

**REDE DOCTUM DE ENSINO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO TOMBADA DA  
CIDADE DE CARATINGA - MINAS GERAIS**

**ALAN MATIAS DE OLIVEIRA  
KÉSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Caratinga/MG**

**2016**

**ALAN MATIAS DE OLIVEIRA  
KÉSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO TOMBADA DA  
CIDADE DE CARATINGA - MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM Caratinga como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: João Moreira de Oliveira Júnior.

**Caratinga/MG**

**2016**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DO TRABALHO

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO TOMBADA DA CIDADE DE CARATINGA -MG**  
por

**ALAN MATIAS DE OLIVEIRA E KÉSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores João Moreira, José Nelson e Ricardo Botelho, às 8 horas e 30 minutos do dia 12/12/2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho Aprovado, com a qualificação: Satisfatória.

Trabalho indicado para publicação: ( )SIM (X)NÃO

Caratinga, 12 de dezembro de 2016

  
\_\_\_\_\_  
Professor Orientador e Presidente da Banca

José Nelson Vieira Saraiva  
\_\_\_\_\_  
Professor Avaliador 1

Ricardo Botelho Pamp  
\_\_\_\_\_  
Professor Avaliador 2

Alan Matias de Oliveira Késia Ribeiro de Oliveira  
\_\_\_\_\_  
Aluno(a)

  
\_\_\_\_\_  
Coordenador(a) do Curso

*Dedico esse trabalho à minha família, por todo esse amor, dedicação e incentivo de sempre. E em especial aos meus pais, José e Vânia, pois esse apoio me proporciona força para superar as dificuldades e obstáculos da vida.*

*Késia Ribeiro de Oliveira.*

*Aos meus pais, José Matias e Maria de Lourdes, e a toda a minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa da minha vida.*

*Alan Matias de Oliveira.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelas bênçãos em minha vida, à minha família e aos amigos, por sempre me apoiarem e me incentivarem.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte desse período de crescimento muito significativo na minha vida.

Agradeço também a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação.

Késia Ribeiro de Oliveira.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço também aos meus amigos e irmãos que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Alan Matias de Oliveira.

*“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia Nele, e Ele tudo fará. ”*  
(Salmos 37:5)

OLIVEIRA, Alan Matias de; OLIVEIRA, Késia Ribeiro de . **Análise de risco de incêndio em uma edificação tombada da cidade de Caratinga-Minas Gerais.** Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Instituto Tecnológico de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

## **RESUMO**

Este trabalho busca analisar o risco de incêndio de uma edificação histórica da cidade de Caratinga, considerada patrimônio tombado do município, por meio das instruções técnicas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais, a IT - 35: Segurança contra incêndios em edificações históricas. Por meio dessa instrução técnica que aborda diversos fatores de risco e de segurança, e de acordo com os dados levantados no local, foi possível chegar a um coeficiente de segurança, definindo assim se esse patrimônio cultural da cidade precisa ou não passar por um processo de melhoria do seu sistema de segurança contra incêndio e pânico. Como haviam altos índices de fatores de risco, e baixos índices de fatores de segurança contra incêndio nessa edificação, constatou-se após os cálculos, que essa edificação tem um coeficiente de segurança menor que o coeficiente de segurança mínimo aceitável para ser considerada segura.

**Palavras-chave:** Patrimônio cultural; Análise de risco; Instruções técnicas; Segurança.

OLIVEIRA, Alan Matias de; OLIVEIRA, Késia Ribeiro de . **Análise de risco de incêndio em uma edificação tombada da cidade de Caratinga-Minas Gerais.** Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Instituto Tecnológico de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

## **ABSTRACT**

The present paper analyzes the fire risk in a historic building in Caratinga city through the technical instructions established by the Minas Gerais Military Fire Department (IT - 35: Fire safety in historic buildings). Through this technical instruction that addresses several risk and safety factors and according to the data collected in the place, it was possible to find a safety coefficient that could define in the future whether or not this cultural heritage needs to undergo an improvement process in its fire and panic safety system. As there were high risk factors and low levels of fire safety factors in this building, it was verified that this building has a safety coefficient lower than the minimum safety coefficient acceptable to be considered safe.

**Key-words:** Cultural heritage; Risk analysis; Technical instructions; Safety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Vista frontal da Igreja São João. . . . .	23
<b>Figura 2</b> – Vista lateral da Igreja São João. . . . .	23
<b>Figura 3</b> – Fachada da Igreja São João. . . . .	24
<b>Figura 4</b> – Interior da Igreja São João. . . . .	24
<b>Figura 5</b> – Interior da Igreja São João. . . . .	24
<b>Figura 6</b> – Escada de madeira. . . . .	25
<b>Figura 7</b> – Banheiros. . . . .	25
<b>Figura 8</b> – Área nos fundos da igreja. . . . .	25
<b>Figura 9</b> – Sacada - coro. . . . .	26
<b>Figura 10</b> – Telhado sem forro (fundos). . . . .	26
<b>Figura 11</b> – Telhado com forro. . . . .	26
<b>Figura 12</b> – Extintor Classe A . . . . .	27
<b>Figura 13</b> – Extintor Classe BC . . . . .	27
<b>Figura 14</b> – Fachada da Igreja São João(Pé direito). . . . .	30
<b>Figura 15</b> – Parede confrontante mais próxima. . . . .	33
<b>Figura 16</b> – Planta baixa - Térreo. . . . .	33
<b>Figura 17</b> – Planta baixa - 1º pavimento. . . . .	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	– Áreas máximas de abertura permitidas. . . . .	28
<b>Tabela 2</b>	– Cargas de incêndio específicas por ocupação. . . . .	28
<b>Tabela 3</b>	– Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio – $f_1$ . . . . .	29
<b>Tabela 4</b>	– Fatores de risco associados à posição da carga incêndio – $f_2$ . . . . .	29
<b>Tabela 5</b>	– Classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros – $f_3$ . . . . .	30
<b>Tabela 6</b>	– Classificação das edificações quanto às condições de acesso - $f_4$ . . . . .	31
<b>Tabela 7</b>	– Fator de risco de generalização- $f_5$ . . . . .	32
<b>Tabela 8</b>	– Fator de Risco Específico- $f_6$ . . . . .	34
<b>Tabela 9</b>	– Fatores de risco devido aos riscos de ativação conforme a natureza da ocupação. . . . .	36
<b>Tabela 10</b>	– Fatores de risco de ativação devidos à falhas humanas. . . . .	36
<b>Tabela 11</b>	– Fatores de risco de ativação devido à qualidade das instalações elétricas e de gás. . . . .	37
<b>Tabela 12</b>	– Fatores de risco de ativação por descarga atmosférica. . . . .	37
<b>Tabela 13</b>	– Medidas extintivas e fatores de segurança. . . . .	38
<b>Tabela 14</b>	– Medidas estruturais e fatores de segurança. . . . .	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMMG	Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais
IT	Instrução Técnica
Km	Kilometro
MJ	Megajoule
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
MG	Minas Gerais
SP	São Paulo

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\gamma$	Letra grega Gama
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivo específico	16
1.3 ESTRUTURA E DESCRIÇÃO DO TRABALHO	16
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
2.1 FUNDAMENTOS DO FOGO E DO INCÊNDIO	17
2.2 RISCOS DE INCÊNDIO	17
2.3 CLASSIFICAÇÕES DOS INCÊNDIOS EM PATRIMÔNIOS TOMBADOS	18
2.4 MÉTODOS DE EXTINÇÃO	18
2.5 SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	18
2.5.1 Extintores de Incêndio	19
2.5.2 Sistemas de Hidrantes	19
2.5.3 Iluminações de emergência	19
2.5.4 Chuveiros automáticos	20
2.5.5 Saídas de emergência	20
2.5.6 Sinalizações de emergência	21
2.6 OURO PRETO E SEUS INCÊNDIOS	22
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>23</b>
3.1 O LEVANTAMENTO DA EDIFICAÇÃO HISTÓRICA	23
3.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA DO LOCAL	27
3.3 AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO	27
3.4 EXPOSIÇÃO AO RISCO DE INCÊNDIO	35
3.5 RISCO DE INCÊNDIO	35
3.6 FATORES DE SEGURANÇA	38
3.7 COEFICIENTE DE SEGURANÇA	39
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>42</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o dicionário da língua portuguesa, incêndio significa "Fogo que se propaga e causa estragos". E ao longo da história, inúmeros casos e dos mais variados níveis de devastação foram registrados.

Quando se faz uma análise de risco de incêndio, através de instruções técnicas e levantamento de dados, é possível obter um coeficiente de segurança, o qual é comparado com os valores estabelecidos pelo Corpo de Bombeiros Militar, que indica se a edificação precisa ou não passar por um processo de melhoria do seu sistema de segurança contra incêndio e pânico.

A edificação estudada neste trabalho é conhecida como Igreja de São João Batista, localizada na cidade de Caratinga, interior de Minas Gerais, construída em 1867.

Esse patrimônio cultural foi tombado pela municipalidade em 31 de março de 1998 pelo decreto nº011/98 e apesar de não haver mais cultos religiosos no local, ele fica aberto para visitação e é um dos principais remanescentes do século XIX em Caratinga.

No ano de 2014, a "Igrejinha", assim conhecida na região, passou por obras de restauração, que foram orçadas em aproximadamente setenta e sete mil reais, e custeadas pelo Fundo Municipal de Patrimônio Cultural – com recursos provenientes do ICMS Cultural. E está sendo analisada formas de utilizá-la para outras atividades, além de visitas turísticas.

A ocorrência de um incêndio pode gerar perdas incalculáveis, como a vida, que é o bem mais precioso, e além disso há os danos materiais, que podem ser destruídos em questão de minutos e jamais recuperados.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O levantamento de dados e a análise visando os parâmetros das instruções técnicas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais, possibilita a avaliação das medidas de segurança contra incêndio e pânico exigidas nas edificações.

Assim sendo, é possível definir o quão seguro esse patrimônio é, e estabelecer as melhorias necessárias.

Visto que a igreja São João, patrimônio histórico de grande importância, passou por reforma recentemente, a análise de risco de incêndio se intensifica, pois com a reforma as intervenções podem ajudar o grau de segurança do patrimônio tombado.

Segundo o Sargento do 6º Pelotão do Corpo de Bombeiro Militar de Caratinga, Luciano Cruz, a restauração depois da ocorrência de um incêndio em um patrimônio tombado depende muito do grau do incêndio, do tempo gasto para as chamas serem controladas e da avaliação

depois da ocorrência para que se possa determinar até que ponto chegaram os danos provocados.

Assim sendo, pequenas providências podem evitar grandes desastres, dessa forma é de extrema importância fazer essa análise de risco, e maximizar a segurança das pessoas e da própria edificação.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Fazer uma análise de risco de incêndio de uma edificação histórica da cidade de Caratinga, Minas Gerais.

### 1.2.2 Objetivo específico

- Fazer um levantamento sobre a edificação;
- Verificar as medidas de segurança existentes no local;
- Identificar e avaliar o risco de incêndio da edificação histórica ;
- Verificar se a edificação é classificada como segura ou não segura de acordo com a Instrução Técnica nº35 (trinta e cinco), do Corpo de Bombeiros Militares de Minas Gerais;
- Apresentar resultados obtidos.

## 1.3 ESTRUTURA E DESCRIÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se organizado em 6(seis) capítulos.

- O capítulo 1 trata da introdução ao tema proposto, a justificativa, os objetivos, além da presente estrutura aqui descrita;
- O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica, visando o embasamento teórico conceitual sobre o assunto em discussão;
- O capítulo 3 aborda os procedimentos metodológicos adotados que possibilitaram alcançar o objetivo proposto;
- O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos;
- O capítulo 5 trata da conclusão do trabalho;
- O capítulo 6 contém as referências bibliográficas que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 FUNDAMENTOS DO FOGO E DO INCÊNDIO

Fogo pode ser definido como uma rápida reação química de oxidação de um material, onde ocorre à liberação de luz e calor, e incêndio é o fogo fora de controle. Para que haja o fogo e preciso ter três elementos básicos: Calor, oxigênio e combustível juntos formam o triângulo do fogo.

Segundo José Ribeiro (2016), a compreensão detalhada do comportamento do fogo, levando em conta engenharia, é de suma importância em qualquer uma das fases do problema global da prevenção e do combate a incêndio. É completamente necessário ao técnico ligado a área da segurança contra incêndios compreender as propriedades fundamentais dos combustíveis mais comuns, perceber como é que estas, por sua vez, estão relacionadas com a ignição e os processos que lhe seguem, e compreender quais são os mecanismos básicos que existem por detrás de uma combustão.

### 2.2 RISCOS DE INCÊNDIO

Segundo Monteiro (2010), no início da civilização, o homem descobriu como dominar o fogo dando com isso um passo histórico rumo à tecnologia. Desde então o homem passou a precisar dele em suas atividades mais essenciais a ponto de depender de seu uso para sua própria sobrevivência. O fogo controlado tornou-se um dos instrumentos mais poderosos de que o homem desfruta. Monteiro ainda afirma que devido ao aspecto desse fenômeno, seu caráter devastador e sua imprevisibilidade, o fogo torna uma fonte em potencial para se voltar contra o homem.

A Instrução Técnica Nº 35 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, que trata de segurança contra incêndios em edificações históricas, aborda diversos fatores caracterizados de risco, como por exemplo: Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio, fatores de risco associados à posição da carga incêndio, fator de risco de generalização, fator de Risco específico, dentre outros, os quais foram utilizados no cálculo de risco de incêndio dessa edificação que consta no próximo capítulo.

Segundo Gill, Negrisolo e Oliveira (2008- Monografia UFERSA, 2011 p. 17) no século passado, foram registradas grandes tragédias causadas pelo fogo. Em nosso próprio país ocorreram sinistros de proporções devastadoras: o incêndio dos edifícios Andraus(SP), Joelma(SP), Grande Avenida(SP) e do Edifício Sede da CESP(SP).

### 2.3 CLASSIFICAÇÕES DOS INCÊNDIOS EM PATRIMÔNIOS TOMBADOS

Há classificações específicas para a determinação de incêndios em patrimônios tombados, estas classificações são necessárias devido cada construção possuir particularidades diferentes.

A Instrução Técnica N° 35 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, caracteriza as edificações em C, H ou V. Sendo assim, as edificações do tipo C, são aquelas que suas características construtivas dificultam a propagação de incêndios horizontalmente e verticalmente, elementos de vedação (paredes, pisos e forros) que as limitam das demais unidades com referência ao fogo igual ou superior a 120 minutos, e diversos meios e separação de riscos (portas corta fogo, vidros resistentes ao fogo,) nas conexões com unidades vizinhas e unidades de ocupação devem ter piso máximo de 200m<sup>2</sup>. Edificação do tipo H são aquelas que por suas características construtivas, impede ou dificulta a expansão do incêndio verticalmente, ou seja, com cujas divisórias internas possuem resistência ao fogo inferior a 120 minutos, pisos e forros com resistência ao fogo maior ou igual a 120 minutos. E por último, a edificação tipo V, a qual paredes externas, divisórias internas, pisos e forros possuem resistência ao fogo inferior a 120 minutos e um volume interno não inferior a 900 m<sup>3</sup>.

### 2.4 MÉTODOS DE EXTINÇÃO

De acordo com a NR-10, os métodos para extinção do fogo são: Resfriamento, por abafamento ou pela retirada do material.

A extinção por resfriamento, consiste em resfriar a temperatura para que a emissão de calor (responsável pela temperatura de ignição), seja reduzida, conseqüentemente fazendo com que o combustível pare de gerar gases e vapores.

O abafamento consiste em impedir o contato do oxigênio com o combustível ou ao menos reduzir.

O método da retirada do material, ocorre quando um dos componentes necessários é retirado, extinguindo assim o fogo.

### 2.5 SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

A prevenção nada mais é que um agrupamento de medidas que tem como objetivo evitar que um desastre aconteça, mas não havendo essa possibilidade, que pelo menos sejam mantidos sob comando, evitando o alastramento e facilitando o combate. O combate inicia-se quando não foi possível evitar a origem do incêndio, devendo ser adotadas com isso certas medidas para que possa solucionar ou amenizar o problema.

### 2.5.1 Extintores de Incêndio

Segundo Pereira Almiron e Del Carlo (2008 - Monografia UFERSA, 2011 p. 21), os extintores de incêndio surgiram no século XV de forma rudimentar, sendo constituído de uma espécie de seringa metálica provida de um cabo de madeira, lembrando uma seringa de injeção de dimensões exageradas, sem a agulha. No século XVI, Jacob Besson inventou um extintor que era constituído de um grande recipiente de ferro montado sobre rodas, provido de um enorme gargalo curvo, que podia, dessa forma, penetrar nas aberturas dos edifícios em chamas.

Segundo Pereira Almiron e Del Carlo (2008 - Monografia UFERSA, 2011 p. 21), os extintores portáteis fazem parte do sistema básico de segurança contra incêndio em edificações e devem ter como características principais: portabilidade, facilidade de uso, manejo e operação, e tem como objetivo o combate de princípio de incêndio. A manutenção desses equipamentos juntamente com o treinamento de pessoas para seu uso é de fundamental importância para seu objetivo. Os princípios de incêndio têm características diferentes em função de sua origem elétrica ou não, e materiais combustíveis envolvidos, o que exige o uso de agentes extintores apropriados para cada caso.

### 2.5.2 Sistemas de Hidrantes

O sistema de hidrantes é julgado como um sistema fixo de combate a incêndio, agindo sob comando, liberando um jato de água sobre o foco de incêndio.

O jato de água possui uma vazão calculada e compatível ao risco do local tendo em vista proteger, controlar ou extinguir o foco de incêndio na sua fase inicial. Dessa maneira, esse sistema possibilita o início do combate ao incêndio pelos desfrutadores da edificação antes da chegada do grupamento do Corpo de Bombeiros.

Os hidrantes em edificações e áreas de risco são diferentes dos sistemas de hidrantes urbanos em relação a forma de abastecimento de água. Sistemas urbanos apresentam pontos providos de registros e uniões de engate rápido, ligado a rede pública de abastecimento, enquanto que os sistemas prediais apresentam pontos de tomada com registros e uniões de engate rápido, pode-se citar neste caso mangueiras esguichos e chave *storz* onde está ligado ao reservatório de água da edificação e não na rede pública.

### 2.5.3 Iluminações de emergência

Segundo a IT-13 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais deve-se garantir acesso controlado e desobstruído desde a área externa da edificação até o grupo motogerador (equipamento que possui um motor diesel, gasolina ou gás).

No caso de grupo motogerador instalado em local confinado, para o seu perfeito funcio-

namento, deverá ser garantido que a tomada de ar frio seja realizada sem o risco de se captar a fumaça oriunda de um incêndio. (IT-13 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, p.2).

Na condição acima descrita, o grupo motogerador deve ser instalado em compartimento resistente ao fogo por 2 horas, com acesso protegido por parede corta fogo (P90). (IT-13 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, p.2).

As unidades da fonte de energia centralizada de alimentação de iluminação de emergência, bem como seus comandos, devem ser instaladas em local não aberto ao público, sem risco de incêndio, ventilado e que não ofereça risco aos usuários (IT-13 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais p.2).

#### **2.5.4 Chuveiros automáticos**

Segundo a IT-18 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (2015) nas edificações, onde houver obrigação da instalação do sistema de chuveiros automáticos, deve-se atender a toda área de edificação, podendo deixar de englobar certas áreas, como espaços ocultos, conforme estabelece a NBR 10897, suas atualizações ou outra norma que vier substituí-la.

Para as edificações já construídas anterior à duração desta IT, que não respondam às regras atuais, cabe ao Responsável Técnico propor um requerimento detalhando os itens que necessitam de dispensa das exigências com as argumentações e a impossibilidade técnica, apresentando as medidas tranquilizadoras adotadas, para apreciação do Corpo Técnico (IT-18 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2015).

Não é autorizada a insuficiência de chuveiros pela simples presença de equipamentos elétricos. Estes equipamentos podem ser protegidos contra a descarga de água vindo destes por meio de anteparos não combustíveis. (IT-18 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2015).

Nas questões em que hidrantes e mangotes são instalados em conjunto com o sistema de chuveiros automáticos, devem ser garantidas as vazões e pressões mínimas exigidas, sendo agregadas as reservas efetivas de água para o combate a incêndios, e que respondam aos requisitos técnicos previstos nas normas técnicas oficiais. (IT-18 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2015).

#### **2.5.5 Saídas de emergência**

Segundo a Instrução Técnica de número 08 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais(2015) a saída de emergência compreende o seguinte:

- Acesso;

- Rotas de saídas horizontais, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- Escadas ou rampas;
- Descarga.

Ainda afirma que a largura das saídas deve ser dimensionada em função do número de pessoas que por elas deva transitar, observando os critérios a seguir:

- Os acessos são dimensionados em função dos pavimentos que sirvam à população;
- As escadas, rampas e descargas são dimensionadas em função do pavimento de maior população, o qual determina as larguras mínimas para os lanços (espaço entre dois patamares de uma escada) correspondentes aos demais pavimentos, considerando se o sentido da saída.

E que os acessos devem satisfazer às condições seguintes:

- Permitir o escoamento fácil de todos os ocupantes da edificação;
- Permanecer desobstruídos em todos os pavimentos;
- Ter larguras de acordo com as especificadas na Instrução Técnica 08;
- Ter pé direito mínimo de 2,50 m, com exceção de obstáculos representados por vigas, vergas de portas, e outros, cuja altura mínima livre deve ser de 2,00 m;
- Ser sinalizados e iluminados (iluminação de emergência de balizamento) com indicação clara do sentido da saída, de acordo com o estabelecido no IT- 13 (Iluminação de emergência) e na IT-15 (Sinalização de emergência).

### **2.5.6 Sinalizações de emergência**

Segundo a IT- 15 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas gerais (2015, p.2), a sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores, definidos nesta Instrução Técnica, que devem ser alocados convenientemente no interior da edificação e áreas de risco.

A sinalização de emergência se divide em sinalização básica e sinalização complementar. A Sinalização básica é constituída pelo conjunto mínimo de sinalizações que uma edificação deve expor, sendo em quatro categorias, de acordo com sua função. E a sinalização complementar, é o conjunto de sinalização composto por mensagens complementares à sinalização básica ou faixas de cor.

A sinalização pertinente de equipamentos de combate a incêndios deve estar a uma altura de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização, e de imediato acima do equipamento sinalizado. (IT- 15 do corpo de bombeiros de Minas gerais 2015).

## 2.6 OURO PRETO E SEUS INCÊNDIOS

Ouro preto é famoso por sua arquitetura antiga, por possuir muitos casarões antigos e Igrejas históricas. Porém devido a isso há grande risco de incêndio nesta cidade, pelo fato destas construções possuírem instalações muito antigas, fatores também, que contribuem para este eminente risco.

Segundo Pedro ferreira (2015), um início de incêndio na torre direita do santuário de Nossa Senhora da Conceição, no Bairro Antônio Dias, na cidade histórica Ouro Preto, Região Central de Minas, assustou os moradores e quase provocou uma tragédia para o patrimônio histórico. A igreja foi construída em 1707, onde foi enterrado o corpo do mestre Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho, e guarda várias obras do artista. Ela está fechada para reforma desde 2013. Os vizinhos perceberam a fumaça pouco antes das 22h de sexta-feira e chamaram os bombeiros, que subiram em um andaime, arrombaram uma janela lateral, passaram por dentro do forro e arrombaram uma pequena porta de acesso ao forro sobre a nave central. Os militares conseguiram eliminar as chamas usando quatro extintores de água.

Em abril de 2003, um incêndio reduziu a cinzas um casarão do século XVIII, o antigo Hotel Pilão, localizado na Praça Tiradentes, no Centro da cidade. O prédio foi reconstruído em 2006.

Em 1999, a Igreja Nossa Senhora do Carmo da cidade de Mariana, que fica ao lado de Ouro Preto, estava fechada para reforma e foi destruída em um incêndio. Sendo que somente o altar-mor ficou preservado e a igreja foi reconstruída. (Pedro ferreira, 2015).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 O LEVANTAMENTO DA EDIFICAÇÃO HISTÓRICA

Foram feitos diversos levantamentos de dados na edificação referida, tendo como objetivo obter análise de risco de incêndio através de fatores que variam de acordo com as características da edificação.

Situada na Rua Major Carlos Teixeira, Centro de Caratinga, a igreja São João tem acesso ao público diariamente em horários comerciais para visitas turísticas. Sua arquitetura pode ser observada nas imagens a seguir:

A Figura 1 mostra a vista frontal do lote onde situa a igreja São João:



**Figura 1:** Vista frontal da Igreja São João.

**Fonte:** Acervo do autor.

A partir da Figura 2 é possível observar a vista lateral da Igreja São João:



**Figura 2:** Vista lateral da Igreja São João.

**Fonte:** Acervo do autor.

A figura 3 mostra a fachada da Igreja:



**Figura 3:** Fachada da Igreja São João.  
**Fonte:** Acervo do autor.

As Figuras 4 e 5 mostram o interior da Igreja em ângulos diferentes:



**Figura 4:** Interior da Igreja São João.  
**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 5:** Interior da Igreja São João.  
**Fonte:** Acervo do autor.

A Figura 6 mostra a escada de madeira presente na edificação:



**Figura 6:** Escada de madeira.  
**Fonte:** Acervo do autor.

A Figura 7 mostra os banheiros:



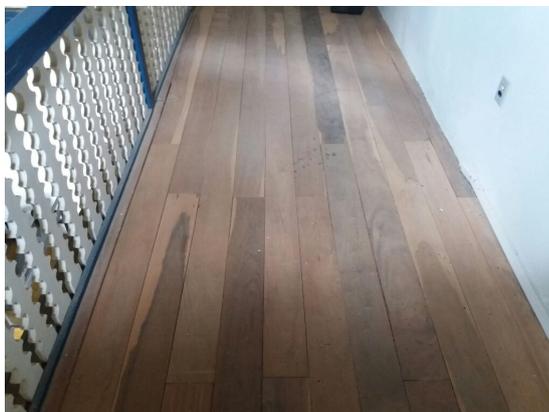
**Figura 7:** Banheiros.  
**Fonte:** Acervo do autor.

A Figura 8 mostra uma área existente nos fundos da igreja:



**Figura 8:** Área nos fundos da igreja.  
**Fonte:** Acervo do autor.

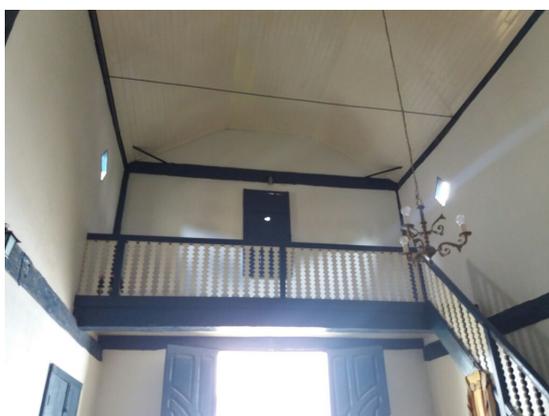
As Figuras 9, 10 e 11 se tratam da sacada (piso e peitoril de madeira), o telhado sem forro (mostrando as terças de madeira), e o telhado com forro ( sendo o forro de madeira), respectivamente:



**Figura 9:** Sacada - coro.  
**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 10:** Telhado sem forro (fundos).  
**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 11:** Telhado com forro.  
**Fonte:** Acervo do autor.

### 3.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA DO LOCAL

As medidas de segurança presentes no local eram somente extintores, sendo um de Classe A (água pressurizada) mostrado na Figura 12 , o que é correto devido ao fato de que a madeira é o material combustível predominante. E o outro Classe BC (pó químico pressurizado), como mostra a Figura 13.



**Figura 12:** Extintor Classe A  
**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 13:** Extintor Classe BC  
**Fonte:** Acervo do autor.

### 3.3 AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

De acordo com a IT-35 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, as edificações devem ser classificadas nas categorias C, H ou V. Nesse caso, as características que mais se aproximam

do patrimônio estudado é a categoria V, já que a estrutura dessa edificação possui materiais com resistência ao fogo inferior a 120 minutos, madeiras por exemplo.

Para os fins dessa classificação, ainda serão abordados os tópicos da Tabela 1 para a determinação do fator de risco de generalização.

**Tabela 1:** Áreas máximas de abertura permitidas.

DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE AS PAREDES CONFRONTANTES (m)		PORCENTAGEM MÁXIMA DA ÁREA TOTAL DAS PAREDES QUE PODEM SER ABERTAS (%)
GRUPOS		
A, B, E, F e H	C, D, G, I, J, L e M	
<1	1	4
1	2	8
2,5	5	20
5,0	10	40
7,5	15	60
10	20	80
12,5	25	100

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

De acordo com os parâmetros da Tabela 2, esse patrimônio histórico é analisado como "Igrejas e Templos", tendo assim carga de incêndio de 200 MJ/m<sup>2</sup>.

Segundo a Instrução Técnica N° 09 do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais (2015), carga de incêndio é "a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos".

**Tabela 2:** Cargas de incêndio específicas por ocupação.

OCUPAÇÃO/USO	DESCRIÇÃO	DIVISÃO	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/m <sup>2</sup> )
Locais de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinema, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F-7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F-10	x
	Igrejas e Templos	F-2	200
	Museus	F-1	300
Restaurantes	F-8	300	

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 09 (nove).

A Densidade de carga de incêndio é o valor da carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em Megajoule (MJ) por metro quadrado ( $m^2$ ) ou em quilogramas equivalente de madeira seca.

**Tabela 3:** Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio –  $f_1$ .

DENSIDADE DE CARGA INCÊNDIO (MJ/m <sup>2</sup> )	$f_1$
$\leq 200$	1,0
$200 \leq q < 300$	1,1
$300 \leq q < 400$	1,2
$400 \leq q < 600$	1,3
$600 \leq q < 800$	1,4
$800 \leq q < 1200$	1,5
$1200 \leq q < 1700$	1,6
$1700 \leq q < 2500$	1,7
$2500 \leq q < 3500$	1,8
$3500 \leq q < 5000$	1,9
$5000 \leq q < 7000$	2,0
$7000 \leq q < 10000$	2,1
$10000 \leq q < 14000$	2,2
$14000 \leq q < 20000$	2,3

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

A edificação estudada possui carga de incêndio igual a 200MJ/m<sup>2</sup>, conforme a tabela 2. Pode-se então definir através da Tabela 3, o fator de risco  $f_1$  como 1,0.

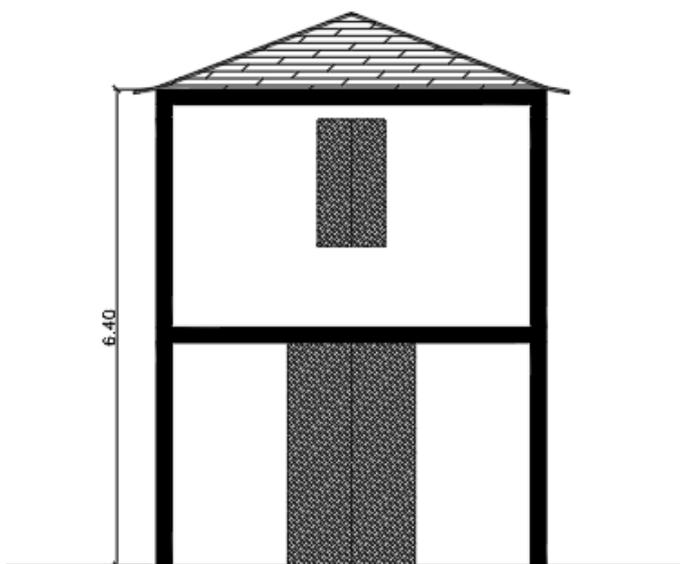
A determinação do fator de risco associada à posição da carga de incêndio  $f_2$ , se dá por meio da tabela abaixo:

**Tabela 4:** Fatores de risco associados à posição da carga incêndio –  $f_2$ .

TIPO DA EDIFICAÇÃO	PROFUNDIDADE DO SUBSOLO (m)			ALTURA DO PISO MAIS ELEVADO (m)		
	$S > 4$	$4 < S \leq 8$	$8 < S \leq 12$	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$H > 12$
C	1,0	1,9	3,0	1,0	1,3	1,5
H	1,3	2,4	4,0	1,3	1,6	2,0
V	1,5	3,0	4,5	1,5	2,0	2,3

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

Essa edificação é classificada como Edificação tipo V, e com pé direito com aproximadamente 6,40 m, como mostra a Figura 14, assim sendo, o  $f_2$  será definido como 2,0.



**Figura 14:** Fachada da Igreja São João(Pé direito).

**Fonte:** Acervo do autor.

Há uma classificação quanto à distância do corpo de Bombeiro definido na Tabela 5:

**Tabela 5:** Classificação das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros –  $f_3$ .

DENOMINAÇÃO	DISTÂNCIA(KM)	$f_3$
1-Muito próximo	$D \leq 1,6$	1,0
2- Próximo	$1 < D < 6$	1,25
3- Medianamente distância	$6 \leq D < 11$	1,6
4- Distante	$6 \leq D < 16$	1,8
5-Muito distante ou inexistente	$D > 16$	4,0

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

A edificação está localizada à 2,5 Km aproximadamente do Corpo de Bombeiro Militar da cidade de Caratinga, assim sendo ela é considerada próxima, tendo como valor de  $f_3$ : 1,25.

Há também uma classificação quanto às condições de acesso determinada a partir da Tabela 6:

**Tabela 6:** Classificação das edificações quanto às condições de acesso -  $f_4$ .

DENOMINAÇÃO DO ACESSO	CONDIÇÕES DA EDIFICAÇÃO	$f_4$
Fácil	Acesso da viatura, pelo menos a duas fachadas da edificação, quando a edificação é do tipo C ou H ou a três fachadas, quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação, ou instalação de hidrante interno ou externo, na edificação.	1,0
Restrito	Acesso a uma das fachadas, quando a edificação é do tipo C ou H, ou a duas fachadas quando a edificação é do tipo V; hidrante público a até 75 m da edificação, ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,25
Difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo na edificação.	1,6
Muito Difícil	Acesso a uma só fachada da edificação; hidrante público a mais de 75 m da edificação.	1,9

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

Segundo a localização da edificação dentro do terreno, o acesso é considerado difícil, tendo como  $f_4$  o valor de 1,6.

O fator de risco de generalização depende das características da Tabela 7:

**Tabela 7:** Fator de risco de generalização- $f_5$ .

DENOMINAÇÃO DA SITUAÇÃO DE PERIGO		DESCRIÇÃO	$f_5$
I	Paredes	Resistência ao fogo de 120 minutos, sem aberturas ou com aberturas de acordo com a Tabela 1	1,0
	Fachadas	Incombustível com aberturas obedecendo a Tabela 1	
	Empenas	Incombustível com resistência ao fogo de 120 minutos, sem aberturas	
	Cobertura	Incombustível ou combustível protegida em uma faixa de pelo menos 1,5m a partir das bordas	
II	Paredes	Resistência ao fogo de 120 minutos, sem aberturas ou com aberturas de acordo com a Tabela 1	1,5
	Fachadas	Incombustível com aberturas obedecendo a Tabela 1	
	Empenas	Combustíveis ou incombustível com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas	
III	Paredes	Resistência ao fogo de 120 minutos, sem aberturas ou com aberturas de acordo com a Tabela 1	2,0
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Empenas	Combustíveis ou incombustível com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas	
IV	Paredes	Combustíveis ou incombustíveis com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites dados na Tabela 1	3,0
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Empenas	Combustíveis ou incombustível com resistência ao fogo inferior a 120 minutos ou com aberturas acima dos limites da Tabela 1	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas	

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

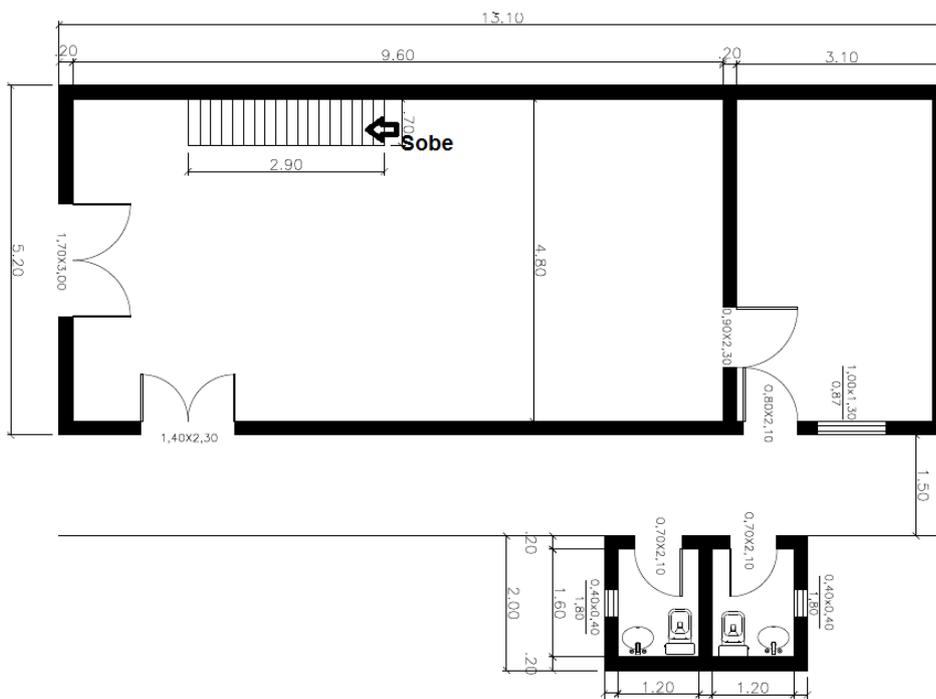
Para fins dessa classificação são utilizados os parâmetros da Tabela 1, sobre áreas máximas das aberturas permitidas. Sendo assim, a Figura 15 mostra a proximidade da parede

confrontante mais próxima.

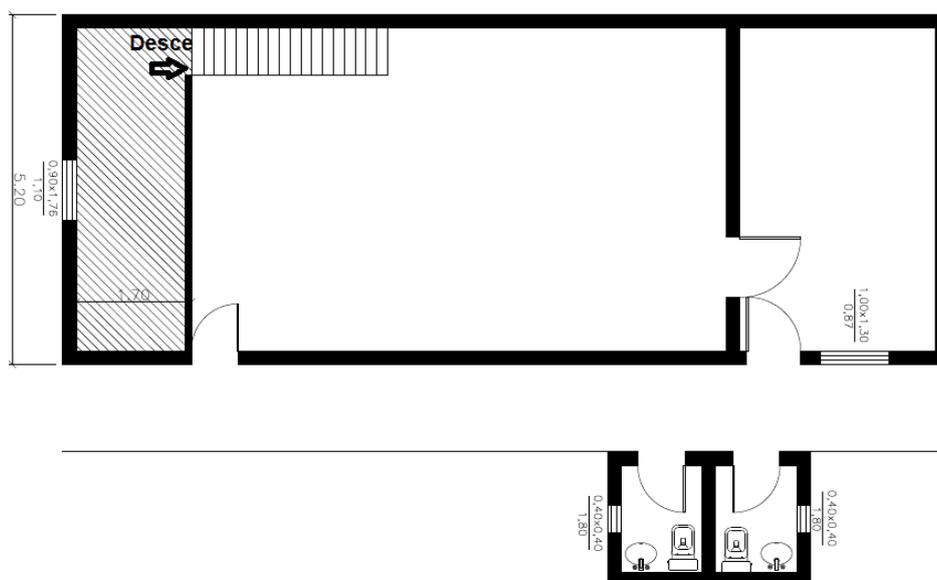


**Figura 15:** Parede confrontante mais próxima.  
**Fonte:**Acervo do autor.

Nesse caso, para distâncias menores que 1 (um metro), a Tabela 1 define que a porcentagem máxima da área total das paredes que podem ser abertas é de 4%. Porém, a partir da planta baixa mostrada nas Figuras 16 e 17, é possível perceber que nessa edificação a porcentagem é de 19,45%, ou seja, acima dos limites da Tabela 1.



**Figura 16:** Planta baixa - Térreo.  
**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 17:** Planta baixa - 1º pavimento.

**Fonte:** Acervo do autor.

Sendo :

- Área total construída: 82,96m<sup>2</sup>
- Área das paredes que podem ser abertas: 16,14 m<sup>2</sup> (Portas: 12,94 m<sup>2</sup>; Janelas: 3,20 m<sup>2</sup>)

Após observar esses parâmetros foi possível classificar o fator de risco de generalização mais compatível com a denominação da situação de perigo IV. Assim sendo temos  $f_5:3,0$ .

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais determina ainda um risco conforme o nível de tombamento, o qual é gerado através de documento pelo órgão de proteção do patrimônio histórico, denifido na Tabela 8.

**Tabela 8:** Fator de Risco Específico-  $f_6$ .

NÍVEIS DE TOMBAMENTO DA EDIFICAÇÃO	$f_6$
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:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

O tombamento da Igreja São João é de nível municipal, assim o fator de risco específico gerado é 2,2.

A partir dos parâmetros e equações estabelecidos pela Instrução Técnica nº 35 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (2015), é possível calcular a seguir, a exposição ao risco de incêndio (E), o risco de ativação do incêndio (A), o risco de incêndio (R), o fator de segurança (S), e o coeficiente de segurança ( $\gamma$ ).

### 3.4 EXPOSIÇÃO AO RISCO DE INCÊNDIO

A exposição ao risco incêndio determinada por "E", é calculada pelo produto dos fatores, a partir da Equação(1) mostrada a seguir:

Equação (1):

$$E = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6$$

Sendo:

- E: Exposição ao risco incêndio;
- $f_1$ : Fatores de risco associados à grandeza da carga incêndio;
- $f_2$ : Fatores de risco associados à posição da carga incêndio;
- $f_3$ : Fator de Risco das edificações quanto à distância do Corpo de Bombeiros;
- $f_4$ : Fator de risco das edificações quanto às condições de acesso;
- $f_5$ : Fator de risco de generalização;
- $f_6$ : Fator de Risco específico.

Podemos assim calcular a exposição ao risco de incêndio substituindo os fatores da Equação(1) pelos valores já definidos anteriormente:

$$E = 1,00 \cdot 2,0 \cdot 1,25 \cdot 1,6 \cdot 3,0 \cdot 2,2$$

$$E = 26,4$$

### 3.5 RISCO DE INCÊNDIO

O risco de incêndio, associado à edificação ou conjunto de edificações é definido pelo produto da exposição ao risco de incêndio "E", pelo fator de risco de ativação de incêndio "A". A determinação de "A" se dá pelos parâmetros das tabelas a seguir:

**Tabela 9:** Fatores de risco devido aos riscos de ativação conforme a natureza da ocupação.

DESCRIÇÃO	GRUPO DE OCUPAÇÃO	FATOR DE RISCO A <sub>1</sub>
Habitações unifamiliares multifamiliares e coletivas	A	1,25
Hotéis, pensões, pousadas, apart-hotéis e assemelhados	B	
Escolas de todos os tipos, espaços para cultura física, centros de treinamento e outros	E	
Comércios e centros de compras	C	1,50
Escritórios, agências bancárias, oficinas de eletrodomésticos, laboratórios fotográficos, de análises clínicas e químicos	D	
Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, boates, clubes, salões de baile	F-6 , F-8	
Locais de reunião de público que não os anteriores	F1 à F11, exceto os grupos anteriores	1,00

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

A natureza de ocupação que mais se aproxima das características funcionais do ambiente é o fator de risco equivalente a 1,0.

**Tabela 10:** Fatores de risco de ativação devidos à falhas humanas.

DESCRIÇÃO	FATOR DE RISCO A <sub>2</sub>
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez por ano	1,00
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez a cada dois anos	1,25
Usuários não treinados	1,75

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

O fator de risco de ativação devidos à falhas humanas é alto devido ao fato de que o local recebe visitantes diariamente. Assim sendo o valor é definido por 1,75, referente a usuários não treinados.

**Tabela 11:** Fatores de risco de ativação devido à qualidade das instalações elétricas e de gás.

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

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

O local não utiliza gás e as instalações elétricas são usadas regularmente. Assim sendo, o fator de risco é baixo, e o valor que mais se aproxima das características é o fator de risco 1,0.

**Tabela 12:** Fatores de risco de ativação por descarga atmosférica.

CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	FATOR DE RISCO A <sub>4</sub>
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção regular.	1,00
Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis; manutenção irregular.	1,25
Inexistente	1,50

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas Nº 35 (trinta e cinco).

Como a proteção contra descarga atmosférica no local é inexistente o seu fator de risco é de 1,5.

De acordo com as características da edificação, e os parâmetros oferecidos pelas tabelas, é possível encontrar o risco de ativação do incêndio por meio da Equação (2) mostrada a seguir:

Equação (2):

$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4$$

Sendo:

- A: Risco de ativação do incêndio;
- A<sub>1</sub>: Fator de risco devido aos riscos de ativação conforme a natureza da ocupação;

- A<sub>2</sub>: Fator de risco de ativação devido à falhas humanas;
- A<sub>3</sub>: Fator de Risco de ativação devido à qualidade das instalações elétricas e de gás;
- A<sub>4</sub>: Fator de risco de ativação por descarga atmosférica.

Assim sendo,

$$A = 1,0 \cdot 1,75 \cdot 1,0 \cdot 1,5$$

$$A = 2,62$$

Após calcular os valores de "E-Exposição do risco ao incêndio, e "A- Risco de ativação do incêndio, pode-se determinar o "R- Risco de incêndio a partir da Equação (3):

Equação (3):

$$R = E \cdot A$$

Assim sendo:

$$R = 26,4 \cdot 2,62$$

$$R = 69,16$$

### 3.6 FATORES DE SEGURANÇA

O fator de segurança total, é definido pelo produto dos fatores de segurança associados às medidas de proteção ativa e passiva da edificação.

Através do levantamento feito no patrimônio, foi possível identificar que a medida de segurança existente no local são os extintores. No trecho da tabela abaixo é possível identificar o fator de segurança correspondente:

**Tabela 13:** Medidas extintivas e fatores de segurança.

DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	FATOR DE SEGURANÇA
Aparelhos extintores	S <sub>4</sub>	1,00

**Fonte:** CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

E o fator de segurança referente à resistência ao fogo da estrutura (minutos), pode ser definido pela tabela abaixo:

**Tabela 14:** Medidas estruturais e fatores de segurança.

RESISTÊNCIA AO FOGO DA ESTRUTURA (minutos)	SÍMBOLO	FATOR DE SEGURANÇA
$\geq 30$	$S_{1\ 2}$	1,00
$\geq 60$	$S_{1\ 3}$	2,00
$\geq 90$	$S_{1\ 4}$	3,00
$\geq 120$	$S_{1\ 5}$	4,00

**Fonte:**CBMMG. Instruções Técnicas N° 35 (trinta e cinco).

Considerando que foram demonstradas acima somente as medidas de segurança presentes na edificação estudada, e como a estrutura é composta por pilares, terças e forros de madeira, o "S" pode ser obtido a partir da Equação (4):

Equação (4):

$$S = S_4 \cdot S_{1\ 4}$$

Assim sendo:

$$S = 1 \cdot 3,0$$

$$S = 3,0$$

### 3.7 COEFICIENTE DE SEGURANÇA

É possível obter o coeficiente de segurança através da razão do fator de segurança "S", e o risco global de incêndio "R", conforme a Equação (5):

$$\gamma : S/R$$

**Assim sendo,**

$$\gamma : 3,0/69,16$$

$$\gamma : 0,04$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O coeficiente de segurança mínimo aceitável para uma edificação ser considerada segura, deve ser igual a 1 (um), definido periodicamente pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado. Sendo assim, classifica-se como segura a edificação histórica se  $\gamma \geq \gamma_{min}$ .

De acordo com os parâmetros da Instrução Técnica N° 35 do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais, foi possível chegar aos seguintes resultados:

- A exposição ao risco de incêndio:

$$E=26,4$$

- O risco de ativação do incêndio:

$$A= 2,62$$

- O risco de incêndio:

$$R= 69,16$$

- Fatores de segurança:

$$S= 3,0$$

Após feito os devidos levantamentos na obra e executado o cálculo de acordo com os parâmetros da Instrução Técnica N° 35, foi possível chegar a um coeficiente de valor 0,04, sendo abaixo do coeficiente mínimo aceitável para uma edificação ser considerada segura.

Esse resultado não significa necessariamente que ocorrerá um incêndio na edificação, porém, de acordo com os limitados fatores de segurança pode-se concluir que o risco de incêndio é muito alto.

Para melhorar esse quadro é necessário um projeto de instalação de sistema de prevenção de incêndio. A elaboração desse projeto deve estar de acordo com as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiro Militar do Estado que contém diversos parâmetros. Dentre eles:

- Componentes de segurança;
- Características técnicas dos equipamento;
- Sistema de Chuveiros Automáticos

- Demanda de água e as indicações referentes à execução das instalações;
- Preventivo por Extintores e Hidráulico (este se for necessário);
- Saídas e iluminação de emergência;
- Proteção contra descargas atmosféricas;
- Sistema de alarme e detecção de incêndio;
- Sinalização de emergência;

Ou seja, o projeto preventivo deverá conter a definição, dimensionamento e representação do sistema de prevenção e combate a incêndio, contendo a localização precisa dos componentes, características técnicas dos equipamentos do sistema, demanda de água, bem como as indicações necessárias à execução das instalações (memoriais desenhos e especificações). Entende-se também que tudo deve estar de acordo com os parâmetros que o Corpo de Bombeiros Militar estabelece para que seja feita a análise e aprovação do projeto de segurança contra incêndio e pânico.

Com o melhoramento no sistema de segurança contra incêndio deste patrimônio, os riscos diminuem consideravelmente, permitindo assim um aumento no fator de segurança e minimizando a probabilidade de que um desastre causado pelo fogo destrua o local.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo sobre análise de risco em uma edificação, buscou através de instruções técnicas normativas e levantamentos de dados, verificar quanto à segurança contra incêndio em um patrimônio tombado da cidade de Caratinga-MG.

Essas verificações permitem classificar a edificação como segura ou não segura, definindo assim a necessidade de passar por um processo de melhoramento em seu sistema de segurança contra incêndio e pânico, permitindo minimizar a ocorrência de acidentes desse gênero, preservando assim vidas e o próprio patrimônio.

A edificação estudada obteve um coeficiente de segurança  $\gamma$  de 0,04, sendo então abaixo do mínimo estabelecido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais, isso significa que a edificação deve passar por um processo de melhoria do seu sistema de segurança contra incêndio e pânico. Como foi possível observar, os fatores de riscos são diversos, e os fatores de segurança são mínimos, o que conseqüentemente gerou um coeficiente de segurança baixo.

Um incêndio tem conseqüências sociais e econômicas e caso sejam executadas as medidas preventivas de proteção e combate, se torna possível minimizar danos e perdas causados por esse desastre que pode assolar o bem mais precioso, a vida.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOLINS, H. A.; BIANCHINI, F. J.; NOMELLINI, L. H. Saídas de emergência em edificações. In: SEITO, A. I. (Org.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p.101-121.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 10898: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.24p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 9077: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. 36p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 13434-1: sinalização de segurança contra incêndio e pânico – parte 1:princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004. 15p.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 09/2015- Carga Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 35/2015 - Segurança Contra Incêndio em Edificações Históricas. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 06/2015 - Segurança Estrutural das Edificações. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 13/2015 - Iluminações de emergência. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 08/2015 - Saídas de emergência. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 18/2015 - Sistema de Chuveiros Automáticos. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CBMMG). Instrução Técnica 15/2015 - Sinalização de Emergência. Belo Horizonte, Novembro de 2015.
- CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DE SANTA CATARINA. Centro de Ensino Bombeiro Militar. Guia para elaboração de trabalhos acadêmicos. Santa Catarina, 2010. Disponível em:<[http://www.cb.sc.gov.br/biblioteca/index.php?option=com\\_contentview=articleid=54](http://www.cb.sc.gov.br/biblioteca/index.php?option=com_contentview=articleid=54)> . Acesso em: 10 nov. 2016.
- DEL CARLO, U.; ALMIRON, H. A.; PEREIRA, W. Sistemas de proteção por extintores portáteis de incêndio. In: SEITO, A. I. (Org.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 223-231.

- IGREJA HISTÓRICA DE OURO PRETO TEM PRINCÍPIO DE INCÊNDIO. Disponível em: <[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/23/interna\\_gerais,650664/igreja-historica-de-ouro-preto-tem-principio-de-incendio.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/23/interna_gerais,650664/igreja-historica-de-ouro-preto-tem-principio-de-incendio.shtml)>. Acesso em 01 nov. 2016.
- CRUZ, Luciano. Entrevista concedida a Alan Matias de Oliveira. Caratinga, 10 de nov. 2016.
- FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Manual de orientação à prevenção e ao combate a incêndio. Disponível em:<<http://file.fde.sp.gov.br/portalfde/Arquivo/DocRedeEnsino/ManualIncendio.pdf>> Acesso em 11 nov. 2016.
- MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO. Disponível em:<<http://www.cursor10.com/metodos-de-extincao-do-fogo>>. Acesso em 25 out.2016.
- OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.; GUIMARÃES, A. P. Sistemas de combate a incêndio com água. In: SEITO, A. I. (Org.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 233-255
- PIOLLI, O. J. Sistemas Fixos de Combate a Incêndio. 2003. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil Com Ênfase Ambiental), Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.
- SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008, Cap. IV, p. 35-54.
- SOUZA, Lúria Alves de. "Classificação dos extintores de incêndio"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/classificacao-dos-extintores-incendio.htm>>. Acesso em 14 de novembro de 2016.