia em todos esses sinistros é a ausência de vítimas humanas, principalmente por ter iniciando no período da noite. Esses incêndios mostram que as medidas de proteção e prevenção não estão sendo suficientes. E não se pode dizer que os responsáveis por essas edificações não tenham conhecimento do risco de incêndio. A omissão faz com que os eventos aconteçam. Os incêndios no patrimônio histórico destroem também a nossa história.

Mas os incêndios em edificações de grande valor cultural e histórico não são destaques apenas no Brasil. Para ilustrar, a Tabela 2.1 noticia incêndios recentes ocorridos nos Estados Unidos, em edificações históricas ou que abrigavam acervo cultural importante.

Tabela 2.1 - Incêndios, fatores de ativação e perdas

Nome do Edifício	Data do Incêndio	Fator de Ativação	Perdas
Museu Aeroespacial de San Diego (EUA)	22/02/1978	Criminosa	US$ 15 milhões (edifício); US$ 1 milhão (biblioteca); 40 aeronaves, muitas raridades e documentos insubstituíveis, memória e retratos do "Hall da Fama"
Museu Estadual de Louisiana (EUA)	11/05/1988	Trabalhos de solda durante restauração do edifício histórico	US$ 5 milhões
Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (Brasil)	08/07/1978	Falha elétrica ou cigarro	US$ 5 milhões (cerca de 1000 obras de arte) - Figura 2.6
Biblioteca Central de Norwich (Inglaterra)	01/08/1994	Falha elétrica	350.000 livros, incluindo, manuscrito do Século XI foram perdidos.
Biblioteca da Academia de Ciências da União Soviética	14/02/1988	Falha elétrica	400.000 volumes raros foram destruídos pelo fogo e mais 3,6 milhões ficaram ensopados pela água do combate.
Biblioteca Central de Los Angeles (EUA)	11/10/1988	Trabalho de solda	US$ 1.000,00
	03/09/1986	Criminosa	US$ 2 milhões em coleções musicais
	24/04/1986	Criminosa	400.000 volumes foram destruídos pelo fogo e 700.000 ficaram ensopados pela água do combate

Fonte: NFPA 909 (1997) e Dorge & Jones (1999).

Figura 2.6 – Incêndio no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro. Fonte: Acervo: Jornal Nacional.

No Brasil e no mundo existem normas para prevenção dos incêndios e de instalações elétricas seguras.

2.1 Normas do Mundo

2.1.1 NFPA

National Fire Protection Association (NFPA) é uma organização internacional de desenvolvimento de normas, fundada em 1896, para proteger pessoas, bens e o meio ambiente contra os efeitos danosos de incêndios, sendo atualmente a principal fonte de informações em todo mundo para o desenvolvimento e disseminação de conhecimento sobre segurança contra incêndio e proteção da vida. Sua sede está localizada na cidade de Quincy, estado de Massachusetts, nos Estados Unidos.

A NFPA tem um processo de preparação de códigos e normas, reconhecidamente abertas a todos os interessados e baseadas em consenso. Com esse processo amplo e

aberto, a NFPA tem elaborado alguns dos documentos mais conhecidos e consultados da área de proteção contra incêndios: Código Elétrico Nacional (NEC) - (NFPA 70), Código de Proteção da Vida (NFPA 101), Código de Prevenção de Incêndios (NFPA 1), Código Nacional de Alarmes contra Incêndio (NFPA 72), norma para a proteção dos recursos culturais, incluindo museus, bibliotecas, locais de culto e propriedades históricas (NFPA 909) e Práticas Recomendadas para proteção contra incêndios em edifícios históricos (NFPA 914). As publicações da NFPA encontram-se disponíveis em vários idiomas e fonte de referência, em todo o mundo. Atualmente, a NFPA conta com mais de 75.000 associados provenientes de 107 países.

2.1.2 FISUEL

*Fédération Internationale pour la sécurité des usagers de l'électricité (*FISUEL) - Federação Internacional para a segurança dos usuários de energia elétrica) é um organismo internacional, fundada em 1º de fevereiro de 2002, com sede em Paris, França, tendo como países membros: Bélgica, Camarões, França, Portugal, Reino Unido, Irlanda, Japão, Marrocos, Senegal, Benin, Gabão, Líbano, Costa do Marfim, Marrocos, Espanha, Coréia, Polônia, Suíça, Singapura, Malásia, Argentina.

Surgiu das necessidades dos países interessados na certificação das instalações elétricas e, com isso, modelos diferentes começaram a ser criados pelo mundo. O Brasil está iniciando os contatos para ingressar na FISUEL.

2.1.3 NEMA

A *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) é uma associação baseada nos EUA, que foi criada em 1º de Setembro de 1926, pela fusão da *Associated Manufacturers of Electrical Supplies* e do *Electric Power Club*. Tem a sua sede em Rosslyn, Virginia. Essa associação define muitos padrões usados em produtos elétricos, nos seus mais de 400 membros.

2.1.4 IEC

A *International Electrotechnical Commission* (IEC) é uma organização internacional de padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas. Alguns dos seus padrões são desenvolvidos juntamente com a ISO. A sede da IEC, fundada em 1906, é localizada em Genebra, Suíça. É a organização líder mundial para a elaboração e publicação das Normas Internacionais para todas as tecnologias elétricas, contando com a participação de mais de 10.000 especialistas da indústria, comércio, universidades, governos e laboratórios de teste.

Citam-se algumas normas elaboradas por esse órgão, em vigor no Brasil:

- NBR-IEC-60439-1 - Conjunto de manobra e comando de baixa tensão em conformidade com um tipo ou sistema estabelecido, sem desvios que influenciem significativamente o desempenho em relação àquele conjunto típico verificado que está em conformidade com os ensaios prescritos nas normas;
- NBR-IEC-60947-1 - Dispositivos de manobra e comando destinados a serem conectados a circuitos onde a tensão nominal não exceda a 1.000 VCC ou 1.500 VCA;
- NBR-IEC-60947-2 - Disjuntores cujos contatos principais são previstos para serem conectados a circuitos com tensão nominal inferior a 1.000 VCA ou 1.500 VCC, contêm também requisitos adicionais para disjuntores com fusíveis incorporados. Aplicam-se a disjuntores, quaisquer que sejam suas correntes nominais, métodos de construção ou aplicações previstas;
- NBR-IEC-60947-7-2 - Especifica os requisitos para os conectores elétricos de condutores de proteção com função PE (Condutor de Proteção (“fio terra”)) e conectores elétricos de proteção com função PEN (Condutor de Proteção e Neutro) igual ou superior a 10 mm, com dispositivos de aperto com ou sem parafuso, destinados principalmente a usos industriais;
- NBR-IEC-60269-1 - Condições exigíveis para dispositivo-fusíveis limitadores de corrente, com capacidade de interrupção não inferior a 6 kA, destinados a

proteção de circuitos de potência em Corrente Alternada, cuja tensão nominal não exceda a 1.000 V, ou de circuitos de Corrente Contínua, cuja tensão nominal não ultrapasse a 1.500 V;

2.1.5 ISO

International Organization for Standardization (ISO) é uma entidade que, atualmente, congrega as entidades de padronização/normalização de 170 países. Fundada em 23 de fevereiro de 1947, em Genebra na Suíça, a ISO aprova normas internacionais em todos os campos técnicos. Algumas normas importantes da ISO:

- ISO 31- Tamanhos e unidades;
- ISO 1000 - Unidades SI e recomendações para o uso de seus múltiplos e de algumas outras unidades;
- ISO 216 - Formatos e dimensões de papel - série A e B;
- ISO 269 – Formatos e dimensões de envelopes;
- ISO 9000 - Sistema de gestão da qualidade em ambientes de produção;
- ISO 10006 - Gestão da qualidade (aplicada em gestão de projetos);
- ISO 14000 - ISO 14064 - Normas de gestão do ambiente em ambientes de produção;
- ISO/IEC 17024 - Avaliação de conformidade para estabelecer requisitos gerais para organismos que realizam certificação de pessoas;
- ISO 26000 - Diretrizes sobre responsabilidade social
- ISO 50001 - Sistemas de gestão da energia — Requisitos com orientações para uso.

2.2 Normas no Brasil

2.2.1 Normas Nacionais

Nas normas nacionais podem ser divididas em dois conjuntos: as normas publicadas pelo Governo Federal e as Normas da ABNT.

2.2.1.1 Normas do Governo Federal

O Governo Federal, nos últimos anos, vem publicando normas e leis atualizadas, por meio do Congresso Nacional, Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), ANEEL e o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

Dentre as Normas Regulamentadoras (NR), que são de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), podemos indicam-se duas: a NR 23 – Proteção contra Incêndios e a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

A Lei nº 11.337 de 2006 determina a obrigatoriedade das edificações possuírem sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização de condutor-terra de proteção, bem como torna obrigatória a existência de condutor-terra de proteção nos aparelhos elétricos que especifica.

2.2.1.1.1 Ministério do Trabalho e Emprego

As Normas Regulamentadoras são integrantes do conjunto das normas do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que foram criadas para garantir a segurança do trabalhador, com base nas prescrições amparadas pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). O ponto mais importante dessas normas corresponde ao treinamento de pessoas para a prevenção e combate a princípios de incêndios.

A NR10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**,** na revisão em 2004, define o gerenciamento de risco da eletricidade tendo como pilares as instalações e as pessoas envolvidas no trabalho em eletricidade. O Prontuário das Instalações Elétricas define medidas preventivas de acidentes de pessoas e instalações, como incêndio.

A NR 23 – Proteção Contra Incêndios dispõe que todas as empresas deverão possuir medidas de prevenção, proteção e combate contra incêndio, como pessoas treinadas no uso correto dos equipamentos, com treinamento de brigada de emergência em centros de treinamentos.

2.2.1.1.2 Ministério de Minas e Energia

O Ministério de Minas e Energia criou a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME, por meio da Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, atendendo reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as partes e em beneficio da sociedade; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre esses e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços. A missão da ANEEL é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

A ANEEL, por meio da Resolução n.º 456, de 29 de novembro de 2000, estabelece, de forma atualizada e consolidada, as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, tendo como obrigação o cumprimento das normas da ABNT para o fornecimento de energia para o consumidor.

2.2.1.2 SINMETRO

O SINMETRO é um sistema brasileiro, constituído por entidades públicas e privadas, que exercem atividades relacionadas com metrologia, normalização, qualidade industrial e certificação da conformidade.

O SINMETRO foi instituído pela Lei nº 5966 de 11 de dezembro de 1973, com uma infra-estrutura de serviços tecnológicos capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção, todos acreditados pelo INMETRO.

Dentre as organizações que compõem o SINMETRO, as seguintes podem ser relacionadas como principais:

- CONMETRO e seus Comitês Técnicos;
- INMETRO;
- Organismos de Certificação Acreditados (Sistemas da Qualidade, Sistemas de Gestão Ambiental, Produtos e Pessoal);
- Organismos de Inspeção Acreditados;
- Organismos de Treinamento Acreditados;
- Organismo Provedor de Ensaio de Proficiência Credenciado;
- Laboratórios Acreditados – Calibrações e Ensaios;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;
- Institutos Estaduais de Pesos e Medidas – IPEM;
- Redes Metrológicas Estaduais.

2.2.1.2.1 INMETRO

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) publicou a Resolução CONMETRO nº 11/2006, que torna de observância compulsória a ABNT NBR 14136 (2002), que trata dos modelos de plugues e tomadas.

Em 1984, o INMETRO, de forma pioneira, iniciou a discussão com a sociedade sobre a questão da eficiência energética, com a finalidade de racionalizar o uso dos diversos tipos de energia no País, informando os consumidores sobre a eficiência energética de cada produto, estimulando-os a fazer um uso consciente. Em 2001, foi publicada a Lei nº 10.295, determinando que o poder executivo estabeleça os níveis máximos de consumo ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia comercializados no país

A certificação compulsória (selo de conformidade) de produtos e materiais de instalação elétrica (disjuntores, plugues, tomadas, fios, cabos, interruptores e outros) começa a ser

exigida dos fabricantes, mas têm produtos adulterados e falsificados no mercado, devendo haver uma fiscalização mais eficiente. Deve-se existir a punição dos comerciantes que comercializar produtos inadequados colocando em risco os consumidores e toda a sociedade. As campanhas de conscientização dos consumidores são importantes para aumentar a segurança nas edificações residenciais e comerciais no patrimônio histórico.

No Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, agência executiva do Governo Federal, é o gestor do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – SBAC, obedecendo às políticas públicas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO que, por sua vez, é tecnicamente assessorado pelo Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade (CBAC).

Com a Norma Brasileira, ABNT NBR ISO/IEC 17000 (2005), estabeleceu-se a sistemática a ser utilizada nos Programas de Avaliação da Conformidade da ABNT, visando ao atendimento aos requisitos no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade e/ou requisitos específicos da ABNT.

O INMETRO faz o credenciamento de especialistas na área de acreditação de organismos de Inspeção – Instalações Elétricas, onde o profissional será avaliado em conhecimentos de instalações elétricas, tendo o credenciamento uma validade de um ano renovável e exige uma experiência mínima na área de instalações elétricas, conforme a formação técnica do profissional sendo para engenheiro de um ano, tecnólogo de dois anos e técnico de três anos.

A Norma NIT- DIOIS-011 (2011) estabelece os critérios específicos que um Organismo de Inspeção de Instalações Elétricas deve atender para fins de obtenção e manutenção da acreditação na Coordenação-Geral de Acreditação (CGCRE), complementando a NIT-DIOIS-001 (2011) que trata do Critério Geral para a Acreditação de Organismo de Inspeção: a instalação elétrica, a ser aprovada, não pode possuir não conformidades nas unidades consumidoras inspecionadas visualmente e ensaiadas.

2.2.1.2.2 ABNT

Fundada em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.

É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 1992. A ABNT é uma organização não governamental, mantida com recursos da contribuição dos seus associados e do Governo Federal. É membro fundador da *International Organization for Standardization* (ISO), da Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) e da Associação Mercosul de Normalização (AMN).

A ABNT é a única e exclusiva representante no Brasil das seguintes entidades internacionais: *International Organization for Standardization*, *International Electrotechnical Comission* (IEC); e das entidades de normalização regional, Comissão Panamericana de Normas Técnicas e a Associação Mercosul de Normalização.

A área de normalização no SINMETRO está sob a responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tem autoridade para acreditar Organismos de Normalização Setoriais (ONS) para o desempenho dessas tarefas.

As atividades relacionadas à acreditação e avaliação de conformidade no SINMETRO são baseadas nas normas e guias ABNT/ISO/IEC. Na ABNT temos os assuntos das normas divididos em comitês, que podemos citar CB-24 - Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio e o CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade.

O CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade tem a função de normalização no campo da eletricidade, compreendendo geração/transmissão e distribuição de energia; equipamentos industriais em atmosferas explosivas; eletrônica; dispositivos e acessórios elétricos; instrumentação; bens de consumo; condutores elétricos; instalações elétricas; iluminação; compatibilidade eletromagnética e telecomunicações no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades.

O CB-24 - Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio é responsável pela normalização no campo de segurança contra incêndio, compreendendo fabricação de produtos e equipamentos, bem como projetos e instalação de prevenção e combate a incêndio e serviços correlatos; análise e avaliação de desempenho ao fogo de materiais, produtos e sistemas dentro dos ambientes a eles pertinentes; medição e descrição da resposta dos materiais, produtos e sistemas, quando submetidos a fontes de calor e chama, sob condições controladas de laboratório, no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades.

Excluindo-se a normalização de equipamentos de proteção individual que é de responsabilidade do ABNT/CB-32, podem ser citadas algumas normas:

- NBR 5410:04 - Instalações elétricas de baixa tensão – procedimento;
- NBR 5419:05 - Proteção de estrutura contra descargas atmosféricas;
- NBR 13534:95 - Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde - requisitos para segurança;
- NBR 13570:96 - Instalações elétricas em locais de afluência de público – procedimento;
- NBR 14639:01 - Posto de serviço - Instalações elétricas.

2.2.2 Normas Estaduais

As unidades federativas do Brasil criaram as suas normas para prevenção de incêndio e pânico, cada qual com suas particularidades que foram chamadas de Instruções Técnicas–IT, nos principais Estados.

No estado de Minas Gerais existe a Instrução Técnica nº35 (IT-35) Segurança contra Incêndio em Edificações Históricas que se deve aos inúmeros patrimônios históricos existentes em Minas Gerais.

No Estado de São Paulo, está em vigor a Instrução Técnica nº 41 que institui a inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão.

No estado de Pernambuco foi publicado o Decreto Estadual nº 33.747, de 06 de Agosto de 2009 que regulamenta a Lei nº 13.032 de 14 de junho de 2006, e alterações, que dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas em edifícios de apartamentos e salas comerciais no âmbito do estado de Pernambuco, especificamente no que concerne às edificações em alvenaria resistente.

2.2.3 Legislação Municipal

Outras iniciativas, com Leis Municipais, foram praticadas em alguns estados, podendo ser citadas as cidades de Belo Horizonte - MG, Fortaleza –CE, Curitiba-PR, Ribeirão Preto e São Caetano do Sul (SP), as quais exigem a inspeção das instalações elétricas.
Na cidade de São Paulo, existe um Projeto de Lei Nº 623/2008 que propõe, no âmbito do município de São Paulo, o programa edifício seguro, que dispõe sobre inspeção obrigatória, preventiva e periódica das instalações elétricas das edificações, com mais de 10 (dez) anos de uso, de natureza pública ou privada, industriais, comerciais, residenciais e de serviços, e dá outras providências.

A cidade de Curitiba aprovou seu novo Código de Posturas, em 2004, estabelecendo a figura do Certificado de Inspeção Predial, com um conteúdo significativo na abordagem das instalações elétricas, porém não foi aprovada sua regulamentação.

As edificações situadas no âmbito do Município de Ribeirão Preto, destinadas ao uso residencial ou não, deverão obter Certificado de Inspeção Predial, obedecendo à periodicidade estabelecida pela Lei Complementar nº 1.669 de 2004.

No laudo técnico, o profissional deverá observar e registrar os aspectos de segurança estrutural, instalações hidráulicas, elétricas, revestimentos internos e externos, umidades, vazamentos, manutenção de forma geral, obedecendo, enfim, as normas técnicas da ABNT e do IBAPE pertinentes, devidamente acompanhado da ART - Anotação de Responsabilidade Técnica, devendo constar fotografias ilustrativas das irregularidades encontradas e,ou, peças gráficas representativas, cabendo ao profissional

responsável pela elaboração do laudo técnico, concluir sua avaliação de forma objetiva, classificando a situação do imóvel, como: satisfatório; regular ou crítico.

O Decreto nº 9.005, de 26 de Novembro de 1996, que regulamenta a Lei nº 4.695, de 22 de abril de 1987, que institui a obrigatoriedade de laudo técnico sobre as condições de segurança das edificações comerciais de Belo Horizonte – MG, acima de 10 (dez) pavimentos, as lojas de departamentos, os magazines, supermercados com área superior a 1.000 m² (mil metros quadrados), hotéis, motéis, grandes depósitos públicos, obras de arte correntes e especiais, tais como pontes, viadutos, túneis, galerias subterrâneas e similares, e todos os tipos de edificações cuja classe de ocupação esteja relacionada na tarifa de seguro incêndio do Brasil, com mais de 10 (dez) anos de construção, e os estabelecimentos de diversão.

2.3 Organismos Não Governamentais

2.3.1 Programa Casa Segura

O Programa Casa Segura é uma iniciativa de entidades comprometidas com a valorização da vida, a defesa do seu patrimônio e a segurança de sua família. Trata-se de um projeto de conscientização e orientação sobre os riscos de acidentes ativados por instalações elétricas inadequadas e o impacto dessas instalações no consumo excessivo de energia, na desvalorização das edificações e na segurança dos imóveis.

Criado no Brasil em 2005, o Programa Casa Segura foi tão bem-sucedido que já se espalhou por outros países como Argentina, Chile, México e Peru.

2.3.2 CERTIEL

A Associação Brasileira de Certificação de Instalações Elétricas - CERTIEL Brasil é uma associação civil de fins não econômicos, constituída em 03 de dezembro de 2008, cujos associados são entidades representativas dos setores ligados e interessados ao tema segurança das pessoas e das edificações. A CERTIEL Brasil contribui para a

segurança dos usuários das instalações elétricas e para a preservação de seu patrimônio, garantindo que as normas técnicas de instalações aplicáveis sejam respeitadas

3 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E RISCO DE INCÊNDIO

As instalações elétricas e os equipamentos elétricos são fatores de ativação de incêndios, principalmente em virtude de sobrecorrentes (sobrecargas e curtos-circuitos), descargas atmosféricas, sobretensões, ocasionadas por deficiência de projeto, execução, utilização ou manutenção.

Os problemas das instalações elétricas podem ser evidenciados por aumento do consumo de energia elétrica, sem que haja aumento na carga instalada; aumento da incidência de queima de equipamentos; ocorrência de choques elétricos na edificação; dispositivos de proteção desarmando sem causa aparente; sistema de iluminação apresentando variações na luminância (piscando); alteração das cores dos condutores como fios desbotados ou pretos; uso de adaptadores nos pontos de energia e a presença de inconformidades das instalações elétricas.

Com o princípio da prevenção de incêndios, é obrigatório levantar as fontes de calor existentes na edificação, sendo uma das principais a eletricidade. Nas estatísticas de fatores de ativação de incêndio, a eletricidade está entre os principais fatores sendo que a ativação ocorre devido ao Efeito *Joule*. As medidas preventivas, para se evitar a ativação do incêndio são: o projeto, execução, utilização e manutenção das instalações elétricas seguindo as normas. Um grande incêndio começa pequeno e pode ser evitado com pequenas atitudes de prevenção.

Um condutor ao ser percorrido pela corrente elétrica transforma energia elétrica em energia térmica gerando calor, sendo conhecido como Efeito *Joule*. O calor produzido pelo Efeito *Joule* tem aspectos positivos e negativos. Todos os componentes das instalações elétricas aquecem quando em funcionamento normal. Esse efeito trouxe muitos benefícios como aquecimento de água para banho pelo chuveiro elétrico; lâmpadas; solda a arco elétrico e os dispositivos de proteção conhecidos como fusíveis. Os fusíveis têm a função de interromper o filamento quando percorrido por uma corrente elétrica maior que a suportada. Um problema causado pelo Efeito *Joule* nos

circuitos elétricos é o sobreaquecimento dos mesmos que tem que suportar a corrente projetada para não se tornar um fator de ativação de incêndio, sendo colocados dispositivos de proteção no circuito como uma proteção supletiva para curto-circuito e sobrecorrente. As sobrecorrentes têm origem em duas situações: curto-circuito e sobrecarga. Em ambos os casos de sobrecorrentes, as temperaturas que os componentes da instalação elétrica podem atingir são potencialmente muito elevadas (centenas de graus), podendo facilmente provocar a combustão de materiais próximos, ativando incêndios. Os sucessivos aumentos de temperatura que podem ser por curto ou longo período, milésimos de segundo até horas ou dias, influenciam na qualidade e vida útil das instalações elétricas.

O aumento de temperatura dos equipamentos pode ser resultado de falhas internas como no sistema de ventilação.

O curto-circuito, também conhecido como falta , é definido como a ligação intencional ou acidental entre dois ou mais pontos de um circuito elétrico por meio de uma baixa impedância e que compromete o funcionamento de um sistema ou equipamento elétrico. Um curto-circuito pode ocasionar um arco elétrico que libera grande quantidade de calor num curto intervalo de tempo, capaz de provocar a fusão de metais componentes dos equipamentos, que podem ser lançados contra pessoas e objetos que estejam nas proximidades causando queimaduras severas e combustão.

O arco elétrico é um fenômeno que acontece em curto-circuito ou nas perdas de isolamento, gerando uma grande energia sob a forma térmica. Pode ocorrer em interruptores de lâmpadas, máquinas de solda, arcos em painéis, etc..

No momento do arco, além da liberação de calor, são ejetadas micropartículas de metais ionizadas com deslocamento de ar e surgimento de altas pressões. A temperatura pode chegar a 8300º C, sendo que os gases e partículas projetadas podem atingir até 1000 º C, a um metro de distância. O arco elétrico atinge o seu ápice em 15 ms. A intensidade do arco elétrico irá depender de fatores como:

- Nível de tensão;
- Tempo de atuação da proteção;
- Corrente de curto circuito;
- Distância do local do arco;
- Potência do transformador;
- Resistor de aterramento no neutro.

Os arcos elétricos ocorrem com maior frequência em circuitos de baixa tensão (menor que 1000 V) do que em alta tensão. De 80 a 85 % dos arcos elétricos se iniciam em fase-massa e, quando não são controlados, evoluem para fase-fase. Apenas 15 a 20% se iniciam entre fases. Esse fenômeno pode ocorrer em consequência de:

- Mau contato;
- Depreciação do isolamento;
- Defeitos de fabricação;
- Contatos acidentais;
- Instalações mal dimensionadas.

As providências a serem tomadas para minimizar os efeitos do arco elétrico são:

- Limitar seu valor com a colocação de resistores nos neutros dos transformadores;
- Impedir sua propagação, isolando os barramentos do circuito;
- Instalar relés de operação mais rápida;
- Corrigir modificações não previstas no projeto inicial;
- Adquirir painéis à prova de explosão;
- Utilizar vestimentas especiais nas manobras de maior risco;
- Utilizar ferramentas dotadas de isolamento.

As sobrecargas são caracterizadas por correntes elétricas acima da corrente nominal do componente da instalação elétrica especificada por períodos relativamente longos, ao contrário das sobrecorrentes de curto-circuito em que a corrente atinge dezenas de vezes

superiores e o período é curto, sendo em frações de segundo e sem que ocorra a falta, ou seja, corrente elétrica entre condutores ou entre condutor e o aterramento. Das causas mais comuns, a sobrecarga decorre de dimensionamento incorreto dos componentes da instalação elétrica gerando sobreaquecimento. O dimensionamento ocorre por falha de projeto, execução e utilização, justificando a inspeção constante nas instalações elétricas.

3.1 Profissionais

A NR 10, no item 10.8, define os profissionais em qualificados, habilitados, autorizados e capacitados. O profissional qualificado conclui um curso na área elétrica reconhecido pelo sistema oficial de ensino e quando o profissional qualificado faz o registro no sistema CONFEA-CREA é denominado habilitado. E, para os profissionais que não frequentaram cursos, podem se tornar capacitados quando atender às condições e receber capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado e trabalhar sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado. Porém, a capacitação só terá validade para a empresa que o capacita e nas condições estabelecidas pelo profissional habilitado e autorizado responsável pela capacitação. Os profissionais autorizados são os trabalhadores que recebem anuência da empresa para executar as suas atividades. Todo profissional habilitado receberá atribuições técnicas do Sistema CONFEA – CREA e deverá emitir Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) tendo responsabilidade criminal, civil e técnica pelos serviços executados. É importante salientar que todos os profissionais autorizados deverão possuir o curso básico de NR10 para trabalhos em baixa tensão.

3.2 Projetos das Instalações Elétricas

Os projetos deverão ser executados por profissional habilitado e com a emissão da ART. O projeto deverá conter plantas; esquemas unifilares; detalhamento de montagem; memorial descritivo da especificação; especificação completa dos componentes (descrição, características nominais e normas a serem atendidas) e parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda, temperatura ambiente

etc.). Os projetos são elaborados adequados com as normas da ABNT, das concessionárias de energia e ANEEL.

No planejamento das instalações, deverá ser considerada a potência de alimentação, a fim de calcular a potência do circuito capaz de funcionar, simultaneamente, acrescido de uma potência reserva, sem que haja sobrecarga para a instalação, não podendo desconsiderar a corrente de projeto prevista para ser transportada por um circuito durante seu funcionamento normal.

No projeto deverá conter a divisão de circuitos; esquema de condutores vivos; esquema de aterramento; as faixas de tensão em CA e CC; classificação das influências externas; seleção e instalação (componentes) em função das influências externas; seleção e instalação (linhas elétricas) em função das influências externas e as proteções necessárias.

O projeto deverá conter proteção contra choques elétricos; proteção contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas; proteção contra efeitos térmicos; proteção contra sobrecorrentes; proteção para circulação de correntes de falta; serviços de segurança; desligamento de emergência; independência da instalação elétrica; acessibilidade dos componentes; seleção dos componentes; prevenção de efeitos danosos ou indesejados e instalação dos componentes.

Depois da instalação ou manutenção, a documentação do projeto deverá ser revisada e atualizada de forma a representar a realidade do projeto executado, chamado de “como construído”.

Os profissionais deverão respeitar o rigor do projeto e não trocar especificação de componentes ou diminuir a segurança da edificação com o objetivo de economizar. As instalações elétricas devem ser inspecionadas e ensaiadas antes de sua entrada em funcionamento, bem como depois de cada reforma, com vista a assegurar que elas foram executadas de acordo com as normas.

3.3 Aterramento Elétrico

O aterramento elétrico, obrigatório pela NBR-5410, NBR-5419 e NR-10, é a ligação elétrica para o solo sem a circulação de corrente elétrica, sendo constituído pelas conexões elétricas do componente da instalação, eletrodo de aterramento e a terra no entorno do eletrodo. O aterramento elétrico tem como objetivos: proporcionar baixa resistência de aterramento, permitir o fluxo de correntes de falta à terra; controlar os potenciais gerados pela corrente de falta; aumentar a sensibilidade da proteção no caso de falhas à terra; caminho seguro da descarga atmosférica e eliminar a energia estática dos equipamentos. Todas as partes metálicas que possam ser energizadas, mesmo que acidentalmente, devem ser aterradas. A eficiência de um sistema de aterramento depende da composição do solo; geometria e dimensionamento do sistema de aterramento.

Os principais componentes dos sistemas de aterramento e equipotencialização são eletrodo de aterramento; condutor de aterramento; Barramento de Equipotencialização Principal (BEP); condutor de proteção e a massa. A massa é a parte metálica externa e condutora de um dispositivo ou equipamento que normalmente não tem potencial elétrico, mas pode tornar-se energizada por uma falha do sistema, que para proteger as pessoas do choque elétrico deve ser aterrada.

Existem várias formas para fazer o aterramento elétrico, que podem ser de um simples eletrodo até às configurações com cabos e placas. E também podem ser utilizados eletrodos naturais feitos, em geral, com as armaduras de aço das fundações. A resistividade do solo é muito importante no projeto de um sistema de aterramento elétrico e varia com o tipo de solo e com a umidade.

Os condutores envolvidos no sistema de aterramento têm bitolas e cores de identificação definidos pela NBR 5410/2004:

- Neutro é o condutor fornecido pela concessionária, pelo qual há o retorno de corrente elétrica, tendo como cor padrão azul-claro;

- Condutor de proteção (PE) é o condutor de aterramento, tendo como cor padrão verde-amarelo;
- Condutor PEN é o único condutor para as funções de condutor de proteção e de condutor neutro, tendo como padrão a cor azul-claro com anilha verde-amarela.

O condutor terra deve ser de cobre nu, tão curto e retilíneo quanto possível, sem emendas, chaves ou dispositivos que possam causar sua interrupção e devem seguir o caminho mais reto e curto possível, a fim de minimizar sua impedância. A bitola do condutor de terra deve estar de acordo com as prescrições da NBR-5410. A classificação dos sistemas de baixa tensão em relação à alimentação e das massas em relação à terra é feita por conjunto de letras, como descrito a seguir.

- Primeira letra representa a situação da alimentação em relação à terra:

  - T representa a alimentação que tem um ponto diretamente aterrado;
  - I representa a isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância elevada.

- A segunda letra especifica a situação das massas (carcaças) das cargas ou equipamentos em relação à terra:

  - T representa massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação;
  - N representa massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado; em corrente alternada o ponto é aterrado no neutro;
  - I representa massa isolada, ou seja, não é aterrada.

- Demais letras:

  - S representa separado, o aterramento da massa com um fio (PE) separado do neutro;
  - C representa comum, com funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor. Utiliza o fio neutro (PEN).

Existem as seguintes classificações: TN-S; TN-C; TN-C-S; TT e IT, cada qual com suas aplicabilidades e restrições.

No sistema de aterramento elétrico deve ter a equipotencialização que consiste na interligação das partes metálicas e condutores de aterramento com o aterramento, visando proteção contra choques elétricos e na proteção contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas. O barramento de equipotencialização principal (BEP) é o barramento destinado à interligação de todos os elementos da equipotencialização principal.

Uma forma de analisar o sistema de aterramento elétrico é a medição da resistência de terra por meio de métodos definidos na NBR 15749/2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. A NBR 5419/2005 recomenda para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de, aproximadamente, 10 Ω. O resultado da medição é afetado pela época do ano, devido à incidência de chuvas no período. E deve se verificar se existem partes oxidadas nas conexões e cabos do sistema de aterramento elétrico.

O ponto de conexão entre o condutor-terra e o eletrodo de aterramento deve ser feito por meio de conectores apropriados ou com solda exotérmica ou elétrica, sendo proibida solda com estanho e devem ser acessíveis para inspeção.

3.4 SPDA

Descarga atmosférica ou raio é uma descarga elétrica que ocorre na atmosfera que pode atingir o solo, com alta corrente elétrica que varia entre 30KA e 50KA , duração de cerca de 0,3s e temperatura superior a 3000ºC, causando efeitos danosos. Sendo composto do relâmpago (luz gerada pelo arco elétrico do raio) e trovoada (ruído da descarga do raio). O ponto de impacto de uma descarga atmosférica é aleatório.

Os efeitos da descarga atmosférica podem ocorrer em incidência direta e indireta das descargas. A incidência direta ocorre sobre as pessoas, edificações e equipamentos

causando mortes, incêndios e destruição nas estruturas das edificações. A incidência indireta é causada pela indução eletromagnética por uma descarga próxima, produzindo interferência em equipamentos eletroeletrônicos.

O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) protege a edificação do risco de ativação de incêndios por descargas atmosféricas, as pessoas e o patrimônio histórico da edificação. O SPDA é composto de sistema de captação, sistema de descida e sistema de aterramento. O SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas. Um SPDA projetado e instalado, em conformidade com a NBR 5419, não assegura a proteção absoluta de uma edificação, de pessoas e bens; mas reduzem, significantemente, os riscos. Os métodos de proteção regulamentados no Brasil são Eletrogeométrico, *Franklin* e Gaiola de *Faraday*.

O Anexo B, da NBR-5419 (2005), define o método de seleção do nível de proteção, sendo que o item B.1.2, letra "E", define a obrigatoriedade de SPDA em estruturas de valor histórico ou cultural. Portanto, todo o patrimônio histórico, independentemente de área e altura, deve possuir o SPDA. A Tabela 2.2 demonstra a quantidade de raios que atingiu a cidade de Ouro Preto nos últimos anos.

Tabela 2.2 - Ranking de Descargas Atmosféricas de Minas Gerais

Cidade	**Biênio**	**Área (km^2)**	**Ranking**		**Densidade**
			Ranking Estadual	**Ranking Geral**	**Raios/km^2.ano**
Ouro Preto	2009-2010	1248,1	41	170	9,7797
Ouro Preto	2007-2008	1245	103	596	3,4103
Ouro Preto	2005-2006	1245	48	791	4,1977

Fonte: Estatística do ELAT – Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) Acesso em 18 de junho de 2011.

O sistema de captação tem a função de receber a descarga atmosférica, reduzindo ao máximo a probabilidade da estrutura ser atingida diretamente e suportar a capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto. A corrosão pelos agentes atmosféricos também deve ser levada em conta no seu

dimensionamento, de acordo com o nível de poluição e o tipo de poluente da região. Os captores devem ser construídos de cobre, alumínio e aço inoxidável e aço galvanizado a quente, bem como é permitido o uso de captores naturais que utilizam de componentes naturais das edificações, como telhados, rufos, telhas metálicas e armações de aço do concreto armado, podendo reduzir os custos e aumentando a eficiência do sistema captor.

Depois de a descarga atmosférica ter sido recebida pelo sistema de captores, as correntes correspondentes deverão ser conduzidas ao sistema de aterramento por um conjunto de condutores denominados condutores de descida que fazem parte do sistema de descida que visa à redução ao mínimo da probabilidade de descargas laterais e de campos eletromagnéticos perigosos no interior da estrutura; deve ter ainda capacidade térmica suficiente para suportar o Efeito *Joule*; boa suportabilidade à corrosão, intempéries e efeitos mecânicos; e que não haja risco para as pessoas próximas e não haja danos às paredes. Os materiais dos condutores de descidas são de cobre; alumínio e aço galvanizado a quente ou embutido no concreto, e na forma de cabos; cantoneiras e fitas metálicas e barras chatas.

A instalação do sistema de descida deve ser espaçada regularmente em todo o perímetro; sempre que possível, instalar descidas em cada canto da estrutura da edificação; no mínimo são necessários dois condutores de descida em qualquer caso; o trajeto da descida deverá ser o menor possível, retilíneos e verticais, com o caminho mais curto e direto para o aterramento elétrico. Se a parede for de material não combustível, os condutores de descida podem ser instalados na superfície ou embutidos na parede. Os condutores de descida devem ser de modo a prover o caminho mais curto e direto para a terra. Curvas fechadas devem ser evitadas. Os condutores de descida devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5 m de portas, janelas e outras aberturas. Os condutores de descidas não devem ser instalados dentro de calhas ou tubos de águas pluviais, para evitar corrosão. Os cabos de descida devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo 2,5 m do solo. Evitar a proximidade e o paralelismo das descidas do SPDA com os circuitos das instalações elétricas, comunicações, gás.

O sistema de aterramento tem a função de dispersar no solo a corrente recebida dos condutores de descida, reduzindo ao mínimo a probabilidade de tensões de toque e de passo; deve ter capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente e , principalmente, devem resistir a corrosão pelos agentes agressivos encontrados nos diversos tipos de solos.

3.5 *Retrofit*

Retrofit é um termo utilizado, principalmente em engenharia, para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma, mas preservando o patrimônio histórico.

A instalação elétrica, bem como toda a edificação, sofre com o desgaste natural decorrente do tempo de uso, temperatura e condições de uso, independentemente do uso da instalação. O desgaste natural pode ser eliminado com uma manutenção corretiva, preventiva e preditiva correta.

A crescente variedade de aparelhos e equipamentos elétricos concorre para a rápida obsolescência funcional das instalações. Por outro lado, a proteção dos circuitos é muitas vezes precária, mas o efeito é agravado pelo fato de leigos modificarem as características das chaves ou dos fusíveis de proteção impedindo que desempenhem sua função.

As instalações elétricas desgastadas geram desperdício de energia, desvalorização do imóvel e diminuem a segurança da edificação, sendo um grande ato deflagrador de incêndio e de choques elétricos tendo, como consequência, a morte e a destruição do patrimônio histórico.

Como as instalações elétricas antigas não estão projetadas para a carga elétrica que o usuário da edificação necessita nos dias atuais, podem-se citar sistemas de alarme patrimonial, computadores, microondas, cerca elétrica, circuito fechado de TV.

A renovação das instalações elétricas visa adequação das instalações elétricas às necessidades do usuário da edificação, modernização, reduzir o consumo de energia, a fim de que a instalação elétrica esteja em conformidade com as normas técnicas oficiais.

Uma renovação das instalações elétricas pode gerar uma economia de até cerca de 50% na conta de energia elétrica, pois os equipamentos mais modernos são mais econômicos. Para obter uma conformidade das instalações elétricas deve-se instalar os interruptores diferenciais residuais (IDR), dispositivos de proteção contra surto (DPS), aterramentos em todas as tomadas de energia e equipamentos necessários, disjuntores termomagnéticos, dentre outras. Na execução deverá ser feito um levantamento das condições operacionais da edificação, pois uma renovação não deve prever somente na redução do consumo. Devendo focar no aumento da segurança com a adequação às normas, ficando a redução no consumo como uma consequência do aumento da segurança, pois não resolve o problema diminuir o consumo, mas diminuir a segurança que, frequentemente, já é pequena. A renovação deveria ser fruto de uma cultura de segurança e não de atos de fiscais de prefeitura, corpo de bombeiros, seguradoras, ministérios públicos e outros órgãos. Com o reforço na fiscalização, a quantidade de renovação de instalações elétricas aumenta e consequentemente, o risco de incêndio diminui.

Para que as renovações das instalações elétricas sejam amplamente executadas são necessários investimentos constantes na manutenção. A cultura, em que a instalação elétrica é eterna e que somente deverá ter manutenção em caso de defeito, deve ser alterada.

A modernização do sistema de iluminação é importante para a segurança das edificações devido ao elevado consumo de energia sendo substituídos por equipamentos mais eficientes e seguros.

Como os custos da renovação são elevados, deveriam ser reduzidos os impostos e os bancos, principalmente os de desenvolvimento, deveriam financiar tanto os materiais como a mão de obra.

3.6 Manutenção

A manutenção pode ser classificada como manutenção corretiva, preventiva e preditiva, além das técnicas utilizadas é muito importante os profissionais responsáveis pela execução.

Manutenção corretiva é a atividade de manutenção necessária para corrigir uma falha, ou que já foi prevista, durante testes de segurança e usabilidade. Essa atividade consiste na reparação, restauro ou substituição de componentes de manutenção. A manutenção corretiva deve ser distinguida da manutenção preventiva ou condição de manutenção. Quando a manutenção corretiva é realizada, o equipamento deve ser inspecionado para identificar o motivo da falha e permitir a ação a ser tomada para eliminar ou reduzir a frequência de futuras falhas semelhantes. Essas inspeções devem ser incluídas no planejamento de trabalho de manutenção, por equipes especializadas e supervisionadas pela gestão de manutenção. Esse tipo de manutenção tem como objetivo diminuição do tempo ocioso das máquinas, seja por falhas na operação ou por falta de peças, avarias ou substituição de ferramentas. Já a manutenção corretiva industrial é aquela em que o conserto, ou até mesmo a reforma, é feito quando equipamentos ou máquinas já estão parados.

A manutenção preventiva é um dos tipos de manutenção mais importantes dentro de uma planta industrial e que requer esforços de planejamento e treinamento das equipes especializadas, sempre com o intuito de manter os equipamentos na mais extrema disponibilidade, com base em procedimentos de confiabilidade. Seja em ações isoladas ou em grandes paradas, o ideal é que a manutenção preventiva seja uma das maiores prioridades dos gestores nas indústrias e empresas ao realizar o escopo de trabalho, o que ainda é uma realidade um pouco distante do que acontece atualmente em muitas organizações. Embora os conceitos sobre a necessidade de realização da manutenção preventiva, preditiva, corretiva ou manutenção planejada, bem como de manutenção centrada em confiabilidade, já façam parte do cotidiano de muitos engenheiros e supervisores, ainda é grande o número de companhias e de gestores que vêem a manutenção como um custo adicional nos gastos da empresa. Na realidade, revendo o

conceito manutenção preventiva, os procedimentos de manutenção são capazes de diminuir os custos e ainda aumentar a lucratividade da companhia.

Um programa de manutenção preventiva elétrica eficaz, no chão de fábrica, envolve programação de inspeções de rotina e exames em uma base regular, garantindo que os equipamentos e máquinas sejam constantemente verificados, não importa o tamanho do problema que apresentem. Mesmo problemas elétricos menores e, aparentemente, sem importância podem se tornar falhas mais graves se não forem detectados com antecedência, o que acaba gerando reparos emergenciais que exigem suspensão das linhas de produção e troca de peças de reposição caras. Em uma economia global desafiadora, a interrupção da produção devido à falha do equipamento pode ter grandes retrocessos para as empresas. A manutenção preventiva elétrica ajuda as empresas a economizar tempo e dinheiro, mas também mantém o funcionamento do equipamento corretamente, diminuindo o risco de perigo e propiciando um ambiente de trabalho mais seguro. Qualquer tipo de falha nos equipamentos industriais elétricos pode provocar riscos graves, incluindo incêndios e curtos-circuitos. Um equipamento que não está funcionando corretamente ou com problemas que são detectados acarretam resultados indesejáveis para os eletricistas que trabalham com ou por perto dos aparelhos. Portanto, as máquinas devem ser inspecionadas com frequência para identificar potenciais problemas e impedir que se tornem verdadeiros perigos no local de trabalho.

O conceito de manutenção preditiva está inserido na modalidade de manutenção há, aproximadamente, oito décadas; porém, como outras modalidades de manutenção, se efetivou como importante ferramenta de produtividade a partir de 1970, sendo que sua evolução se destaca nas duas décadas mais recentes, como discutido por diversos autores da área de manutenção. Dentro do conceito de manutenção preditiva, não se encontra um programa completo de manutenção; no entanto, essa modalidade adiciona uma valiosa colaboração que é imprescindível em qualquer programa de gestão de manutenção, visto que a proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas, eletroeletrônicas, eletropneumáticas, eletrohidraúlicas e elétricas dos equipamentos e instalações e, ainda, monitorar o rendimento operacional de equipamentos e instalações quanto a seus processos. Como resultado desse

monitoramento, tem-se a maximização dos intervalos entre reparos por quebras (manutenção corretiva) e reparos programados (manutenção preventiva), bem como maximização de rendimento no processo produtivo, visto que equipamentos e instalações estarão disponíveis o maior tempo possível para operação.

3.7 Linhas Elétricas

Linhas elétricas é o conjunto composto de um ou mais condutores, elementos de fixação e suporte, se necessário a proteção mecânica, com a finalidade de conduzir a corrente elétrica.

Os tipos de condutores são condutor isolado, cabo unipolar e cabo multipolar. O condutor isolado é aquele que possui condutor e isolação, para diferenciar o condutor isolado dos cabos nus e dos cobertos ou protegidos, em que a camada de revestimento não tem função isolante elétrica, mas apenas de proteção mecânica e,ou, química. O cabo unipolar possui um único condutor, isolação e uma segunda camada de revestimento, chamado cobertura, para proteção mecânica. O cabo multipolar possui, na mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados denominados veias. Os condutores isolados são disponíveis comercialmente na classe de tensão 750 V e os cabos uni ou multipolares na classe 600 a 1.000 V.

A identificação dos condutores, por meio de cores, tem por finalidade aumentar a segurança e facilitar as manutenções das instalações elétricas, mas a NBR 5410 não obriga ao uso de cores para identificar um condutor, somente recomenda. Como recomendações claras sobre como identificar corretamente os componentes em geral e, em particular, os condutores devem ser seguidas as recomendações a seguir:

- Neutro - azul-claro;
- Condutor de proteção (PE) - verde-amarelo ou verde;
- Condutor PEN – cor azul-clara com anilha verde-amarela;
- Condutor-fase qualquer cor, exceto as mencionadas nos itens anteriores e a cor da isolação não deve ser, exclusivamente, amarela para evitar confusão com a dupla coloração verde-amarela

Os condutores isolados ou cabos unipolares de cor azul-clara são obrigatórios no uso da função de neutro na instalação elétrica. A veia com isolação azul-clara do cabo multipolar pode ser usada para outras funções, que não a de condutor neutro se o circuito não possuir condutor neutro ou se o cabo apresentar um condutor periférico utilizado como neutro. Como identificação, podem ser utilizadas gravações aplicadas na isolação do cabo ou também empregados sistemas externos de identificação, como anilhas, adesivos e marcadores.

A NBR 5410 recomenda que o volume de material combustível dos cabos não exceda, por metro de linha elétrica em bandeja e leito, 3,5 dm^3 para cabos da categoria BF da NBR NM-IEC 60332 ou 7,0 dm^3 para cabos da categoria AF ou AF/R da NBR NM-IEC 60332.

O ensaio de queima vertical (fogueira) é o método que verifica as características do cabo quanto à não propagação e auto-extinção do fogo. No ensaio é realizado numa câmara especial em um feixe de cabos de mesma seção e cerca de 3 m de comprimento sendo alojado em um leito vertical e submetido à chama de um queimador, devendo então a amostra apresentar determinados resultados, especificados na norma, para que seja considerada aprovada.

A recomendação da NBR 5410 é restritiva, principalmente para cabos multipolares. Quando for necessário utilizar uma quantidade de cabos superior à indicada, devem ser tomadas precauções para evitar uma eventual propagação de fogo, utilizando-se, por exemplo, barreiras corta-fogo ao longo da linha em bandeja, leito ou prateleira. Essa consideração é importante nos projetos e nas expansões das instalações, deixando uma reserva técnica, pois o método de ensaio não é perfeito por não representar todas as situações em que os cabos ficam expostos e cabos, pois estes necessitam de aeração para controlar a temperatura.

Os condutores isolados com isolação de PVC devem ser não propagantes de chama (tipo BWF); livres de halogênio (flúor, cloro, bromo, iodo); baixa emissão de fumaça e

gases tóxicos como o monóxido de carbono, gás altamente perigoso devido à ausência completa de qualquer cor ou odor, de modo a ser difícil de detectar. E devem atender a NBR 13248 (2000) que fixa as condições exigíveis para condutores isolados e cabos unipolares, multipolares ou multiplexados para instalações fixas, isolados com composto extrudado polimérico, com ou sem cobertura.

A temperatura no condutor isolado, sem cobertura, em regime permanente, não deve ultrapassar 70ºC para isolação termoplástica ou 90ºC para isolação termofixa e em regime de sobrecarga, não deve ultrapassar 130ºC. A operação nesse regime não deve superar a 100 h durante 12 meses consecutivos, nem a 500 h durante a vida do cabo. A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não deve ultrapassar a 160 ºC e a duração deve ser inferior a 5 s.

Conduto é o elemento de linha elétrica destinado a conter condutores elétricos, e possuem dois tipos abertos (bandeja, escada para cabos (leito), perfilado sem tampa) e fechados (canaleta de parede, eletroduto e eletrocalha). Como regra para instalação, os condutores isolados utilizam os condutos fechados e os cabos unipolar e multipolar utilizam condutos abertos e fechados.

As mangueiras e outros produtos que não sejam especificados como eletrodutos são proibidos de ser utilizados nas instalações elétricas, lembrando que é obrigatório que seja não propagante de chama.

Nas bandejas, leitos e prateleiras, os cabos devem ser dispostos, preferencialmente, em uma única camada. A disposição em várias camadas é permitida desde que o volume de material combustível representado pelos cabos (isolações, capas e coberturas) não ultrapasse os limites para o risco de propagação de incêndio. E nos perfilados, admite-se o uso de condutores isolados em canaletas ou perfilados sem tampa ou com tampa desmontável sem auxílio de ferramenta, ou em canaletas ou perfilados com paredes perfuradas, com ou sem tampa, desde que estes condutos sejam instalados em locais só acessíveis a pessoas advertidas ou qualificadas ou instalados a uma altura mínima de 2,50 m do piso.

Os espaços de construção não são um tipo de linha elétrica, mas são um local onde linhas elétricas dos mais variados tipos podem ser instaladas, sendo considerados os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias, como as paredes de gesso acartonado. Podem ser utilizados condutores isolados e cabos unipolares ou multipolares, desde que os condutores ou cabos possam ser instalados ou retirados sem intervenção nos elementos de construção do prédio.

Nas linhas elétricas enterradas, cabos diretamente enterrados ou contidos em eletrodutos enterrados, devem ser utilizados cabos unipolares ou multipolares. E caso não possua proteção mecânica adicional só são admitidos cabos armados. As linhas elétricas enterradas devem ser sinalizadas, ao longo de toda a sua extensão, por um elemento de advertência não sujeito a deterioração e situado, no mínimo, a 0,10 m acima da linha.

As linhas elétricas embutidas devem ser totalmente imersas em material incombustível quando instaladas em áreas comuns de circulação e de afluência de público. As linhas aparentes, as linhas no interior de paredes ocas ou de outros espaços de construção em condutos abertos ou fechados devem utilizar condutos e cabos não propagante de chama, livre de halogênio, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.

Nas linhas aéreas externas podem ser utilizados condutores nus ou providos de cobertura resistente às intempéries; condutores isolados com isolação resistente às intempéries, ou cabos multiplexados resistentes às intempéries montados sobre postes ou estruturas. Os condutores nus devem ser instalados de forma que seu ponto mais baixo na passagem exclusiva de pessoas esteja no mínimo de 3,5 m de altura, tráfego de veículos leves de 4,5 m e tráfego de veículos pesados 5,5 m.

Nas instalações elétricas para proteção contra incêndios, as linhas elétricas não devem ser dispostas em rota de fuga, a menos que fique garantido, pelo tempo especificado nas normas aplicáveis a elementos construtivos de saídas de emergência, ou por 2 h na inexistência de tais normas; e a as linhas elétricas não propaguem chama e não atinjam temperatura alta o suficiente para inflamar materiais adjacentes. Se aparente, a linha

deve ser posicionada fora da zona de alcance normal ou possuir proteção contra os danos mecânicos que possam ocorrer durante uma fuga. A linha deve ser tão curta quanto possível. Não é permitido, em qualquer circunstância, o emprego de condutores de alumínio para evitar os riscos potenciais de elevações de temperaturas indesejadas em ligações com cabos de alumínio.

Nas extremidades das linhas elétricas, a continuidade da proteção contra influências externas devem-se garantidas especialmente nos pontos em que penetram nos equipamentos, assegurando-se a estanqueidade, quando necessária. Nas travessias de paredes, as linhas elétricas devem possuir proteção mecânica adicional, exceto se sua robustez for o suficiente para garantir a integridade mecânica nos trechos de travessia, garantindo a segurança dos componentes.

As linhas elétricas não devem ser dispostas nas proximidades de canalizações que produzam calor, fumaça ou vapores cujos efeitos podem ser prejudiciais à instalação, a menos que as linhas sejam protegidas contra esses efeitos, como, interpondo-se um anteparo adequado entre a linha elétrica e aquelas canalizações.

Quando uma linha elétrica atravessar elementos da construção, tais como pisos, paredes, coberturas, tetos, etc., as aberturas remanescentes à passagem da linha devem ser obturadas de modo a preservar a característica de resistência ao fogo de que o elemento for dotado. No caso de linhas elétricas dispostas em poços verticais atravessando diversos níveis, cada travessia de piso deve ser obturada de modo a impedir a propagação de incêndio.

Os condutores flexíveis são a melhor alternativa, pois é comum os interruptores serem utilizados em uma mesma caixa de passagem. O condutor rígido dificulta uma instalação segura, haja vista que podem ocorrer falhas de conexão ou danos à isolação dos fios, situação que ocorre também nos quadros. O uso de condutores flexíveis também facilita a passagem nos eletrodutos diminuindo o tempo de instalação e o uso da força pelo eletricista que poderia danificar a isolação do cabo, risco de curto-circuito, danos aos equipamentos instalados e ,consequentemente, um incêndio.

3.8 Disjuntores

Disjuntores são dispositivos de manobra e proteção com capacidade de ligação e interrupção de corrente em condições normais e controlar a exposição no tempo com o seccionamento automático quando surgem no circuito condições anormais de trabalho, como curto-circuito ou sobrecarga. Os disjuntores têm três funções básicas: proteção dos condutores elétricos da sobrecorrente e abertura dos circuitos; permitir a abertura ou fechamento manual dos circuitos com carga e prover o seccionamento do circuito garantindo uma distância de segurança. O disjuntor termomagnético é composto das seguintes partes:

- Caixa moldada feita de material isolante na qual são montados os componentes;
- Alavanca (interruptor) por meio da qual se aciona manualmente o disjuntor;
- Mecanismo de disparo que desliga automaticamente o disjuntor em caso de anormalidade no circuito;
- Câmara de extinção do arco elétrico suportando a energia térmica;
- Relê bimetálico que aciona o mecanismo de disparo quando há sobrecarga de longa duração e
- Relê eletromagnético que aciona o mecanismo de disparo quando há um curto-circuito.

As características básicas de um disjuntor são operação por disparadores; pode atuar de forma multipolar evitando os desequilíbrios de fases; larga margem de correntes nominais; operação repetitiva; permite comando à distância; permite controle e sinalização dos disparos e possibilita o ajuste de tempo em função da corrente. Os disjuntores podem ser unipolar, bipolar e tripolar, mas o simples acoplamento das alavancas de manobra de dois ou mais disjuntores não constituirá um disjuntor multipolar.

Os disjuntores termomagnéticos em caixa moldada possuem dois níveis de proteção em relação às sobrecorrentes: pequenas-moderadas e elevadas. As sobrecorrentes pequenas e moderadas, geralmente causadas por sobrecarga, são controladas pelos disparadores

térmicos. E em caso de corrente de curto-circuito, as sobrecorrentes elevadas são controladas por disparadores magnéticos. O tempo de disparo dos disjuntores termomagnéticos é o tempo entre a detecção da sobrecorrente e a abertura dos contatos, podendo ser classificados em lentos (superior a 60 ms); rápidos (na ordem de 2 a 3 ms) e limitadores (na ordem de 0,6 a 0,9 ms)

As principais características técnicas dos disjuntores termomagnéticos são:

- Corrente nominal (In): valor eficaz da corrente de regime contínuo que o disjuntor deve conduzir indefinidamente, sem elevação de temperatura acima dos valores especificados;
- Corrente convencional de não atuação (Ina): valor especificado de corrente que pode ser suportado pelo disjuntor durante um tempo especificado;
- Temperatura de calibração: temperatura na qual o disparador térmico é calibrado. Normalmente são utilizadas as temperaturas de 20, 30 ou 40ºC;
- Tensão nominal (Un): valor eficaz da tensão pelo qual o disjuntor é designado e no qual são referidos outros valores nominais. Esse valor deve ser igual ou superior ao valor máximo da tensão do circuito no qual o disjuntor será instalado;
- Capacidade de interrupção (Icn): valor máximo que o disjuntor deve interromper sob determinadas condições de emprego. Esse valor deverá ser igual ou superior à corrente presumida de curto-circuito no ponto de instalação do disjuntor;
- Curvas de disparo: as curvas de disparo correspondem à característica de atuação do disparador magnético, enquanto que a do disparador térmico permanece a mesma.

Os disjuntores são ensaiados em situação de sobrecarga com correntes 30% a 45% acima da corrente nominal especificada, circulando por uma ou duas horas, para então atuarem.

Existem os disjuntores chamados IEC e NEMA. A grande diferença são os testes exigidos para cada um. O disjuntor branco é regulamentado pela norma IEC e o negro pela NEMA. O IEC é mais robusto do que o NEMA.

Existem situações em que um disjuntor não atue adequadamente na proteção dos circuitos elétricos. O disjuntor não atua na proteção contra choque elétrico, exceto nos esquemas de aterramento TN.

Nas faltas de baixa intensidade entre condutores, devido ao rompimento mecânico dos condutores que estabelecerá um arco elétrico com a corrente abaixo da corrente nominal do disjuntor, não há uma sobrecorrente para que o disjuntor proteja o circuito. E caso o arco elétrico permaneça poderá ocorrer uma ativação de um incêndio, podendo ocorrer o rompimento do isolamento dos condutores causando, um curto-circuito. Neste momento, o disjuntor atua, mas o incêndio já pode ter iniciado. Neste caso, inclui as extensões elétricas e cabos de equipamentos e adaptadores de tomada, sendo recomendado a frequente inspeção visual dos condutores.

A corrente de falta à terra de pequena intensidade é similar à falta entre condutores fase e neutro, porém pode apresentar um efeito de menor intensidade devido à impedância fase-terra ser maior do que a de fase-fase ou de fase-neutro. O disjuntor não consegue detectar esta corrente de falta para terra, devendo então instalar-se um dispositivo DR.

O disjuntor não consegue proteger os circuitos das sobretensões originadas de descargas atmosféricas ou manobras na rede da concessionária de energia, devendo ser utilizados dispositivos de proteção contra surto (DPS). No sobreaquecimento das conexões dos circuitos elétricos não geram uma sobrecorrente fazendo com que o disjuntor não atue, mas causam aumento da temperatura que ativam incêndios e queimam os equipamentos. Inspeções periódicas nas conexões é a melhor forma de controle.

3.9 Sobretensão

Sobretensão é o aumento da tensão acima da tensão nominal do circuito. A origem das sobretensões é classificada em transitórias e temporárias.

As sobretensões transitórias são originadas de descargas atmosféricas e manobras. As descargas atmosféricas geram sobretensões conduzidas (direta em redes elétricas) e

induzidas (proximidade de redes elétricas na ordem de 1 a 3 km) produzindo danos nos equipamentos das instalações elétricas. As manobras em circuitos geram as sobretensões temporárias que independem da corrente elétrica seccionada, mas não do seccionamento brusco em circuitos altamente indutivos. O valor da sobretensão, em seccionamentos inferiores a 1ms, pode atingir cinco vezes a tensão nominal do circuito. As sobretensões temporárias ocorrem devido à falha de isolamento para outro circuito de tensão superior e perda do condutor neutro em esquemas de aterramento TN e TT. Nas falhas de isolamento em circuitos com tensão superior a outra tensão, ocorre uma falta para terra na parte do circuito com tensão mais elevada; condutor do circuito de baixa tensão tem o contato com o condutor de tensão mais elevada de forma acidental ou no transformador que por falha de isolamento permite o contato dos condutores do primário e secundário.

O nível de isolamento dos componentes das instalações elétricas é baseado na suportabilidade às sobretensões em frequências industriais (60Hz) no período de um minuto, devido às faltas entre os diferentes níveis de tensão de um circuito elétrico.

O Dispositivo Protetor de Surto (DPS) tem a função de limitar as sobretensões, evitando ou atenuando os seus efeitos, protegendo condutores e equipamentos. A classificação dos DPS é feita pela quantidade de energia que suportam durante a ocorrência do surto. Os DPS que suportam maiores energias são classificados como classe I até aqueles com menor energia (classe III).

Para efeito de aplicação dos DPS, está dividida em três diferentes classificações de ensaios. O ensaio classe I destina-se a simular impulsos de corrente de descargas atmosféricas conduzidas parcialmente e os DPS ensaiados conforme os métodos de ensaio da classe II e classe III são submetidos a impulsos com duração mais curtas.

Na instalação dos DPS devem-se seguir os critérios para proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra. Os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o

mais próximo possível do ponto de entrada; ou para a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

Na seleção dos DPS devem ser observadas as características como nível de proteção (U_P); máxima tensão de operação contínua (U_C); corrente nominal de descarga (I_n); corrente nominal de impulso (I_{imp}); suportabilidade à corrente de curto-circuito; sobretensões temporárias e coordenação dos DPS.

A instalação dos DPS ocorre nos quadros de energia. Os dispositivos são aplicados na proteção de equipamentos conectados às redes de energia, informática, telecomunicações etc.

3.10 Dispositivo a corrente diferencial-residual

Os dispositivos a corrente diferencial-residual (DR) são os dispositivos mais eficientes para proteção contra choques elétricos, sendo o único dispositivo de seccionamento automático para proteção contra choques elétricos diretos e a forma mais adequada para proteção de choques por contato indireto, portanto é um dispositivo muito eficiente para proteção contra a ativação de incêndios por eletricidade e vigilante da qualidade da instalação.

O DR verifica a soma fasorial das correntes dos condutores vivos em um ponto do circuito, sendo chamada de corrente diferencial residual ou corrente de fuga. Caso esta corrente atinja um valor predeterminado provoca uma interrupção do circuito dentro de um tempo definido. No circuito ideal, a corrente de fuga é igual a zero, mas todo circuito normal apresenta uma corrente de fuga.

As principais funções do DR são detecção da corrente residual; avaliação se a corrente residual é superior ao limite definido e interrupção do circuito com corrente residual superior. Para que o DR detecte a corrente diferencial-residual é necessário que todos os condutores vivos (fase e neutro) estejam conectados ao DR e o condutor de proteção

não pode ser conectado. Não pode ser utilizado o DR em circuitos com esquema de aterramento TN-C, que usam o condutor PEN.

Os DR´s podem ser classificados pela sensibilidade à corrente diferencial-residual, ou seja, quanto maior a corrente menor a sensibilidade. Os dispositivos de alta sensibilidade possuem corrente inferior ou igual a 30mA e protegem contra contatos diretos e indiretos. Os dispositivos de baixa sensibilidade protegem contra contatos indiretos e tem corrente superior a 30mA. Podem ser classificados pelas funções que executam em interruptores DR (proteção contra choques) e disjuntores DR (proteção contra choque e sobrecorrente). No uso do interruptor DR é necessária a instalação de disjuntor termomagnético. Os DR´s são bipolares ou tetrapolares.

A instalação de DR de alta sensibilidade ($\leq$ 30mA) é obrigatória em locais de habitação (cozinha, copa-cozinha, área de serviço, garagem, circuitos de iluminação e tomadas em área sujeita a lavagem), locais não de habitação (cozinha, copa-cozinha, área de serviço, garagem, área sujeita a lavagem, circuitos de tomadas) e em locais de habitação e não habitação (circuitos de tomadas em banheiros; circuitos de chuveiros; circuitos de tomadas e iluminação em áreas externas), nos demais casos tem que existir a proteção contra choques elétricos, mas, se for utilizado DR não precisa ser de alta sensibilidade.

3.11 Proteção por isolação das partes vivas

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

Tabela 3.1 - Grau de proteção contra a penetração de objetos sólidos

Numeral	Descrição suscinta do grau de proteção
0	Não protegido
1	Protegido contra objetos sólidos de Ø 50 mm e maior
2	Protegido contra objetos sólidos de Ø 12 mm e maior
3	Protegido contra objetos sólidos de Ø 2,5 mm e maior
4	Protegido contra objetos sólidos de Ø 1,0 mm e maior
5	Protegido contra poeira
6	Totalmente protegido contra poeira

Fonte: NBR IEC 60529.

Tabela 3.2 - Grau de proteção contra a penetração de água

Numeral	Descrição suscinta do grau de proteção
0	Não protegido
1	Protegido contra gotas d'água caindo verticalmente
2	Protegido contra queda de gotas d'água caindo verticalmente com invólucro inclinado até 15°
3	Protegido contra aspersão d'água
4	Protegido contra projeção d'água
5	Protegido contra jatos d'água
6	Protegido contra jatos potentes d'água
7	Protegido contra efeitos de imersão temporária em água
8	Protegido contra efeitos de imersão contínua em água

Fonte: NBR IEC 60529.

Os níveis de segurança dos equipamentos são representados pelo grau de proteção IP, definido pela NBR IEC 60529 - "Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos". A Tabela 3.1 define o primeiro numeral característico do grau de proteção IP que representa o grau de proteção contra a penetração de objetos sólidos estranhos. A Tabela 3.2 define o grau de proteção contra a penetração de água indicados pelo segundo numeral característico.

As partes vivas devem ser instaladas no interior de invólucros ou protegidas por barreiras com grau de proteção IP mínimo IP2X.

A medida de proteção contra choques elétricos por isolação é realizada por meio de materiais isolantes, que devem recobrir toda a parte viva (condutor energizado). O material isolante deve ser suficientemente durável para resistir às condições mecânicas, elétricas, químicas e térmicas às quais possa ser submetido.

O material isolante só poderá ser retirado por destruição provocada. A isolação dos equipamentos eletroeletrônicos deve atender às prescrições relativas às normas técnicas desses equipamentos, quanto à qualidade e ao grau de proteção, bem como quanto aos ensaios de aprovação.

Barreiras são elementos que asseguram a proteção contra contatos diretos de uma pessoa ou animal com as partes vivas da instalação predial, nas direções usuais de acesso.

Os invólucros são semelhantes às barreiras, porém, devem assegurar proteção contra contatos diretos em todas as direções, ou seja, o invólucro deve envolver completamente o componente energizado, impedindo o acesso direto às partes vivas, partindo de qualquer direção.

As barreiras e invólucros são usados quando a isolação convencional das partes vivas for inviável ou não for conveniente para o funcionamento da instalação ou equipamento. As barreiras e invólucros devem também satisfazer às prescrições relativas às normas técnicas quanto à qualidade, ao grau de proteção e aos ensaios de aprovação.

A tampa colocada entre a porta e o barramento dos quadros elétricos, impedindo o contato das pessoas com as partes vivas, é um exemplo clássico de barreira. Já uma caixa de ligação de tomadas, interruptores ou motores, provida de tampa, caracteriza um exemplo típico de invólucro.

Os materiais mais comuns usados na confecção das barreiras e invólucros são os metais (chapas metálicas; alumínio e outros), os polímeros (PVC; plástico, acrílicos, etc.) e as borrachas. As barreiras e invólucros devem ser fixados de forma segura e possuir robustez e durabilidade suficientes para manter os graus de proteção e a apropriada separação das partes vivas. Essas proteções só podem ser removidas depois da desenergização das partes vivas protegidas.

3.12 Caixa de entrada de energia

A caixa de entrada de energia é instalada dentro da edificação, próxima ao alinhamento da via pública, contendo o disjuntor geral da edificação e a medição de energia consumida, e nas edificações de grande porte, haverá um centro de medição, onde serão previstos vários medidores. As concessionárias de energia inspecionam quando da ligação definitiva a rede de distribuição, sendo verificado o aterramento do neutro e as ligações até o local de medição.

A proteção contra sobrecarga deve ser omitida nos equipamentos de segurança contra incêndio como bomba de incêndio, ventiladores de pressurização e exaustores de fumaça. Nas caixas de entrada devem constar o sistema de aterramento funcional e de proteção e dispositivos de proteção contra surto (DPS).

3.13 Quadros de Distribuição

O quadro de distribuição é destinado a distribuir a energia elétrica das alimentações para os circuitos elétricos terminais podendo conter os disjuntores termomagnéticos, dispositivos protetores de surto (DPS), além dos dispositivos diferenciais residuais praticamente obrigatórios. Os quadros elétricos também devem possuir, além da porta externa, uma tampa interna que serve de barreira na proteção contra choques elétricos. Os quadros devem ser instalados em locais de fácil acesso, sem objetos que obstruam a sua abertura e se não for especificado para áreas classificadas deve ficar afastado de instalações com gás e não devem ser instalados em locais frequentemente molhados ou com muita umidade.

Os quadros montados em fábrica devem atender à norma ABNT NBR IEC 60439-1 e os quadros montados em obra devem apresentar segurança e desempenho equivalentes aos montados em fábrica e devem ser previstos espaços de reserva no interior dos quadros visando a futuras ampliações. Os quadros devem possuir identificação pelo lado externo que seja legível e não facilmente removível. Todos os seus componentes devem ser identificados de tal forma que possam ser reconhecidos os circuitos a eles associados e as suas funções. Estas identificações devem ser legíveis e corresponderem à notação que foi utilizada no projeto. Os quadros devem existir diagramas unifilar. Nos quadros é obrigatória a existência de um barramento de equipotencialização ligado ao aterramento.

3.14 Tomadas

A NBR 5410 prescreve que todos os circuitos das instalações elétricas de baixa tensão devem ser protegidos por condutores de proteção (PE) e as tomadas devem ser do tipo dois pólos mais terra (2P + T), o que permite a ligação dos equipamentos ao terminal do condutor de proteção (“fio terra”).

Uma tomada elétrica é o ponto de conexão que fornece a eletricidade principal a um plugue macho conectado a ela. As mais comuns têm dois terminais, utilizados em circuitos monofásicos ou bifásicos, um para a fase e outro para o neutro (no caso de monofásico) ou um para cada fase (no caso de bifásico), e algumas também têm um terceiro, denominado "ligação de terra" ou simplesmente "terra". Existem também outras tomadas com mais terminais, de 3 (corrente trifásica), 4 ou mais, normalmente para uso na indústria. Em função do rebaixo existente na configuração desta tomada, evita-se o contato com as partes energizadas dos plugues, fato este muito comum quando um plugue está parcialmente inserido na tomada ou quando ocorre uma inserção unipolar deixando um dos pinos energizado exposto ao contato do usuário:

- Inserção parcial: quando um plugue estiver parcial ou totalmente inserido na tomada, não pode permitir contato acidental com as partes vivas (energizadas);

- Inserção unipolar: não deve ser possível estabelecer ligação entre um pino de um plugue e o contato sob tensão de uma tomada enquanto o outro pino permanecer acessível.

Em ambos os casos os usuários podem sofrer um choque elétrico com risco de morte, principalmente as crianças, e com a nova geometria da tomada padrão isso não ocorrerá.

A NBR 14136 (2002) padroniza as correntes de 10 A e 20 A. Em função do diâmetro dos plugues torna-se impossível a inserção de um plugue de 20 A em uma tomada de 10 A, evitando-se, desta forma, uma situação de sobrecarga. Entretanto, o consumidor poderá utilizar um plugue de 10 A em uma tomada de 20 A. Esta solução proporciona ao usuário maior versatilidade.

Com o novo padrão e devido às suas características, o condutor terra sempre será conectado antes dos condutores de energia, lembrando que o aterramento é obrigatório nas novas instalações desde julho de 2006, conforme a Lei nº11.337, além de ser fundamental para a segurança do usuário. Apesar da necessidade, um padrão internacional de tomadas, este não existe. Cada país desenvolveu o seu próprio padrão, impossibilitando a criação de um padrão único. O padrão estabelecido no fórum da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT foi desenvolvido considerando a conectividade com os plugues atualmente existentes. O padrão é compatível com 80% dos aparelhos elétricos atuais. Alguns países possuem padrões próprios: Argentina, Uruguai, Estados Unidos, Canadá, México Chile, França, Portugal, Espanha, Itália, Suíça, Japão, Austrália, entre outros. Cada um deles adota um padrão diferente.

CAPÍTULO 4 - MÉTODO PROPOSTO

Uma adaptação do Método de *Gretener,* para análise global do risco de incêndio ativado por eletricidade, sendo um método que se aplica ao projeto de segurança contra incêndios de edificações com a quantificação do risco global de incêndio em edificações e determinando o conjunto de medidas ativas e passivas capazes de reduzir o risco de incêndio a um máximo aceitável em um cenário. Serão definidos os seguintes índices:

- Exposição ao Risco de Incêndio (E)
- Fator de Ativação de Incêndio (A)
- Risco de Incêndio (R)
- Fator de Segurança Total (S)
- Coeficiente de Segurança (γ)

No método proposto deverá ser realizada uma inspeção visual e termográfica. Dentre os equipamentos necessários para inspeção das instalações elétricas citam-se um Termovisor *Fluke*, um multímetro digital, uma câmera fotográfica, ferramentas isoladas, testadores e lanterna, conforme Figura 4.1. Durante a inspeção, foram feitas anotações sobre a instalação elétrica a fim de que seja produzida uma análise dos riscos de ativação de incêndio por eletricidade.

Figura 4.1 – Ferramentas Utilizadas na Inspeção. Fonte: Autor.

4.1 Fator de Risco

O fator de risco, sendo representado por "f", é quantificado pela atribuição de pesos aos parâmetros ou condições favoráveis ao desenvolvimento e à propagação do incêndio, sendo dividido em três categorias:

- A primeira categoria de parâmetros que facilitam o início de ignição e o desenvolvimento de um incêndio: fios expostos e emendas mal feitas; sistema com cabos e fios inadequados; acesso a partes vivas e possibilidade dos componentes da instalação elétrica representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes ("gambiarras");

- A segunda categoria de parâmetros favoráveis aos incêndios refere-se às condições da edificação: níveis de tombamento da edificação e quadro de distribuição;

- Na terceira categoria, encontra-se um parâmetro especial, que reflete a política de preservação para a edificação ou conjunto, como a existência de pontos com temperatura acima das especificações.

No modelo proposto serão considerados os fatores de risco na análise da edificação:

- f_1 – Níveis de tombamento da edificação, representado na Tabela 4.1;
- f_2 – Fios Expostos e Emendas mal feitas, representado na Tabela 4.2 e Figura 4.2;
- f_3 – Análise Termográfica com a verificação da existência de pontos com temperatura acima das especificações, representado na Tabela 4.3 e Figura 4.3;
- f_4 – Sistema com Cabos e Fios adequados, representado na Tabela 4.4 e Figura 4.4;
- f_5 – Acesso a Partes Vivas, representado na Tabela 4.5 e Figura 4.5;
- f_6 – Quadro de Distribuição, representado na Tabela 4.6 e Figura 4.6;
- f_7 – Possibilidade dos componentes da instalação elétrica representarem perigo de incêndio para os materiais adjacentes ("Gambiarras"), representado na Tabela 4.7 e Figura 4.7

Tabela 4.1 - Fator de Risco específico – f_1 –
Níveis de tombamento da edificação

Caracterização da edificação	f_1
Tombamento em todos os níveis	1,2
Patrimônio Histórico da Humanidade	1,5
Tombada pela União	1,7
Tombada pelo Estado	1,9
Tombada pelo Município	2,2

Fonte: Claret, 2007.

Tabela 4.2 - Fator de Risco específico – f_2 –
Fios Expostos e Emendas mal feitas

Caracterização das Instalações	f_2
Existência de fios expostos e emendas mal feitas	1,0
Inexistência de fios expostos e emendas mal feitas	1,5

Fonte: Autor.

Figura 4.2 – Fiação Exposta no Pátio de Entrada da Escola de Minas. Fonte: Autor.

Tabela 4.3 – Análise Termográfica –
Verificação da existência de pontos com temperatura acima das especificações

Caracterização das Instalações	f_3
Existem pontos com temperatura acima dos projetados	2,0
Inexistente	1,0

Fonte: Autor.

Figura 4.3 - Inspeção Termográfica na Subestação da Escola de Minas. Fonte: Autor.

Tabela 4.4 - Sistema com Cabos e Fios adequados

Caracterização das Instalações	f_4
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,50

Fonte: Autor.

Figura 4.4 – Sistema com Cabos e Fios . Fonte: Autor.

Tabela 4.5 – Acesso a Partes Vivas

Caracterização das Instalações	f_5
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	2,00

Fonte: Autor.

Figura 4.5 – Tomada sem Tampa de Proteção na Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

Tabela 4.6 – Quadro de Distribuição

Caracterização das Instalações	f_6
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	2,00

Fonte: Autor.

Figura 4.6 – Quadro de Distribuição da Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

Tabela 4.7 – Possibilidade dos componentes da instalação elétrica representarem perigo de incêndio para os materiais adjacentes ("Gambiarras")

Caracterização das Instalações	**f_7**
Inexistente	1,0
Existente	3,00

Fonte: Autor.

Figura 4.7 – Adaptadores em Tomadas na Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

4.2 Exposição ao Risco de Incêndio

A exposição ao risco de incêndio, representada pela letra "E", mede o perigo de incêndio por eletricidade em uma edificação, sendo calculada pelo produto dos fatores de risco representado pela Fórmula 4.1, isto é:

$$E= f_1.f_2.f_3.f_4.f_5.f_6.f_7 \quad (4.1)$$

4.3 Fator de Ativação de Incêndio

O Fator de Ativação de Incêndio, representado pela letra "A", é uma grandeza probabilística que representa o risco de ativação de incêndio por eletricidade, sendo calculada pelo produto dos fatores de risco de ativação de incêndio representado pela Fórmula 4.2.

$$A = A_1 . A_2 . A_3 \quad (4.2)$$

Os fatores de riscos de ativação de incêndio são divididos em três classes:

a) Riscos de ativação decorrentes da atividade humana que será representada pelo responsável pela manutenção por meio da Tabela 4.8;

b) Riscos de ativação decorrentes das instalações representado pelo tempo da última revisão da instalação elétrica por meio da Tabela 4.9;

c) Riscos de ativação devidos a fenômenos naturais representado pelo SPDA por meio da Tabela 4.10 e Figura 4.8.

Tabela 4.8 - Fator de Risco de Ativação decorrente da atividade humana: Responsável pela manutenção

Descrição	**Fator de Risco de Ativação A_1**
Engenheiro ou Técnico Habilitado pelo CREA	1,00
Profissional Qualificado	1,25
Profissional Capacitado	1,50
Sem equipe de manutenção elétrica	1,75

Fonte: Autor.

Tabela 4.9 - Fator de Risco de Ativação decorrente da Instalação: Tempo da Última Revisão da Instalação Elétrica

Descrição	Fator de Risco de Ativação A_2
Até 5 anos	1,00
Entre 5 e 10 anos	1,25
Entre 10 e 15 anos	1,50
Entre 15 e 20 anos	1,75
Acima de 20 anos	2,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.10 - Fator de Risco de Ativação devido a fenômenos naturais - SPDA

Caracterização das instalações	Fator de Risco de Ativação A_3
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,50

Fonte: Autor.

Figura 4.8 – SPDA da Escola de Minas. Fonte: Autor.

4.4 Risco de Incêndio

O conceito de risco de incêndio representa a noção de probabilidade de ocorrência de um incêndio severo na edificação. O risco de incêndio, "R", associado à edificação ou conjunto de edificações é determinado pelo produto da exposição ao risco de incêndio, "E", pelo fator de risco de ativação de incêndio "A" representado pela Fórmula 4.3:

$$R = E \cdot A \tag{4.3}$$

4.5 Fator de Segurança

Os fatores de segurança, representado por "s", são diversas medidas de segurança que devem ser projetadas e mantidas em perfeito funcionamento na edificação. Essas medidas são várias, mas podem ser reunidas em sete fatores , a saber:

- s_1 – Aterramento, representado na Tabela 4.11;
- s_2 - Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR, representado na Tabela 4.12;
- s_3 - Sistema de Proteção de Surto com DPS, representado na Tabela 4.13;
- s_4 - Tomadas adequadas, representado na Tabela 4.14 e Figura 4.9;
- s_5 - Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes, representado na Tabela 4.15 e Figura 4.10
- s_6 - Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento, representado na Tabela 4.16;
- s_7 - Sistema Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independentemente do Sistema Elétrico de Consumo, representado na Tabela 4.17.

Tabela 4.11 – Aterramento

Caracterização das Instalações	**s_1**
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,50
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.12 - Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR

Caracterização das Instalações	s_2
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	3,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.13 - Sistema de Proteção de Surto com DPS

Caracterização das Instalações	s_3
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	3,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.14 - Tomadas adequadas

Caracterização das Instalações	s_4
Tomadas em conformidade com NBR 14136/2002 com aterramento	1,0
Tomadas em conformidade com NBR 14136/2002 com aterramento	1,25
Tomadas sem conformidade com NBR 14136/2002 com aterramento	1,50
Tomadas sem conformidade com NBR 14136/2002 sem aterramento	1,75

Fonte: Autor.

Figura 4.9 – Tomadas na Escola de Minas. Fonte: Autor.

Tabela 4.15 - Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes

Caracterização das Instalações	s_5
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	4,00

Fonte: Autor.

Figura 4.10 – Quadro Elétrico da Escola de Minas. Fonte: Autor.

Tabela 4.16 - Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento

Caracterização das Instalações	s_6
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	2,00

Fonte: Autor.

Tabela 4.17 - Sistema Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independentemente do Sistema Elétrico de Consumo

Caracterização das Instalações	**s_7**
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,0
Inexistente	1,25

Fonte: Autor.

4.6 Fator de Segurança Total

O fator de segurança total, "S", é calculado pelo produto dos fatores de segurança (s), conforme Fórmula 4.4.

$$S = s_1 . s_2 . s_3 . s_4 . s_5 . s_6 . s_7 \quad (4.4)$$

4.7 Coeficiente de Segurança

O coeficiente de segurança "γ" contra incêndio se determina pela razão entre o fator de segurança "S" e o risco global de incêndio "R", conforme fórmula 4.5, isto é:

$$\gamma = \frac{S}{R} \quad (4.5)$$

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO

A formulação do método proposto foi descrita nos capítulos anteriores. Será estudado, a seguir, sua aplicação que deverá compreender as seguintes fases:

a) Levantamento de dados da edificação;
b) Determinação da exposição ao risco de incêndio da edificação;
c) Determinação da segurança;
d) Determinação dos riscos de ativação;
e) Cálculo do risco global de incêndio;
f) Análise da segurança;
g) Inspeção visual das instalações elétricas;
h) Termografia das instalações elétricas.

O método será aplicado em dois casos de edificações, localizadas na Praça Tiradentes, no Centro de Ouro Preto-MG.

A Praça Tiradentes é uma praça localizada na cidade de Ouro Preto, em Minas Gerais. Esse local já foi chamado de Morro de Santa Quitéria, no século XVIII, e, durante quase todo o século XIX, foi conhecida como Praça Tiradentes. Em 1792, foi exposta a cabeça do mártir da Independência do Brasil, Joaquim José da Silva Xavier, conhecido como Tiradentes. Nesse local, em 1894, foi inaugurado um monumento em homenagem a Tiradentes, passando a ser chamado o Local de Praça Tiradentes. O conjunto arquitetônico da praça começou a ser formado em 1740.

5.1 Escola de Minas e Metalurgia

Construído em 1741, sendo projetado por José Fernandes Pinto Alpoim, em 1748 aproximadamente, já começava a funcionar no local o novo Palácio dos Governadores, sendo hoje a Escola de Minas e Metalurgia e o Museu de Ciência e Técnica, tendo como

endereço Praça Tiradentes, 20 – Centro. As Figuras 5.1, 5.2 e 5.3 representam os dados levantados na edificação.

PLANILHA DE LEVANTAMENTO		
ENDEREÇO: Praça Tiradentes, 20 – Centro – Ouro Preto - MG		
DATA: 26/07/2011		
Responsável pelo levantamento: Gustavo Antonio da Silva		
Tipo de Entrada:	(x) Aérea ( ) Subterrânea	
Tensões Nominais	127 V e 220 V	
Medidores	(x) Centro Único ( ) Vários centros	
Responsável pela manutenção- A_1		1,50 (eletricista e ajudante)
Ultima Revisão da Instalação Elétrica -A_2		1,25 (6 anos aproximadamente)
Manutenção SPDA - A_3		1,0 (Anual)
Nível de tombamento da edificação f_1		1,5 (Tombamento em todos os níveis)
Fios expostos e emendas mal feitas –f_2		1,0 (Existente)
Análise Termográfica –f_3		2,0 (Existem pontos quentes)
Sistema com Cabos e Fios adequados –f_4		1,25 (Algumas inconformidades)
Acesso a Partes Vivas –f_5		1,50 (manutenção regular)
Quadro de Distribuição –f_6		1,25 (manutenção irregular)
Possibilidade dos componentes da instalação elétrica representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes (“Gambiarras”) f_7		3,00 (algumas instalações com inconformidade)
Sistema de Aterramento –s_1		1,0 (Anual)
Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR –s_2		3,00 (Inexistente)
Sistema de Proteção de Surto com DPS- s_3		3,00 (Inexistente)
Tomadas adequadas – s_4		1.25 (padrão anterior e sem aterramento)
Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes – s_5		1,00 (manutenção regular)
Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento – s_6		2,00 (bebedouros e outros)
Sistema Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independentemente do Sistema Elétrico de Consumo – s_7		1,25 (Inexistente)

Figura 5.1 – Levantamento dos dados da Escola de Minas Fonte: Autor.

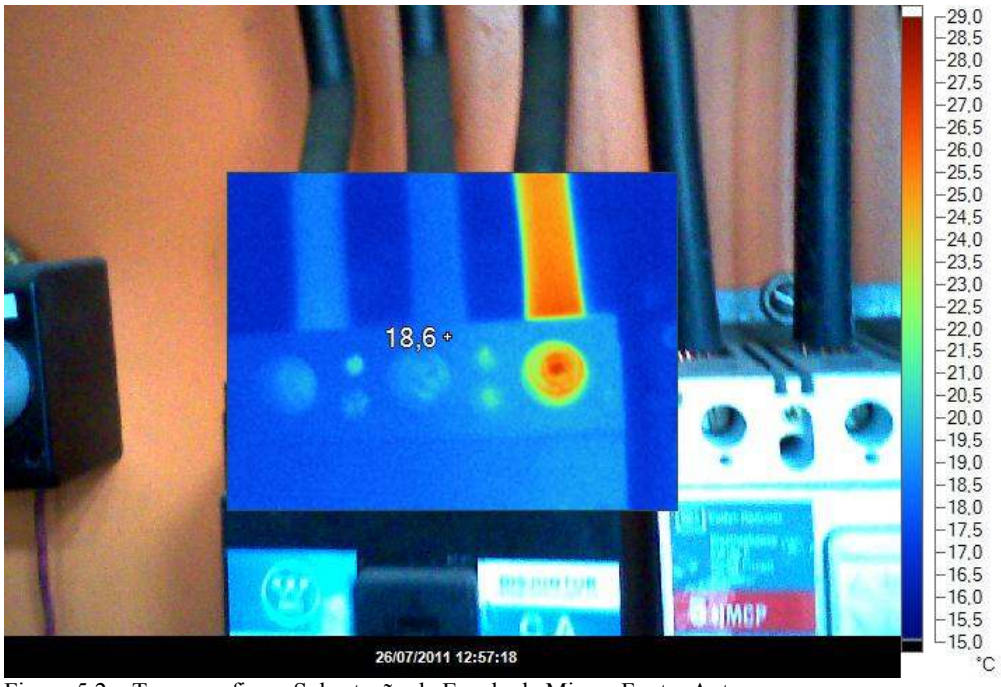

Figura 5.2 – Termografia na Subestação da Escola de Minas. Fonte: Autor.

Figura 5.3 – Instalações Inadequadas da Escola de Minas. Fonte: Autor.

5.2 Casa da Baronesa

Residência que pertenceu à família do Barão de Camargos, Manoel Teixeira de Souza, doada à União em 1941. Abriga a 13ª Sub-regional II do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, tendo como endereço à Praça Tiradentes, s/nº - Centro Ouro Preto – MG. As Figuras 5.4, 5.5 e 5.6 representam os dados levantados na edificação.

PLANILHA DE LEVANTAMENTO	
ENDEREÇO: Praça Tiradentes, SN – Centro – Ouro Preto – MG	
DATA: 26/07/2011	
Responsável pelo levantamento: Gustavo Antonio da Silva	
Tipo de Entrada:	( )Aérea (x) Subterrânea
Tensões Nominais	127 V e 220 V
Medidores	(x)Centro Único ( ) Vários centros
Responsável pela manutenção- A_1	1,75 (Terceiros em licitação para reformas)
Ultima Revisão da Instalação Elétrica -A_2	1,00 (Março 2011)
Manutenção SPDA - A_3	1,50 (Inexistente)
Nível de tombamento da edificação f_1	1,2 (Em todos os níveis)
Fios expostos e emendas mal feitas –f_2	1,0 (Existente)
Análise Termográfica –f_3	1,0 (Inexistente)
Sistema com Cabos e Fios adequados –f_4	1,25 (Inconformidades no telhado)
Acesso a Partes Vivas –f_5	1,25 (Tomadas sem tampa)
Quadro de Distribuição –f_6	1,25 (manutenção irregular)
Possibilidade dos componentes da instalação elétrica representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes (“Gambiarras”) f_7	3,00 (adaptadores)
Sistema de Aterramento –s_1	1,00 (Inexistente)
Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR –s_2	1,00 (Inexistente)
Sistema de Proteção de Surto com DPS- s_3	1,00 (Inexistente)
Tomadas adequadas – s_4	1,00 (Padrão anterior e sem aterramento)
Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes – s_5	1,50 (manutenção regular)
Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento – s_6	1,00 (Inexistente)
Sistema Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independentemente do Sistema Elétrico de Consumo – s_7	1,00 (Inexistente)

Figura 5.4 – Levantamento dos dados da Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

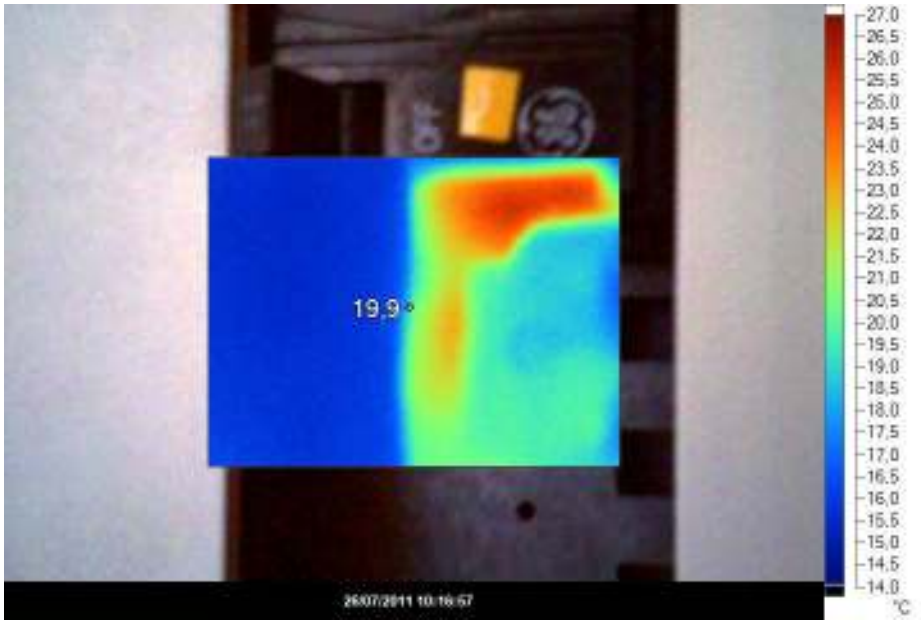

Figura 5.5 – Termografia no Quadro de Distribuição da Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

Figura 5.6 – Fiação Exposta no telhado da Casa da Baronesa. Fonte: Autor.

5.3 - Análise de Dados

Os dados coletados no levantamento das instalações elétricas das edificações do estudo de caso formam um grande volume de informações que compõem a Tabela 5.1 e resultam na Figura 5.7, aplicáveis na análise de risco.

Tabela 5.1 – Quadro Comparativo dos resultados dos Ensaios Realizados na Escola de Minas e Casa da Baronesa

		IDEAL	ESCOLA DE MINAS	CASA DA BARONESA	PIOR
Exposição ao Risco de Incêndio	E	8,10	5,63	7,03	25,78
Fator de Ativação de Incêndio	A	1,00	1,88	2,63	5,25
Risco de Incêndio	R	8,10	10,55	18,46	135,35
Fator de Segurança	S	14,24	1,50	1,50	1,00
Coeficiente de Segurança	γ	1,76	0,14	0,08	0,01

Fonte: Autor.

A Exposição ao Risco de Incêndio é controlada com uma inspeção minuciosa das instalações elétricas das edificações e a implantação de um plano de ação para correção das inconformidades, que não necessita de grandes investimentos e tempo.

O Fator de Segurança é melhorado com a instalação de aterramento, Sistema de Proteção de Choque e Fugas com DR, Sistema de Proteção de Surto com DPS, Tomadas adequadas, Sistema com Proteção contra Sobrecorrentes, Sistema com as Massas ligadas ao Aterramento e Sistema Elétrico de Segurança contra incêndio e pânico independentemente do Sistema Elétrico de Consumo, aplicando as normas vigentes, com a busca de parcerias com a indústria de produtos elétricos com a finalidade de divulgar a segurança em instalações elétricas.

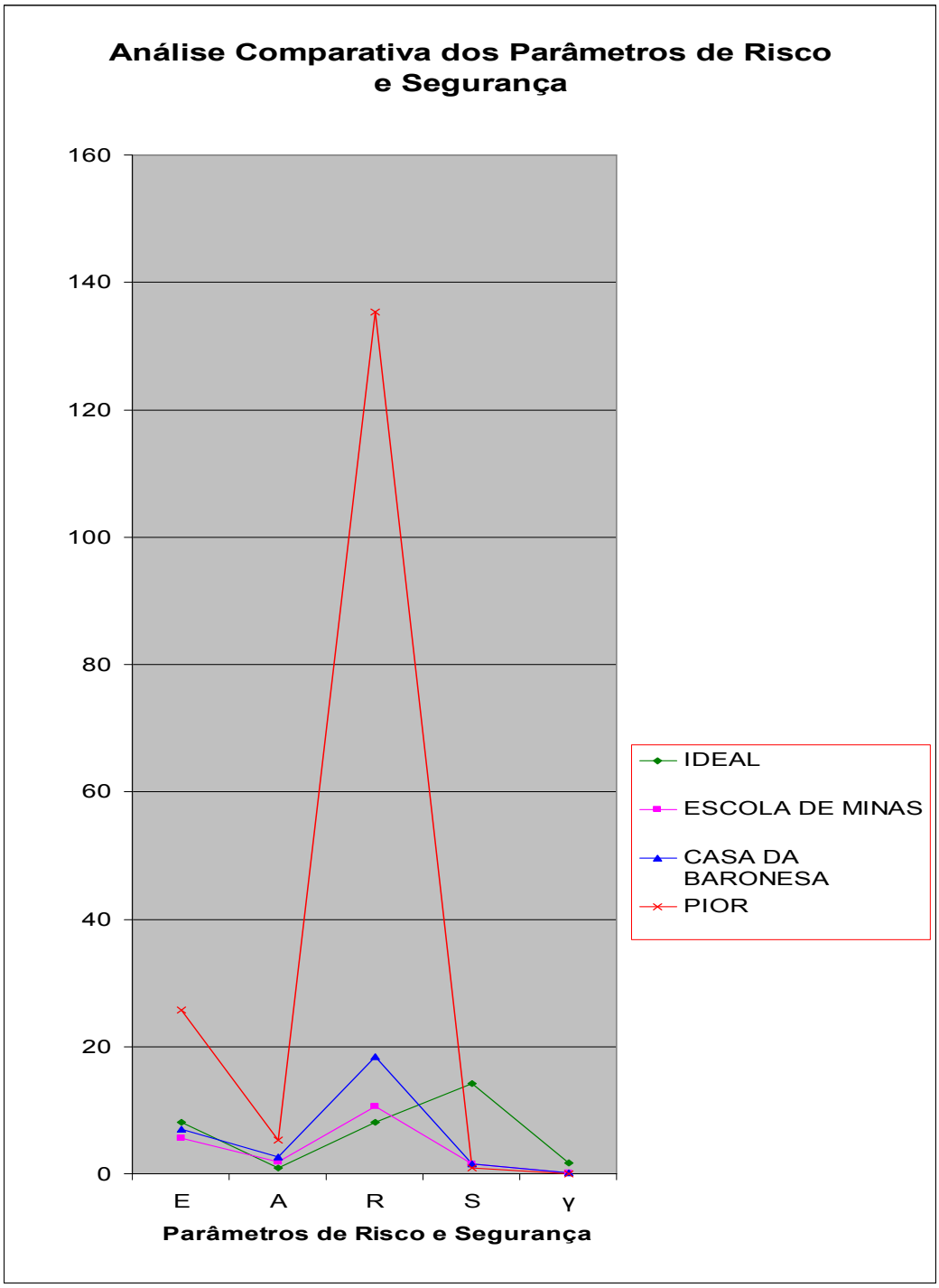

Figura 5.7 – Análise Comparativa dos Parâmetros de Risco e Segurança. Fonte: Autor.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

Do presente trabalho, conclui-se que, em primeiro lugar, a aplicação de um método para análise da ativação dos incêndios por eletricidade depende muito da fiscalização dos órgãos competentes e consequente comprometimento dos proprietários e responsáveis pelo uso das edificações.

Uma das medidas para conter a ativação dos incêndios por eletricidade é implantar uma Instrução Técnica sobre inspeção completa em instalações elétricas, tornando-a imprescindível para a obtenção do AVCB e, por consequência, do Alvará de Funcionamento e do Habite-se. A mudança de cultura pela implantação nas escolas fundamentais de uma disciplina de segurança para ensinar às crianças as várias formas de ativação de incêndio.

As associações de fabricantes de equipamentos elétricos como a ABINEE deveriam fazer campanhas nos meios de comunicação para divulgar medidas de prevenção de incêndios ativados por eletricidade como o DR, DPS e aterramento.

A conformidade das instalações elétricas gera benefícios importantes aos responsáveis da edificação, como a diminuição do prêmio de seguros, aumento da segurança da edificação e, em caso de incêndio, poderão não ser responsabilizados criminalmente. Deveria ser obrigatório para obtenção do alvará de funcionamento e o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros que a instalação elétrica esteja em conformidade, sendo esses documentos afixados na entrada da edificação para informar aos usuários da edificação.

Os resultados desse trabalho mostram a vulnerabilidade das edificações em relação aos incêndios ativados por eletricidade, no patrimônio histórico de Ouro Preto-MG, devendo ser encaminhado às autoridades competentes para que seja aplicado em todas as edificações históricas e não históricas do município. E que não seja feita a fiscalização somente nas edificações ensaiadas, pois o problema encontrado ocorre em muitas que não permitiram que o trabalho fosse realizado em suas edificações.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M. A. das G.. **A Gestão de Riscos como Alternativa de Prevenção de Incêndio em Arquivos Públicos:** Estudo de Caso. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro preto, Minas Gerais, 2011

ARAÚJO, S. M. S. **Incêndio em Edificações Históricas: um estudo sobre o risco global de incêndio em cidades tombadas e as suas formas de prevenção, proteção e combate – A metodologia aplicada à cidade de Ouro Preto**. 2004. 219f. Dissertação (mestrado), Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2004

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

_____. **NBR 5419:** proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13248**: Cabos de potência e controle e condutores isolados sem cobertura, com isolação extrudada e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho. Rio de Janeiro, 2000

_____. **NBR 13534:** instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – requisitos para segurança. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 13570:** instalações elétricas em locais de afluência de público – requisitos específicos. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 14136**: Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização. Rio de Janeiro, 2007

_____. **NBR 15749**: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. Rio de Janeiro, 2009

_____. **ISO/IEC 17000** Avaliação de conformidade - Vocabulário e princípios gerais. Rio de Janeiro, 2004

_____. **NBR IEC 60269-1**: Dispositivos-fusíveis de baixa tensão Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2003

_____. **NBR NM IEC 60332-3-25**: Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo Parte 3-25: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria D. Rio de Janeiro, 2005

_____. **NBR IEC 60439-1**:Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA) . Rio de Janeiro, 2003

_____. **NBR IEC 60529**: Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP). Rio de Janeiro, 2011

_____. **NBR IEC 60947-1**: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão Parte 1: Regras gerais. Rio de Janeiro, 2006

_____. **NBR IEC 60947-2**: Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão Parte 2: Disjuntores. . Rio de Janeiro, 1998

_____. **NBR IEC 60947-7-2**: Dispositivos de manobra e controle de baixa tensão Parte 7: Dispositivos auxiliares - Seção 2: Conectores elétricos para condutores de proteção em cobre. Rio de Janeiro, 2004

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.Resolução nº 456, de 29 de novembro de 2000 , estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 2000.

BRASIL. Lei Federal Nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 out. 2001.

BRASIL. Lei Federal Nº 11.337, de 26 de julho de 2006. Determina a obrigatoriedade de as edificações possuírem sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização de condutor-terra de proteção, bem como torna obrigatória a existência de condutor-terra de proteção nos aparelhos elétricos que especifica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Segurança e Medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 10.** Disposições Gerais. 67 ed., São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Segurança e Medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 23.** Disposições Gerais. 67 ed., São Paulo: Atlas, 2011.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais.** 20 ed. São Paulo: Érica, 2006.

CLARET, Antônio Maria. **Risco de Incêndio em Sítios Históricos**. Programa Monumenta (Ministério da Cultura), Série Cadernos Técnicos, v. 5. Brasília, 2006.

COTRIM, Ademaro. **Instalações elétricas**. 4 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CREDER, Hélio. **Manual do instalador eletricista**. 15 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

DODGE, V.; JONES, S. L. (Comp.). Building in emergency plan: a guide for museums and other cultural institutions. Los Angeles, (CA); Getty Conservation Institute, 1999.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8 ed. São Paulo: LTC, 2010.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica n.º 35.** Segurança contra Incêndio em Edificações Históricas. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 9.005, de 26 de novembro de 1996.** Regulamenta a Lei nº 4.695, de 22 de abril de 1987, que institui a obrigatoriedade de laudo técnico sobre as condições de segurança dos lugares que menciona. Belo Horizonte – MG

MINAS GERAIS. **Lei nº 4.695, de 22 de abril de 1987**. Institui a obrigatoriedade de laudo técnico sobre as condições de segurança dos lugares que menciona. Belo Horizonte, Minas Gerais, 1987.

MORENO, Hilton. **100 perguntas e respostas sobre instalações elétricas**. São Paulo: Cordeiro Fios e Cabos, 2008.
MORENO, Hilton; COSTI, Luiz Olímpio; BARRETO, Paulo. As instalações elétricas e a segurança contra incêndio no Brasil. In: SEITO, Alexandre. Itiu. *et. al*. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. cap. XII, p. 181-199.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - **NFPA 70E**: Standard for Electrical Safety in the Workplace, 2012

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - **NFPA 909:** Code for the Protection of Cultural Resource Properties - Museums, Libraries, and Places of Worship, 2010

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - **NFPA 914:** Code for Fire Protection of Historic Structures, 2010

PERNAMBUCO. **Decreto Estadual Nº 33.747 de 06 de agosto de 2009**. Regulamenta a Lei nº 13.032 de 14 de junho de 2006, e alterações, que dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas em edifícios de apartamentos e salas comerciais no âmbito do Estado de Pernambuco, especificamente no que concerne às edificações em alvenaria resistente, e dá outras providências. Pernambuco, 2009

PERNAMBUCO. **Lei nº 13.032 de 14 de junho de 2006.** Dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas, em edifícios de apartamentos e salas comerciais, no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Pernambuco, 2009

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros. (Polícia Militar do Estado de São Paulo). **Instrução Técnica n.º 41.** Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão. São Paulo, 2011.

SÃO PAULO. **Projeto de Lei Nº 623/2008**. Propõe, no âmbito do município de São Paulo, o programa edifício seguro, que dispõe sobre inspeção obrigatória, preventiva e periódica das instalações elétricas das edificações, com mais de 10 (dez) anos de uso, de natureza pública ou privada, industriais, comerciais, residenciais e de serviços, e da outras providências, São Paulo – SP. Disponível em: < http://www.camara.sp.gov.br >. Acesso em 14 de abril de 2011.

SÃO PAULO. **Lei Complementar nº 1.669 de 05 de maio de 2004**. Estabelece a Obrigatoriedade de Obtenção da Certificação de Inspeção Predial nas Edificações que Especifica, sua periodicidade e dá outras providências, Ribeirão Preto-SP

SCABBIA, André Luiz Gonçalves. **Aplicações de análise preliminar de perigos (APP) no gerenciamento de riscos de incêndios originados em instalações elétricas de baixa tensão**. 2004. 168 f. Dissertação (Mestrado em Instalações Elétricas) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT, São Paulo, 2004.

SILVA, Adilson Antônio da. **Inspeção Visual em Instalações Elétricas Prediais de Baixa Tensão**: Proposta de Manual Técnico de Bombeiros. 2008. 316 f. Monografia São Paulo, 2008.