CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
“Coronel Osmar Alves Pinheiro”
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS

Cadete BM/2 **J**OSÉ **FLÁVIO** NETO

ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E TOMBADAS

BRASÍLIA
2022

Cadete BM/2 **J**OSÉ **FLÁVIO** NETO

ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E TOMBADAS

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Ten-Cel. QOBM/Comb. **RODRIGO** ALMEIDA **FREITAS**

BRASÍLIA
2022

Cadete BM/2 **J**OSÉ **FLÁVIO** NETO

ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E TOMBADAS

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: 17/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

_____
VICTOR GONZAGA DE **MENDONÇA** – Maj. QOBM/Comb.
Presidente

_____
RAFAEL **C**OSTA **GUIMARÃES** – 1º Ten. QOBM/Compl.
Membro

_____
MATHEUS DE SOUZA **JUNQUEIRA** – 1º Ten. QOBM/Comb.
Membro

_____
RODRIGO ALMEIDA **FREITAS** - Ten-Cel. QOBM/Comb.
Orientador

RESUMO

Os patrimônios históricos e tombados possuem fragilidades relativas à proteção de suas estruturas contra incêndio. O objetivo desse trabalho foi implementar um método de análise de risco de incêndio e cálculo de coeficiente de segurança para os patrimônios tombados no DF, com vistas a gerar maior segurança a tais edificações. Os procedimentos metodológicos utilizados em relação à natureza e abordagem do problema é dita qualitativa e quantitativa; quanto a sua finalidade é uma pesquisa aplicada; quanto a seus objetivos é dita exploratória; já os métodos utilizados para a abordagem e obtenção de dados foram pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso. Os resultados mostraram que alguns estados já mostraram preocupação com o tema, mas que ainda o assunto é incipiente. Verificou-se que o CBMDF demonstrou interesse pelo tema através de atos normativos, mas que sua análise de risco de incêndio ainda não é direcionada para os patrimônios históricos. Entre os métodos de análise de risco de incêndio mais conhecidos, o mais adaptado entre aqueles pesquisados, foi a análise de risco global. A conclusão deste estudo foi que os corpos de bombeiros necessitam prover atenção compatível com o patrimônio histórico ou tombado. A omissão pode resultar em perdas irreversíveis, afim de evitar a ocorrência desses desastres, a aplicação do método de análise global pode ser eficaz em reduzir os riscos desses locais, sendo capaz de gerar mais segurança sem descaracterizar o aspecto histórico ou tombado da edificação.

Palavras-chave: Patrimônios históricos; Patrimônios tombados; Coeficiente de segurança; Análise de risco de incêndio.

FIRE RISK ANALYSIS: SAFETY MEASURES AGAINST FIRE AND PANIC IN HISTORIC AND LISTED BUILDINGS

ABSTRACT

Historic and listed patrimonies have weaknesses related to the protection of their structures against fire. The objective of this work was to implement a method of fire risk analysis and calculation of the safety coefficient for the heritage listed in Federal District, in order to generate greater security for such buildings. The methodological procedures used in relation to the nature and approach of the problem are said to be qualitative and quantitative; the purpose is considered an applied research; for its objectives, it is said to be exploratory; the methods used to approach and obtain data were bibliographic research, documental research and case study. The results showed that some states have already shown concern about the issue, but it is still incipient. It was found that the CBMDF showed interest in the subject through normative acts, but its fire risk analysis is not yet directed to historical heritage. Among the most well-known fire risk analysis methods, the most adapted among those surveyed was the global risk analysis. The conclusion of this study was that the fire department of Federal District needs to provide attention compatible with the historic or listed heritage. The omission can result in irreversible losses. In order to avoid the occurrence of these disasters, the application of the global analysis method can be effective in reducing the risks of these places, being able to generate more security without mischaracterizing the heritage buildings.

Keywords: *Historic heritage; Listed heritage; Safety coefficient; Fire risk analysis.*

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho delimita um tema sensível ao cenário dos incêndios: os incêndios em patrimônios históricos e/ou tombados. É fato que as técnicas de combate estão avançando de forma exponencial, ainda assim é necessário um passo adiante para atuarem de maneira específica para a prevenção de incêndios em estruturas históricas, tendo em vista a singularidade do conteúdo abrigado por elas e os desastres, não raros, que ocorrem.

O trabalho pretende ainda, realizar um levantamento de estruturas históricas que necessitam de uma particular proteção contra incêndio, sem, entretanto, alterar seu aspecto histórico, levando em consideração para isso os aspectos de risco e de comportamento dos incêndios.

É apresentado para isso, uma fundamentação teórica que perpassa desde o comportamento do fogo e características construtivas, até o cálculo de índices que refletem o grau de risco presente nessas estruturas.

Ademais, procura-se responder ao seguinte problema de pesquisa: **Qual o método de análise de risco de incêndio que pode ser implementado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) afim de assegurar uma maior segurança às edificações tombadas no Distrito Federal?**

A partir do problema que a corporação enfrenta, nota-se que o CBMDF possui normas técnicas (NT) e regulamentos que tratam diretamente da análise de riscos em edificações e Segurança contra Incêndio e Pânico (SCIP): NT 01, NT 02 e o Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico (RSIP). Nestes, a análise desses riscos leva em conta aspectos gerais tais como: carga de incêndio, altura da edificação, área dos pavimentos, dentre outros. Entretanto, nenhuma norma atende especificamente as necessidades dos patrimônios históricos ou tombados.

Adaptações de sistema de proteção contra incêndio e pânico poderiam descaracterizar o aspecto histórico da edificação caso tratada de maneira ordinária, sendo relevante então, ponderar até onde os sistemas de prevenção seriam auxiliares na proteção sem retirar a historicidade da edificação.

É importante, então, ter medidas quantitativas e qualitativas a respeito do risco de incêndio nesses locais considerados especiais. O método mais comum para cálculo de risco de incêndio em estruturas é o Método Gretener, mas novamente, este método não atende às especificidades dessas estruturas. Sendo necessário adotar um que esteja alinhado com a particularidade dessas localidades.

Para o CBMDF, um tratamento específico para esses locais, resultaria em um entendimento de suas particularidades, promovendo assim, a evolução nas técnicas de prevenção e combate ao incêndio, permitindo uma atuação estratégica em edificações históricas e/ou tombadas. Consequentemente, a sociedade seria elevada a uma maior sensação de segurança e a corporação, ao adotar um método de cálculo de riscos para esses patrimônios, visaria não só evitar ou mitigar desastres, mas também preservar a cultura e história da sociedade.

A presente obra objetiva, de forma geral, **implementar um método de análise de risco de incêndio e cálculo de coeficiente de segurança para os patrimônios tombados no DF, com vistas a gerar maior segurança a tais edificações.** Além disso, como maneira de atingir o objetivo maior da pesquisa e torná-lo alcançável, são etapas importantes desta obra:

a) Demonstrar a razão do tratamento diferenciado na prevenção a incêndios em patrimônios históricos;
b) Expor os principais métodos de cálculo de riscos de incêndios para edificações históricas;
c) Demonstrar como a análise de risco de incêndio e os métodos de segurança contra incêndio e pânico estão presentes nas normas do CBMDF;
d) Demonstrar, através de uma memória de cálculo, como a relação entre fatores de risco de incêndio e sistemas de segurança contra incêndio contribuem para o cálculo do risco de incêndio e do coeficiente de segurança do plenário Ulysses Guimarães; bem como oferecer uma metodologia para aplicar o método a outras edificações tombadas e/ou históricas.

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados, a pesquisa em apreço é classificada em relação às áreas do conhecimento como Engenharias; em relação à natureza e abordagem do problema, segundo Silveira (2011) é dita qualitativa e quantitativa; para Gil (2017) quanto a sua finalidade é uma pesquisa aplicada; quanto a seus objetivos é dita exploratória; já os métodos utilizados para a abordagem e obtenção de dados, análise e interpretação cita-se: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso.

O artigo é organizado em capítulos para a melhor compreensão do problema de pesquisa, quais sejam: introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e discussão, considerações finais, referências e, por último, anexos. É importante ressaltar que, conforme necessidade, os capítulos foram subdivididos em tópicos para um entendimento mais eficaz acerca do assunto.

.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O cenário de patrimônios históricos e tombados é um tema sensível à humanidade. O museu Nacional do Rio de Janeiro, consumido pelas chamas em 2018 foi mais um infeliz caso de incêndio. Incêndios nesses locais são de acordo com Carneiro (2018, p.1):

> [...] Um grande fator de risco para museus não só no Brasil, mas em todo o mundo, pela combinação de fatores como grande quantidade de materiais orgânicos inflamáveis e prédios históricos antigos com falta de estrutura e de manutenção, além da legislação inadequada, gestores com curto período de mandato e descaso com a cultura.

Alguns estados que vivem essa realidade já iniciaram a adoção de medidas para a mudança nesse panorama, como por exemplo o estado de Minas Gerais ao lançar a instrução técnica 35 que possui como objetivo:

> Estabelecer as medidas de segurança contra incêndio e pânico, visando atender as condições mínimas aceitáveis para proteção das edificações que compõem o patrimônio cultural protegido no Estado de Minas Gerais (CBMMG, 2021, p.2).

2.1. Patrimônios Históricos

Conforme consta no sítio do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN):

> De acordo com a classificação da UNESCO, o Patrimônio Cultural é composto por monumentos, grupos de edifícios ou sítios que tenham valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico ou antropológico. Incluem obras de arquitetura, escultura e pintura monumentais ou de caráter arqueológico, e, ainda, obras isoladas ou conjugadas do homem e da natureza. São denominadas Patrimônio Natural as formações físicas, biológicas e geológicas excepcionais, *habitats* de espécies animais e vegetais ameaçadas e áreas que tenham valor científico, de conservação ou estético excepcional e universal (IPHAN, 2021a).

No Brasil, a constituição de 1937 deu atenção especial ao tema, segundo o referido documento:

> Os monumentos históricos, artísticos e naturais, assim como as paisagens ou os locais particularmente dotados pela natureza, gozam da proteção e dos cuidados especiais da Nação, dos Estados e dos Municípios. Os atentados contra eles cometidos serão equiparados

> aos cometidos contra o patrimônio nacional (ESTADOS UNIDOS DO BRASIL, 1937, Art. 134).

O patrimônio cultural do Distrito Federal (DF) pode ser entendido de acordo com três grupos (IPHAN, 2021b):

- Bens e valores preexistentes à construção de Brasília;
- Bens e valores constituídos durante a implantação de Brasília;
- Bens culturais referenciados ao processo de consolidação do DF.

Segundo o Iphan (2021a): “O tombamento é o instrumento de reconhecimento e proteção do patrimônio cultural mais conhecido, e pode ser feito pela administração federal, estadual e municipal.”

No DF algumas das edificações tombadas são: Catedral Metropolitana de Brasília, Catetinho, Teatro Nacional, Capela Nossa Senhora de Fátima, Congresso Nacional (onde inclui-se Câmara dos Deputados), Memorial dos Povos Indígenas, Memorial JK, conjunto dos Ministérios e anexos, Conjunto do Palácio da Alvorada (incluindo a capela), Palácio da Justiça, Palácio do Planalto, Palácio Itamaraty e anexos, Palácio Jaburu, Praça dos Três Poderes, Quartel General do Exército e Supremo Tribunal Federal (IPHAN, 2021b).

2.1.1. Aspectos determinantes para o risco de incêndio em espaços urbanos históricos

As principais edificações históricas comumente encontradas são igrejas, museus e bibliotecas. Segundo Lersch (2003), suas características construtivas são variadas e dependentes principalmente da disponibilidade de material à época. Inicialmente eram preparadas de forma artesanal, utilizando principalmente materiais como madeira e pedra. Posteriormente, com o aprimoramento das olarias, materiais cerâmicos ganharam espaço, substituindo as pedras nas construções do tipo alvenaria.

Para Gouveia (2006), incêndios nos locais históricos são potencialmente muito severos. A justificativa de tal apontamento é devido às perdas irreversíveis

causadas às edificações e aos bens de valores culturais nelas contidos, assim como ao risco de propagação às edificações no entorno.

As características que tornam essas edificações típicas especialmente vulneráveis são, em ordem de importância (GOUVEIA, 2006):

- Os materiais empregados e os processos construtivos;
- A organização do espaço edificado em uma época que os conhecimentos de segurança contra incêndio eram rudimentares;
- O uso atual dos espaços, com as consequentes modificações;
- O espaço urbano em que se inserem, que, geralmente restringem às atividades de combate ao incêndio nesses locais.

De acordo com Benito (1983 *apud* SILVA, 2003), a incidência de incêndios em edificações históricas pode ser justificada por algumas características capazes de potencializar o princípio de incêndio. Essas características podem possuir um peso de sobremaneira a evitar a sua extinção antes que comprometa as estruturas das edificações. Algumas dessas características, para Benito (1983 *apud* SILVA, 2003) são:

2.1.1.1. Características Construtivas

A maioria das edificações históricas, devido ao tempo de construção, possuem uma característica construtiva baseada em alvenaria no perímetro externo. Entretanto, diversas das compartimentações verticais e horizontais são feitas predominantemente em madeira, um material extremamente combustível. Devido à alta combustibilidade da madeira, e à alta capacidade de retenção de calor das estruturas de alvenaria, tem-se aqui características capazes de agravar um incêndio estrutural.

2.1.1.2. Implantação

Diversos locais no Brasil e no mundo possuem estruturas construtivas semelhantes. Geralmente são construídas sem afastamentos frontais ou laterais, e quase sempre ocupam a totalidade do terreno. Dado isso, o contato entre

edificações é prejudicial no controle de um incêndio, tendo em vista que devido à proximidade, o fogo pode se propagar através da radiação, principalmente para estruturas pouco afastadas; ou mesmo através do fenômeno da condução, geralmente para estruturas em contato físico com o local do incêndio.

2.1.1.3. Conservação da edificação

Deve ser levado em conta a realização periódica de manutenções e suas instalações. A sua não realização eleva o risco de incêndio nestes locais.

2.1.1.4. Ocupação

Devido às diversas adaptações feitas ao longo do tempo para que as edificações históricas se adequassem aos novos usos, alguns tipos de materiais e equipamentos foram implementados sem, no entanto, terem sido tomadas na maioria das vezes o cuidado necessário no que se refere à segurança contra incêndio dessas estruturas, o que eleva ainda mais o risco de incêndio.

2.1.1.5. Instalações

As altas demandas de cargas elétricas somadas às instalações precárias, formam um cenário ideal para o início de incêndios. Essas instalações, quando feitas por profissionais certificados, em conjunto com manutenção periódicas, são capazes de reduzir o risco de incêndio a um risco aceitável.

Já em relação às instalações específicas para o combate a incêndio, Silva (2003, p. 98) destaca que é preciso que:

> A edificação atenda a requisitos específicos mínimos para a sua implantação, em especial a disponibilidade de espaço físico e estabilidade estrutural, requisitos de difícil atendimento quando do tratamento de edificações já existentes e de limitada intervenção. Nestes casos torna-se necessária uma criteriosa avaliação para determinar quais são os dispositivos de combate a incêndios adequados à problemática existente.

Vale ressaltar que deve ser feito uma análise de viabilidade econômica na implantação e manutenção das instalações, de maneira que seu custo não venha

a inviabilizar o uso fim das instalações devido ao alto valor de implementação, o que poderia resultar em seu uso de maneira irregular, aumentando ainda mais os riscos de incêndio nesses locais (BENITO, 1983 *apud* SILVA, 2003).

2.1.1.6. Legislação

De acordo com Silva (2003, p.98):

> As normalizações existentes, na sua maioria para edificações novas, não são adequadas muitas vezes para o tratamento de edificações antigas. A simples exigência de sistemas de combate a incêndios seja por extintores ou hidrantes não minimiza os riscos de princípios de incêndio nestas edificações. Soma-se a isto o fato de que muitas vezes as edificações não comportam física e estruturalmente os sistemas fixos de combate a incêndios exigidos. Necessita-se de uma nova abordagem e tratamentos específicos no que se refere à segurança contra incêndios em edificações ou espaços urbanos históricos.

2.2. Carga de Incêndio Nas Edificações

Segundo o Manual Básico de Combate ao Incêndio módulo 1 CBMDF (2009, p. 121), a carga de incêndio é:

> A quantidade total de material combustível existente em um prédio, espaço ou área passível de ser atingida pelo fogo, incluindo materiais de acabamento e decoração, expressos em unidades de calor ou em peso equivalente de madeira.

Para Gouveia (2006), a carga de incêndio refere-se à quantidade total de energia passível de ser liberada na ocorrência de um incêndio. Para esta variável a unidade de medida é o Joule, símbolo J.

O Decreto Estadual n 46.076 do Estado de São Paulo (2001) definiu graus de risco para ambientes baseados na carga de incêndio presente no local. É considerado uma edificação com alto risco de incêndio, por exemplo, aquelas em que sua carga de incêndio é superior a 1200MJ/m2.

2.3. Dinâmica do Incêndio

De acordo com o Manual Básico de Combate ao Incêndio módulo 1 CBMDF (2009, p. 114), Dinâmica do Incêndio é:

> O comportamento do incêndio quanto à sua propagação em um ambiente, confinado ou não, dentro das suas fases. A dinâmica do incêndio é diretamente influenciada pelos diversos fatores, variáveis caso a caso, tais como: a temperatura atingida no ambiente, projeto arquitetônico da edificação, o comportamento da fumaça e a carga de incêndio.

2.3.1. Fases do Incêndio

Nenhum incêndio é igual a outro, mas é possível observar semelhanças genéricas entre eles ao longo de seu desenvolvimento, são as fases do incêndio, segundo o Manual Básico de combate a incêndio do CBMDF:

> Reconhecendo as diferentes fases, os bombeiros podem compreender melhor todo o desenvolvimento e combater o incêndio em diferentes níveis, com as táticas e ferramentas mais adequadas em cada etapa. Se o bombeiro conhece bem as fases e as técnicas adequadas para atuar em cada uma delas o incêndio será debelado com eficiência (CBMDF, 2009, p. 114).

2.3.1.1 Fase inicial

Para o Manual Básico de Combate a Incêndio CBMDF (2009), é a fase que ocorre assim que a ignição de algum material combustível tem início. O foco de incêndio está restrito ao objeto inicial, e geralmente neste momento é possível extinguir esse foco de incêndio apenas com extintores. A temperatura no ambiente ainda é baixa, porém combustível e oxigênio são abundantes no local.

2.3.1.2 Fase crescente

Após a fase inicial, o incêndio sofre incubação, dando início à fase crescente. A temperatura ainda é relativamente baixa, porém inicia-se um grande aumento na liberação de calor para o ambiente. A concentração de oxigênio decai enquanto as chamas tendem a aumentar. “A propagação dependerá muito da quantidade e forma do material combustível no ambiente” (CBMDF, 2009, p. 115).

Ainda segundo o mesmo manual, nesta fase, a liberação de calor e o aumento exponencial da temperatura, fazem com que os materiais presentes no local do foco comecem a sofrer pirólise (degradação térmica), que é quando os materiais combustíveis começam a depreender gases inflamáveis capazes de

entrarem em ignição. É uma fase de extrema importância. Caso não controlada, pode avançar para a fase generalizada, o que significaria a perda do controle do incêndio, sendo assim, patrimônios inteiros e vidas estariam em real perigo.

2.3.1.3 Fase totalmente desenvolvida

Neste momento, o incêndio atinge sua força máxima. O nível de oxigênio começa a decair devido ao seu consumo no processo de combustão. Devido ao processo de convecção, a diferença de temperatura entre a altura do teto e o piso é altíssima. “Daí a importância do combate ser feito de joelhos ou agachado” (CBMDF, 2009, p. 116).

Na fase totalmente desenvolvida, para o Manual Básico de Combate a Incêndio do CBMDF (2009), o comportamento da fumaça e o fato de o incêndio ser restrito a um ambiente fechado ou aberto pode influenciar consideravelmente na sua propagação. Em museus, a comunicação entre os ambientes pode fazer com que a fumaça atinja outros ambientes. Esta, por ser inflamável e carregar muita energia em forma de calor, pode propagar o incêndio para outros locais.

Para melhor compreensão, o fogo é composto por 4 elementos, o que quer dizer que sem algum desses elementos, o fogo não se sustenta, são eles: combustível, comburente, calor e reação em cadeia. Ao conjunto desses elementos dá se o nome de Tetraedro do Fogo. De acordo com o Manual Básico de Combate a Incêndio CBMDF (2009, p. 12):

> Tetraedro do fogo é a combinação do combustível com o oxigênio, na presença de uma fonte de calor, em uma reação química em cadeia, liberando energia em forma de luz e mais calor, além de outros produtos químicos.

2.3.1.4 Fase final

Também chamada de fase decrescente, ocorre quando quase todo oxigênio e materiais combustíveis já foram consumidos. Neste momento as chamas já diminuíram seu tamanho. É de grande importância que seja monitorado, já que uma entrada abrupta de ar pode reacender as chamas e voltar para a fase anterior. Sua temperatura ainda é elevada (CBMDF, 2009).

2.4. Normas do CBMDF sobre SCIP e Risco de incêndio

O CBMDF possui normas específicas para Segurança Contra Incêndio e Pânico e Risco de Incêndio e Carga de Incêndio. De acordo com o decreto de 21.361 de 2000, que aprova o RSIP, o regulamento aprovado estabelece em seu Art 2º: “[...] os requisitos mínimos exigíveis nas edificações e no exercício das atividades pertinentes à matéria de que trata e fixa critérios para o estabelecimento de normas técnicas de SCIP[...]” (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2000, p.1).

No Art. 3º do mesmo ato normativo, é concedida a liberdade ao CBMDF para exigir quesitos além daqueles constantes no regulamento e assim: “[...] determinar outras medidas que, a seu critério técnico, julgar necessárias ou convenientes à prevenção contra incêndio e pânico” (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2000, p.1).

No ano de 2016 foram publicadas duas Normas Técnicas (NT). A primeira delas, a NT 01 tem por objetivo:

> [...]estabelecer as medidas de segurança contra incêndio em edificações e áreas de risco no Distrito Federal conforme suas ocupações e usos, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal (RSIP-DF), aprovado pelo Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000 (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (Brasil), 2016a, p.1).

Já a NT 02, dispõe a respeito do Risco de Incêndio e a Carga de incêndio nas edificações. Esta tem por objetivo:

> [...]definir o risco de incêndio para as edificações e áreas de risco do Distrito Federal, conforme suas ocupações e usos, assim como, estabelecer os valores característicos de carga de incêndio destes locais, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal (RSIP-DF), aprovado pelo Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000 (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (Brasil), 2016b, p.1).

O CBMDF conta ainda com instrução normativa que inova na preocupação com edificações tombadas, a instrução normativa IN 002/2016 tem o objetivo:

> [...]estabelecer os procedimentos a serem adotados pelos analistas de projetos da Diretoria de Estudos e Análise de Projetos (DIEAP) no

> exercício das atividades de análise dos projetos de arquitetura e de instalação contra incêndio e pânico para edificações antigas e tombadas, conforme definições constantes no item 04 (CBMDF, 2016).

2.5. Risco de Incêndio em Patrimônios Tombados

Gouveia (2006), faz questão de distinguir os conceitos de perigo e risco quando relacionados ao cenário de incêndio, apesar de ser sutil a diferença. O primeiro sempre existirá, já que haverá materiais combustíveis, fontes de calor e oxigênio abundantes nos espaços. Já o último, se relaciona à probabilidade de que um incêndio se desenvolva caso iniciado, assim, o risco é uma variável passível de ser reduzida a níveis aceitáveis. Logo, quando se diz que há risco de incêndio em uma localidade, significa dizer que há uma probabilidade de que um incêndio se inicie e se desenvolva naquele local.

Alguns estudos têm sido desenvolvidos para auxiliar no levantamento de risco de incêndios que estruturas específicas carregam consigo. Uma das análises leva em conta um fator que determina o quantitativo de tempo que uma estrutura deve resistir ao fogo, a este termo dá se o nome de Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), normatizado pela norma NBR 14432 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001). Para Cuoghi (2006, p.83) “o TRRF é um tempo fictício de resistência ao fogo de determinado elemento e estrutura, cujo objetivo é estabelecer-se critérios de verificação de segurança estrutura em situação de incêndio.”

É importante notar que o TRRF não define o tempo que seria necessário para evacuação dos ocupantes no caso de um sinistro de incêndio ou até mesmo da duração de um incêndio. Este valor de referência refere-se ao tempo de resistência ao fogo que determinados materiais e estruturas deveriam ter quando submetidos ao fogo (CUOGHI, 2006).

Para Gouveia (2006), o risco de incêndio R, é definido pelo produto entre a variável E (exposição ao risco de incêndio), e a variável A (risco de ativação do incêndio). Isto é:

$$R = E * A$$

Conhecendo o risco de incêndio R, e a grandeza que representa a segurança contra incêndio, S, é possível chegar ao coeficiente de segurança contra incêndio, denotado por γ. Tal coeficiente mede a relação entre as medidas capazes de dificultar a ocorrência de incêndio (segurança contra incêndio), e medidas que favorecem a ocorrência do incidente (risco de incêndio). A equação é dada por (GOUVEIA, 2006):

$$\gamma = \frac{S}{R}$$

De acordo com Gouveia (2006), obter um valor $\gamma \geq 1$, tem-se o indicativo de uma situação de maior segurança, isto é, as medidas de segurança contra incêndio se sobrepõem ao risco de incêndio. Enquanto que para $\gamma < 1$ ocorre o oposto, uma situação desfavorável quanto à segurança contra incêndio, ou seja, há uma maior prevalência de risco de incêndio do que fatores de segurança contra o incêndio. Para a elaboração de projetos de segurança contra incêndio, é desejado obter o maior coeficiente de segurança contra incêndio com menor investimento possível. Assim, através de exigências normativas, deve ser mandatório um coeficiente de segurança mínimo aceitável, γ_{min}. Assim nos projetos de segurança, deve ser exigido que:

$$\gamma \geq \gamma_{min}$$

Alguns métodos de análise de risco de incêndio foram desenvolvidos ao longo do tempo. O mais conhecido deles é o Método Gretener. Segundo Minervino (2020a), apesar de inicialmente ter sido idealizado para aplicação industrial, foi adaptado e se tornou o método mais comum para análise de risco de incêndio. Pode ser utilizado para levantamento do risco de incêndio em edificações que comportam uma grande densidade populacional.

> Para realizar a aplicação do Método de Gretener é preciso cumprir 3 etapas de avaliação: o levantamento das características da edificação (identificando os perigos potenciais e as medidas de segurança contra incêndio); a atribuição de valores aos parâmetros identificados; e, finalmente, o cálculo do risco de incêndio efetivo (MINERVINO, 2020a, p.1).

Através de uma pesquisa realizada com o suporte do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), cuja publicação se deu em

2006, foi desenvolvido um método brasileiro proposto pelo Dr. Antônio Maria Claret Gouveia, com o objetivo de dar uma atenção especial às edificações antigas e/ou históricas brasileiras, fornecendo um método de análise de risco nesses locais através do balanceamento entre os parâmetros de risco e as medidas de segurança presentes na edificação (MINERVINO, 2020b).

> O método leva em consideração que não há meios para interferir estruturalmente em edificações antigas para aumentar a segurança contra incêndio ou instalar sistemas de prevenção contra incêndio. Por este motivo, a análise de risco de incêndio nestas edificações visa definir os parâmetros de intervenção pública ou privada que possa alterar favoravelmente uma situação que seja considerada de risco inaceitável (MINERVINO, 2020b, p.1).

2.6. O método de análise de risco global

Para a aplicação do método de análise de risco global, para Gouveia (2006), é mandatório compreender algumas fases, quais sejam:

- Levantamento de dados da edificação ou do conjunto de edificações;
- Determinação da exposição ao risco de incêndio da edificação ou do conjunto;
- Determinação da segurança;
- Determinação dos riscos de ativação;
- Cálculo do risco global de incêndio;
- Análise de segurança.

O método em questão pode ser aplicado ainda na fase de projeto, por ser tratar de edificações históricas, normalmente é aplicado com o objetivo de definir parâmetros de interferências públicas ou privadas para modificar alguma característica na edificação que apresente um risco inaceitável. Para Gouveia (2006, p. 67) “Não há, portanto, meios de intervir no projeto arquitetônico, salvo em casos muito especiais de ampliações ou reformas de construção.”

2.6.1 Levantamento de dados

Por ser possível que uma edificação não possua todos os projetos construtivos, a aplicação do método se inicia através do levantamento de dados,

é importante que ocorra um registro de informações importantes a respeito da edificação previamente a uma análise de risco. É importante ter um olhar atento às edificações vizinhas, buscando caracterizar ou não a formação de um conjunto arquitetônico. Grupos de dados importantes nesta seção são os dados relativos: àqueles ambientais, ao projeto arquitetônico, aos ocupantes, aos cômodos, entre outros (GOUVEIA, 2006).

2.6.2 Exposição ao risco de incêndio

Trata-se de uma grandeza determinística que mede o peso dos parâmetros capazes de impulsionar o incêndio, isto é, o quão uma determinada variável pode influenciar como agravante do incêndio. Neste método desenvolvido por Gouveia (2006), seis parâmetros predominantes no incêndio fazem parte do cálculo abaixo:

$$E = f_1. f_2. f_3. f_4. f_5. f_6$$

Tabela 1 – Parâmetros e fatores de risco

Origem	Parâmetros	Símbolo	Fator
Carga de Incêndio	Densidade de carga de incêndio	q	f_1
	Altura do compartimento	H, S	f_2
Compartimento	Distância da unidade do Corpo de Bombeiros mais próxima	D	f_3
	Condições de acesso à edificação	-	f_4
	Perigo de generalização	-	f_5
Política de preservação	Importância específica da edificação	-	f_6

Fonte: Gouveia (2006, p. 42).

A tabela acima define os parâmetros de risco. Assim, a partir dos dados exemplificados na seção anterior, é possível determinar a exposição ao risco de incêndio.

2.6.3 Segurança

O levantamento de dados, permite não somente determinar parâmetros de exposição ao risco de incêndio, como também identificar as medidas de segurança existentes na edificação. Gouveia (2006), atribui pesos aos parâmetros, chegando à seguinte expressão:

$$S = s_1. s_2. \dots s_n$$

Onde S é dependente das medidas de segurança existentes na edificação, representadas por s.

As medidas de segurança são projetadas juntamente com a edificação ou então introduzidas posteriormente. A cada uma dessas medidas pode-se atribuir um fator s_n conforme a necessidade. Podem ser agrupadas em cinco classes a saber (GOUVEIA, 2006):

- **Medidas sinalizadoras do incêndio:** Visam detectar o incêndio em seu início e comunica-lo aos usuários ou aqueles responsáveis pelo combate. São por exemplo, os alarmes de incêndio e detectores de calor e fumaça;
- **Medidas extintivas:** Visam extinguir o incêndio em qualquer de suas fases. Por exemplo: extintores, chuveiros automáticos, brigadas de incêndio;
- **Medidas de infraestrutura:** Visam tornar possível as atividades de combate. Por exemplo: reserva de água e hidrantes.
- **Medidas estruturais:** São os níveis de resistência ao fogo dos materiais estruturais, seja pela escolha do material ou pelo uso de proteção passiva.
- **Medidas políticas:** Orientam a ação no evento de um incêndio, visando a orientação para a redução da severidade do incêndio.

2.6.4 Risco de Ativação

Representado por A, os riscos de ativação são também obtidos a partir do levantamento de dados, onde A representa o risco de ativação aplicável a cada compartimento da edificação em análise ou conjunto destas. Gouveia (2006), determinou:

$$A = A_1 . A_k$$

O risco de ativação pode ser diferente para cada compartimento, quando nesses existem vários cômodos, é necessário considerar o maior dos riscos de ativação de cada cômodo como aplicável ao compartimento como um todo.

2.6.5 Risco global de incêndio

Reunindo as informações das seções anteriores, Gouveia (2006) chegou à conclusão que o risco global de incêndio é calculado pelo produto da exposição ao risco de incêndio pelo risco de ativação, a expressão é dada por:

$$R=E*A$$

É válido dizer que esse cálculo é associado a um compartimento. Para uma edificação, é tomado como risco aquele compartimento de maior valor presente na edificação. Caso seja um conjunto de edificações, toma-se, novamente, o maior risco associado a uma das edificações que compõem esse conjunto.

2.6.6 Coeficiente de segurança

De posse do risco global de incêndio R e do valor das medidas de segurança S, é possível calcular o coeficiente de segurança γ da edificação, dado por (GOUVEIA, 2006):

$$\gamma = \frac{S}{R} \geq \gamma_{min}$$

Onde para valores acima de γ_{min}, significa dizer que a edificação ou seu conjunto de edificações é seguro.

2.7. A câmara dos deputados e o plenário Ulysses Guimarães

Considerado um dos cartões postais de Brasília, o Congresso Nacional está localizado na parte leste do Eixo Monumental e ocupa um dos vértices da praça dos três poderes. Projetado por Oscar Niemeyer, o Palácio do Congresso

Nacional consiste em um edifício principal, onde estão abrigados o Senado Federal e a Câmara dos Deputados. A cúpula menor, voltada para baixo, refere-se ao Senado Federal, enquanto a maior das cúpulas representa a Câmara dos Deputados. Entre as duas cúpulas, estão contidas duas torres de 28 andares, uma para o Senado e outra para a Câmara. Em 2007, o IPHAN decidiu pelo tombamento do Congresso Nacional, consequentemente, às dependências do Senado Federal e da Câmara dos Deputados ali presentes (CONGRESSO NACIONAL, 2022).

O principal plenário localizado na Câmara dos deputados é o Plenário Ulysses Guimarães, que obteve esse nome em homenagem ao deputado Ulysses Guimarães, que presidiu a Assembleia Constituinte de 1988. Dividido em duas alas, separadas por um corredor central, o plenário permite que os deputados votem de quaisquer dos assentos. No processo de votação, cada deputado utiliza sua digital e sua senha pessoal para efetuar o voto. São aproximadamente 396 cadeiras para os deputados, além de outras 50 cadeiras que ladeiam os assentos principais (MANUAL DE VISITAÇÃO/COREP, 2022).

3. METODOLOGIA

Em nível nacional, quando o assunto são as áreas do conhecimento, adota-se a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Assim, a presente pesquisa é classificada como da área “Engenharias” e subárea “Engenharia Civil”, sendo ainda possível haver uma maior especificação para as áreas: Construção civil e Estruturas (GIL, 2017).

3.1. Classificação de pesquisa

Classificação quanto a natureza, objetivos, abordagem e procedimentos metodológicos.

3.1.1 Quanto a natureza

Em relação à natureza, a pesquisa é dita aplicada. Em um primeiro momento, foram feitas pesquisas para o levantamento de novos conhecimentos a respeito de patrimônios históricos e/ou tombados e de riscos de incêndio em edificações, procurando assim alinhá-los. Para Gil (2017, p.33), a pesquisa aplicada são “pesquisas voltadas à aquisição de novos conhecimentos direcionados a amplas áreas com vistas à solução de reconhecidos problemas práticos”.

3.1.2 Quanto aos objetivos

No que se refere aos objetivos, para Gil (2017), a pesquisa é considerada exploratória. O caráter exploratório da pesquisa visa adquirir informações precisas a respeito do tema, afim de desenvolver o conhecimento e formular soluções para os problemas encontrados. De acordo com Minayo (2002, p. 26), a fase exploratória da pesquisa é o “[...] tempo dedicado a interrogar-nos preliminarmente sobre o objeto, os pressupostos, as teorias pertinentes, a metodologia apropriada e as questões operacionais para levar a cabo o trabalho de campo”.

3.1.3 Quanto a abordagem

Em relação à abordagem do problema, para Silveira (2011), a pesquisa é considerada qualitativa e quantitativa. Pesquisa qualitativa é, segundo Appolinário (2009, p. 155), a “modalidade de pesquisa na qual os dados são coletados através de interações sociais e analisados subjetivamente pelo pesquisador [...] Ou seja, é a interpretação subjetiva do fato.”.

Ao passo que pesquisa quantitativa para Silveira (2011), é aquilo que pode ser quantificável, usando medidas numéricas, fazendo assim, uso da matemática. É de suma importância no levantamento de dados como: carga de incêndio, risco de incêndio, altura da edificação e coeficiente de segurança. Para Minayo (1993, p. 240) as pesquisas quantitativas e qualitativas “[...] podem e devem ser utilizadas, em tais circunstâncias, como complementares, sempre que o planejamento da investigação esteja em conformidade.”

3.2. Procedimentos metodológicos

Em relação aos procedimentos metodológicos, foi realizada pesquisa bibliográfica que, segundo Gil (2017), é feita baseada em materiais já publicados, o que inclui livros, teses, bem como materiais disponíveis na internet. Desta maneira, foram consultados materiais de domínio público com publicações concernente aos incêndios em edificações históricas, sistemas de segurança contra incêndio e análises de riscos de incêndio.

Foram consultados instrumentos normativos pertinentes ao CBMDF e outras instituições como por exemplo: normas técnicas e regulamentos. Destarte, foi utilizado como método adicional a pesquisa documental que, para Gil (2017), são materiais consultados internos à organização.

Por fim, com vistas a explorar contextos de risco de incêndio no plenário Ulysses Guimarães, situado na Câmara dos Deputados, assim como descrever, formular hipóteses e explicar as variáveis presentes no contexto dos incêndios em edificações, foi utilizado o método de estudo de caso, que visa estudar profundamente os casos afim de gerar conhecimento detalhado da situação (GIL, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma visita ao Plenário Ulysses Guimarães na Câmara Federal no dia 30 de maio de 2022, no local foram realizadas medições necessárias à pesquisa. Serão aplicadas análises às coletas tendo por base a obra de Gouveia (2006): Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos.

O tombamento do Plenário da Câmara dos Deputados está contido no tombamento do Congresso Nacional. Por exceder a capacidade de análise do risco de incêndio em todo o complexo da Câmara Federal, o plenário, devido ao seu valor político e cultural, foi selecionado como uma amostra deste complexo, no qual se aplica um método que poderia ser facilmente expandido para todo este complexo e para outras edificações tombadas, sendo necessário, para isto, uma equipe com efetivo condizente à magnitude do local.

Conforme explanado na revisão bibliográfica, é mandatório o cálculo da carga de incêndio do local a ser analisado. Basicamente, a carga de incêndio do plenário é composta principalmente pelo somatório das cargas de incêndios de cadeiras, mesas, tablets embutidos nas mesas e o carpete que reveste todo o plenário. Por demandar um esforço maior, este cálculo foi realizado nas seções que se seguem.

Figura 1 - Plenário Ulysses Guimarães

Fonte: Poder360 (2018).

4.1. Coleta de dados

As medidas foram realizadas com o auxílio do supervisor da brigada de incêndio e um brigadista. Foi utilizada uma trena a laser para a aferição das medidas estruturais e das mobílias do plenário.

Os dados coletados in loco foram listados na tabela abaixo:

Quadro 1 - Dados do plenário Ulysses Guimarães

Métricas do plenário Ulysses Guimarães	
Altura do plenário (H)	11,5 m
Diâmetro inferior do plenário	30 m
Diâmetro superior do plenário	50 m
Altura do Subsolo	2,54 m
Altura da Fachada inferior	2,4 m
Largura da Fachada inferior	2,9 m
Qtde de cadeiras total na parte inferior	446
Qtde de cadeiras total na parte superior	414
Qtde de mesas na parte inferior (deputados)	396
Qtde de mesa diretora	1
Qtde de tablets embutidos nas mesas dos deputados	396
Dimensão das mesas inferiores (deputados)	0,8 m x 0,3 m x 0,12 m
Dimensão da mesa diretora	6,5 m x 1 m x 0,15 m
Espessura da parede	0,35 m

Fonte: O autor.

4.2. Análise de dados e resultados

A análise do tratamento diferenciado exigido pelas edificações em destaque, foi atingido na revisão bibliográfica. Em suma, esses locais não devem ser manipulados como quaisquer estruturas, devido ao seu valor e especificidade, e por isso devem haver métodos e normas específicas para seu tratamento.

Ainda na revisão bibliográfica, foram expostos dois principais métodos de cálculo de riscos de incêndios: Método Gretener e Método de Análise Global. Sendo o primeiro o mais utilizado no assunto de cálculo de riscos de incêndios, e o segundo, amplamente utilizado nesta obra, aquele mais adequado às edificações históricas e/ou tombadas.

A maneira como as normas do CBMDF trata a análise de risco de incêndio e os métodos de segurança contra incêndio e pânico foi, novamente, exposta na seção relativa à revisão bibliográfica, quando se tratou principalmente das NT's 01 e 02 e do RSIP.

4.2.1 Parâmetros e fatores de risco

Um dos principais fatores que predominam na exposição ao risco de incêndio é a densidade de carga de incêndio. Em suma, trata-se da quantidade de energia que pode ser liberada em um incêndio, isto é, o qual danoso este pode ser. Normalmente, a densidade de carga de incêndio é determinada com uso de técnicas nacionais e internacionais. Para os patrimônios tombados e históricos, é importante realizar a medição no local.

Para o Plenário, a carga de incêndio se compõe basicamente das cargas caloríficas das mesas na parte inferior e na mesa diretora; das cadeiras nas partes inferior e superior; dos tablets embutidos nas mesas; e do revestimento de tecido ao longo de todo o local, que de acordo com a brigada, não se trata de um material antichamas.

O aparelho de tablet e seu sistema eletrônico, possuem uma massa de cerca de 1,5 Kg. Para Gouveia (2006), um aparelho eletrônico como este, por

semelhança, possui uma carga de incêndio de aproximadamente 21 MJ/kg, sendo assim, cada sistema eletrônico presente nas mesas da câmara possui cerca de 31,5 MJ/unidade. Expandindo para o universo de 396 sistemas eletrônicos do plenário, isso resulta em uma carga de incêndio de 12.474 MJ.

As cadeiras presentes no cenário em muito se assemelham a cadeiras de escritório. Estas por sua vez, possuem em média uma carga de incêndio de 22 MJ/unidade de acordo com Gouveia (2006). O cálculo para as 860 cadeiras presentes no plenário (seção inferior e superior), resulta em uma carga de incêndio de 18.920 MJ somente referente às cadeiras.

As mesas dos deputados, feitas de madeira e com medidas de 98cmx93xcmx2cm, resultam em um volume de 18.228 cm^3. De acordo com Da Silva et al. (2015) adota-se como uma densidade média para madeira ditas de “média densidade”, valores de até 0,720g/cm^3. Adotando este valor, temos um valor de aproximadamente 13 Kg. Isso significa que cada mesa de deputado, tem uma massa de aproximadamente 13 Kg. Adicionalmente, a mesa diretora possui um volume de 975.000 cm^3, aplicando a mesma densidade média de madeira, isso representa uma massa aproximada de 702 kg.

Como tem-se 396 mesas individuais para os deputados e ainda a mesa diretora, a massa aproximadamente referente à madeira presente nessas estruturas é de 5.850 Kg. Gouveia (2006), relata em sua obra que o poder calorífico da madeira se situa entre 17 e 20 MJ/kg. Fazendo uso do valor médio dessa amplitude como 18,5 MJ/kg, calcula-se uma carga de incêndio referente à madeira presente nas mesas de 108.225 MJ.

Como última carga de incêndio, para os carpetes que revestem a parede do plenário considera-se uma densidade média de 125Kg/m^3 (AECWEB, 2022). Para a manta de revestimento do plenário com espessura de aproximadamente 10mm, e área total coberta do plenário, considera-se que a área coberta pelo revestimento da parte inferior (região que abriga a maior carga de incêndio) com 30m de diâmetro e 2,4m de altura, seja de 933m^2. Para uma espessura de 10mm, calcula-se que o volume total de revestimento no plenário da câmara dos deputados é 9,33m^3, resultando em 1.166 Kg da manta de isolamento revestindo

o plenário. Para Gouveia (2006), a quantidade calorífica de um elemento com propriedades semelhantes é de 27MJ/kg, dessa forma a carga de incêndio relativo ao revestimento da câmara é de 31.482 MJ.

A carga de incêndio total, somando todos os quesitos analisados é de aproximadamente 171.101 MJ. Dividindo esse valor pela área de 707m² do plenário (considerando diâmetro de 30m), tem-se 242 MJ/m². Segundo Gouveia (2006), o fator correspondente para esse valor é $f_1 = 1{,}1$.

O risco f_2 é calculado com base na altura do plenário (H) e altura do subsolo (h). A norma SIA-81, supõe unidades com área de piso máxima de 200 m². Para unidades maiores que esta área, a classificação da edificação será do tipo H ou V. Outro fator importante para a determinação dessa classificação é a resistência ao fogo adequada das paredes das ocupações vizinhas (GOUVEIA, 2006). Para o plenário, o seu tipo é classificado em tipo H, pois suas paredes externas possuem resistência ao fogo superior a 120 minutos, e uma área de piso superior a 200m². Por ser do tipo H e por estar por estar a uma altura de 11,5 m, seu parâmetro, segundo o Quadro 2, é f_2= 1,6.

Quadro 2 - Altura do compartimento e fatores de risco

Tipo da edificação	**Profundidade do Subsolo (m)**			**Altura do piso mais elevado (m)**		
	S ≤ 4	4 < S ≤ 8	8 < S ≤ 12	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12< H ≤23
	Fatores f_2					
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: Gouveia (2006, p. 44)

O parâmetro f_3, é calculado com base na distância até o corpo de bombeiros mais próximo. Por estar a 2,4 km do 1º GBM por via terrestre, atribui-se a pontuação f_3= 1,25, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Distância do Corpo de Bombeiros e fatores de risco

Tipo	Denominação	D (km)	f_3
I	Muito próximo	D < 1	1,0
II	Próximo	1 ≤ D < 6	1,25
III	Medianamente distante	6 ≤ D < 11	1,6
IV	Distante	11 ≤ D < 16	1,8
V	Muito distante ou inexistente	D > 16	4,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 44)

O parâmetro f_4, é calculado com base nas condições de acesso e a fatores de risco, por haver duas possibilidades de acesso e instalação de hidrante interno à edificação, foi atribuído ao parâmetro o valor $f_4 = 1{,}0$, sendo considerado de fácil acesso, como mostra o Quadro 4:

Quadro 4 - Condições de acesso e fatores de risco

Denominação do acesso	Descrição	f_4
Fácil	Acesso da viatura a pelo menos duas fachadas da edificação, quando esta 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 à edificação	1,0
Restrito	Acesso a uma só fachada, 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 à edificação	1,25
Difícil	Acesso a uma só fachada; hidrante público a até 75 m da edificação ou instalação de hidrante interno ou externo à edificação	1,6
Muito difícil	Acesso a uma só fachada; hidrante público a mais de 75 m da edificação.	1,9

Fonte: Gouveia (2006, p. 45)

Para f_5, leva-se em conta o perigo de generalização. Para Gouveia (2006) trata-se de características de isolamento de risco nas paredes, fachadas,

empenas e coberturas. Para as classificações das situações de perigo, foi utilizado o Quadro 15 do apêndice, baseado em publicação de segurança contra incêndio do governo britânico, que leva em conta os afastamentos entre as edificações, tendo em vista que há uma probabilidade de propagação de incêndio entre fachadas, coberturas e entre edificações germinadas, tudo isso influenciando de sobremaneira o risco global de incêndio. Para o fator f_5, foi levado em conta um consenso técnico, que gerou o Quadro 16 no apêndice. Destarte, considerando que o plenário seja considerado um local de reunião, mas que possua parede compartilhada com outras estruturas e que, portanto, não respeita o afastamento mínimo entre estruturas contido no Quadro 15, adota-se, neste cenário, a situação de perigo IV do Quadro 16, promovendo um f_5=3,0.

É válido notar que na obtenção do valor de f_5, foi aplicado o princípio da exceção segura, que Gouveia (2006) estabelece como: “[...] o profissional do projeto, para atender os objetivos de segurança, deve majorar os fatores de risco que justificadamente lhe pareçam subestimados”.

Devido a sua importância específica, o Congresso Nacional possui o tombamento de sua estrutura arquitetônica junto ao Iphan, além disso é tombado como peça urbanística dentro da escala monumental do projeto do Plano Piloto, que foi considerado como patrimônio cultural da humanidade pela Unesco em 1987 (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2007). Por este fato, considera-se que o plenário da câmara dos deputados, contida na edificação do Congresso Nacional, possui $f_{6=}$1,5, por ser equivalente a um Patrimônio Histórico da Humanidade como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Importância específica da edificação e fatores de risco

Tipo de Tombamento	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: Gouveia (2006, p. 46)

4.2.2 Medidas e fatores de segurança

Todas as medidas sinalizadoras de incêndio são definidas pelo gênero, cabendo às normas técnicas a definição dos aparelhos. Os projetos dos aparelhos devem estar consoantes com diretivas dos diversos Corpos de Bombeiros ou, em sua falta, outras normas nacionais ou estrangeiras.

No plenário Ulysses Guimarães, foram encontrados detectores de fumaça e detectores de fumaça extremamente avançados. O detector de fumaça encontrado foi o VESDA (do inglês Very Early Smoke Detection Apparatus). Esse último aparato é considerado pela indústria de proteção contra incêndio como um dos mais avançados detectores de fumaça por aspiração. Esse detector possui comunicação direta com a central de alarme presente na Câmara dos deputados. Por essa razão foi atribuído à categoria de medidas sinalizadoras do incêndio s_3=3,0, retirado do Quadro 6.

Quadro 6 - Medidas sinalizadoras do incêndio e fatores de segurança

Descrição	Símbolo	Fator de segurança
Alarme de incêndio com acionamento manual	s_1	1,5
Detector de calor e fumaça	s_2	2,0
Detector de calor e fumaça com transmissão automática do sinal de alarma para o Corpo de Bombeiros ou para central de segurança	s_3	3,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 52)

Uma vez detectado o incêndio, o local deve dispor de meios para que a sua extinção seja executada o mais breve possível. Na análise feita no local, constatou-se a presença de uma brigada de incêndio em plantão permanente, dividida em quatro alas de serviço, composta por 62 colaboradores no total. O local não possui instalação interna ou externa de chuveiros automáticos. Sendo assim a classe “medidas extintivas e fatores de segurança” do local é representado por s_7=8,0.

Quadro 7 - Medidas extintivas e fatores de segurança

Descrição	Símbolo	Fator de segurança
Aparelhos extintores	s_4	1,0
Sistema fixo de gases	s_5	6,0
Brigada de incêndio em plantão durante o expediente	s_6	8,0
Brigada de incêndio em plantão permanente	s_7	8,0
Instalação interna de chuveiros automáticos	s_{8a}	10,0
Instalação externa de chuveiros automáticos	s_{8b}	6,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 53)

Na etapa relacionada às medidas de infraestrutura, basicamente foi analisada a disponibilidade de água em reservas para o combate ao incêndio. Deve-se levar em conta que toda a instalação deve respeitar as diretrizes dos Corpos de Bombeiros. Foi constatado que o local possui uma grande reserva de

água em reservatório particular, além de espelhos d'água que podem facilmente ser utilizados pelo Corpo de Bombeiros. Em visita técnica à casa de bombas, ficou ratificado que os sistemas de acionamento e reserva seguem às normas do CBMDF.

Além disso, o local possui proteção por 10 extintores de incêndio ABC com capacidade extintora 4A e 40 - BC, além de 4 hidrantes de parede. Por esse motivo foi atribuído a esse gênero s_{10}=6,0.

Quadro 8 - Medidas de infra-estrutura e fatores de segurança

Descrição	Símbolo	Fator de Segurança
Sistemas de hidrantes internos à edificação e mangotinhos com abastecimento por meio de reservatório público	s_9	6,0
Sistemas de hidrantes internos à edificação e mangotinhos com abastecimento por meio de reservatório particular	s_{10}	6,0
Reserva de águas	s_{11}	1,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 53)

As medidas estruturais do plenário, em suma, visam verificar o nível de resistência ao fogo da estrutura. Neste momento, o foco é obter informações valiosas a respeito dos elementos construtivos. Para a construção do plenário foram utilizadas paredes de alvenaria com espessura de 35 cm, o que segundo a obra de Gouveia (2006) confere um TRRF superior a 120 min sendo, portanto, o seu fator de segurança representado por s_{15}=4,0, conforme Quadro 9:

Quadro 9 - Medidas estruturais e fatores de segurança

Resistência ao fogo da estrutura (min)	Símbolo	Fator de segurança
≥ 30	s_{12}	1,0
≥ 60	s_{13}	2,0
≥ 90	s_{14}	3,0
≥ 120	s_{15}	4,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 54)

A última classe dos fatores de segurança refere-se às medidas políticas, que atuam no conjunto de iniciativas com vistas a tornar as ações de combate e prevenção mais eficazes. Dentro desse gênero, encontra-se as sinalizações de saídas de emergência e rotas de fuga. O plenário possui toda sinalização de se saídas de emergência e rotas de fuga de acordo com as normas do CBMDF. Ademais, a câmara dos deputados possui, segundo a brigada local, um C. Trata-se de um plano que visa executar desde ações de combate, até acionamento do CBMDF e escape do local. Assim, por ser a medida com maior peso, adotou-se para esse fator o valor de s_{18}=1,2.

Quadro 10 – Medidas políticas e fatores de segurança

Descrição	Símbolo	Fator de segurança
Planta de risco	s_{16}	1,0
Plano de intervenção	s_{17}	1,2
Plano de Escape	s_{18}	1,2
Sinalização das saídas de emergência e rotas de fuga	s_{19}	1,0

Fonte: Gouveia (2006, p. 54).

4.2.3 Parâmetros e fatores de risco de ativação de incêndios

Os riscos de ativação podem ser agrupados em 3 classes:

- Riscos decorrentes diretamente da atividade humana

- Riscos decorrentes das instalações
- Riscos devidos a fenômenos naturais

Na primeira classe, estão contemplados os riscos provenientes da natureza da ocupação e aquele relativo à falha humana. Na Segunda classe, encontram-se os riscos decorrentes da qualidade das instalações elétricas e da qualidade das instalações de gás. Por fim, na última classe, no caso do Brasil, estão os riscos decorrentes de descargas atmosféricas. Em comum a todas essas classes o risco de ativação foca em dois elementos do triângulo do fogo: a fonte de calor e a carga combustível.

O risco de ativação decorrente da ocupação estará sempre presente, desde que a edificação esteja em uso contínuo, como é o caso do Plenário Ulysses Guimarães, a esse risco atribui-se o Símbolo A_1. Por levar em conta a natureza da ocupação do Plenário Ulysses Guimarães como sendo um local de reunião de público, foi atribuído o valor $A_1 = 1{,}0$, já que se trata de um local de reunião que não se encaixa nas demais descrições do Quadro 11, baseado no Decreto 46076/2001 do Governo de São Paulo.

Quadro 11 - Riscos de ativação devidos à natureza da ocupação e fatores de risco

Descrição	**Grupo de Ocupação**	**Fator de risco A_1**
...	...	...
Locais de reunião de público, que não os anteriores	F-1 a F-11, exceto os anteriores	1,0

Fonte: Gouveia (2006, p.61)

Para Gouveia (2006, p.63) “[...]os riscos de ativação devidos à falha humana e a deficiência nas instalações elétrica, de gás e de proteção contra descarga atmosférica excluem-se mutuamente”. Isto é, não se deve supor a ocorrência concomitante dessas causas de ativação. A causa prática disso resulta na escolha do maior risco de ativação entre A_2 , A_3 e A_4, respectivamente, riscos devido a falha humana, decorrentes das instalações, devidos a fenômenos naturais.

Destarte, conforme relatado pelos brigadistas do local, como os funcionários do local recebem treinamento para a segurança contra incêndio anualmente, porém os deputados raramente são treinados, adota-se A_2 = 1,25 por conveniência e de maneira a superestimar o risco, conforme Quadro 12.

Quadro 12 - Risco de ativação devido a falha humana

Descrição	Símbolo	Fator de risco
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez por ano	A_2	1,0
Usuários treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez a cada dois anos		1,25
Usuários não treinados		1,75

Fonte: Gouveia (2006, p.62)

4.2.4 Cálculo do risco de ativação, risco global de incêndio e coeficiente de segurança.

Com os dados obtidos na seção anterior e por meio de entrevistas aos colaboradores da brigada local, a memória de cálculo foi preenchida conforme os quadros 13 e 14 referentes a, respectivamente, cálculo do risco e medidas de segurança. Desta maneira a demonstração da relação entre fatores de risco de incêndio e sistemas de segurança contra incêndio e sua contribuição para o cálculo do risco de incêndio e do coeficiente de segurança nas edificações históricas, especificamente para o plenário Ulysses Guimarães, considerando um coeficiente mínimo aceitável hipotético de $\gamma_{min} = 10$, é apresentada a seguir:

- Medidas de segurança do plenário

$$S = s_1 . s_2 . \dots s_n$$
$$S = s_3 . s_7 . s_{10} . s_{15} . s_{18}$$
$$S = 3 * 8 * 6 * 4 * 1{,}2$$
$$\boldsymbol{S = 691{,}2}$$

- Parâmetros e fatores de risco

$$E = f_1 . f_2 . f_3 . f_4 . f_5 . f_6$$
$$E = 1{,}1 * 1{,}6 * 1{,}25 * 1 * 3 * 1{,}5$$
$$\boldsymbol{E = 9{,}9}$$

- Risco de ativação

$$A = A_1 . A_k$$
$$A = A_1 . A_2$$
$$A = 1 * 1{,}25$$
$$\boldsymbol{A = 1{,}25}$$

- Cálculo do risco global de incêndio

$$R = E * A$$
$$R = 9{,}9 * 1{,}25$$
$$\boldsymbol{R = 12{,}375}$$

- Coeficiente de segurança

$$\gamma = \frac{S}{R} \geq \gamma_{min}$$
$$\gamma = \frac{691{,}2}{12{,}375} \geq 10$$
$$\boldsymbol{\gamma = 55{,}85 \geq 10}$$

Desta maneira, é possível observar que a câmara dos deputados já é considerada uma edificação segura, pois seu coeficiente de segurança é superior ao coeficiente de segurança mínimo exigido. Para fins de aprofundamento e do bom entendimento do assunto, o que aconteceria se o índice mínimo (γmin) fosse ainda mais exigente? Ou seja, e se fosse necessário aumentar ainda mais o coeficiente de segurança? Basicamente seria possível observar como três variáveis influenciam no risco de incêndio e no coeficiente de segurança do local: fatores de risco, medidas de segurança e riscos de ativação.

A necessidade para aumentar o coeficiente de segurança é lógica: elevar as medidas de segurança e reduzir os fatores de risco e riscos de ativação. Onde seria possível realizar essas alterações na estrutura? É justamente neste momento que é levado em conta a particularidade desses patrimônios. Pode ser que já não seja possível aumentar as medidas de segurança sem que isso altere

a estrutura, desta maneira haveria um esforço maior para reduzir os fatores de risco e riscos de ativação. De igual maneira o contrário poderia ocorrer, isto é, esbarrar na impossibilidade de reduzir os riscos, porém ainda com margem para aumentar as medidas de segurança.

Considera-se que o coeficiente de segurança mínimo aceitável agora seja γmin = 60. Desta maneira, será necessário elevar o coeficiente de segurança do plenário. Para isto, seria possível no campo dos fatores de risco:

- Diminuir a densidade da carga de incêndio relativo ao índice f_1: utilizando materiais incombustíveis, sejam nas mesas de madeira ou nas cadeiras, além do material de isolamento acústico, podendo ser possível utilizar algum incombustível. Seria possível, por exemplo, reduzir f_1 para o valor de 1,0.

Quanto aos demais fatores de risco, ainda que fosse possível obter melhores índices, muitos deles se mostrariam inviáveis. Como por exemplo reduzir a distância do corpo de bombeiros mais próximo, ou então alterar a altura do piso mais elevado. Ainda que pudesse ser realizada uma compartimentação, isso poderia afetar o tombamento do local.

Outro modo de elevar o coeficiente de segurança do plenário seria elevando as medidas de segurança, que variam de s_1 até s_{19}. O plenário já possui excelentes medidas de segurança, mas ainda assim, caso fosse necessário e em acordo com as normas de preservação do local, poderia haver uma melhora no seguinte ponto:

- Promover instalação interna de chuveiros automáticos. Isso elevaria a classe de “Medidas extintivas e fatores de segurança” para o fator s_{8a}=10,0.

Por último, como mais uma alternativa para aumentar o coeficiente de segurança, tem-se a redução dos riscos de ativação de incêndios. Poderia, por exemplo:

- Atuar no treinamento de usuários do local ao menos uma vez ao ano. Segundo a brigada local, alguns funcionários realizam treinamentos, porém, os deputados, os principais usuários do local, não se submetem a esse treinamento de como se comportar em situações de incêndio. Com tal atitude o valor de A_2 seria reduzido para 1,0.

Considerando somente a instalação de chuveiros internos automáticos, o risco de incêndio R permaneceria o mesmo, a segurança da edificação seria elevada para S = 864, e consequentemente o coeficiente de segurança seria elevado para $\gamma = 69{,}81$, sendo neste momento superior ao novo γmin = 60. Ainda que a título de exemplificação, pois a edificação pode possuir políticas de preservação diversas, fica consolidado que é possível proteger patrimônios históricos e tombados sem, no entanto, descaracterizar suas particularidades. A proteção desses locais deve ser vista como uma aliada, e não mais como uma intervenção destrutiva.

Quadro 13 – Memória de Cálculo: Cálculo do Risco

<table>
<tr><td colspan="6">Análise global de risco de incêndio</td></tr>
<tr><td colspan="6">Memória de cálculo</td></tr>
<tr><td colspan="6">Cálculo do Risco</td></tr>
<tr><td>Edificação:</td><td colspan="3">Plenário Ulysses Guimarães</td><td colspan="2" rowspan="2">Tipo:</td></tr>
<tr><td>Localização:</td><td colspan="3">Câmara dos deputados</td></tr>
<tr><td colspan="3">Densidade de carga de incêndio (MJ/m²)</td><td>q = 242</td><td>f_1= 1,1</td></tr>
<tr><td colspan="3">Altura do compartimento (m)</td><td>H = 11,5</td><td rowspan="2">f_2= 1,6</td></tr>
<tr><td colspan="3">Profundidade do piso de subsolo (m)</td><td>S = 2,54</td></tr>
<tr><td colspan="3">Distância do Corpo de Bombeiros (km)</td><td>D = 2,4</td><td>f_3= 1,25</td></tr>
<tr><td colspan="4">Condições de acesso</td><td>f_4= 1,0</td></tr>
<tr><td colspan="4">Perigo de generalização</td><td>f_5= 3,0</td></tr>
<tr><td colspan="4">Importância específica da edificação</td><td>f_6= 1,5</td></tr>
<tr><td colspan="6">$E = f_1 . f_2 . f_3 . f_4 . f_5 . f_6$= 9,9</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Risco de ativação</td><td>A_1= 1,0</td><td rowspan="2">A= A_1*A_2</td><td colspan="3" rowspan="2">Risco global de incêndio:
R= E * A = 12,375</td></tr>
<tr><td>A_2= 1,25</td></tr>
</table>

Fonte: Gouveia (2006, p.74).

Quadro 14 – Memória de Cálculo: Medidas de segurança

Medidas de segurança						
Descrição			**Hipóteses**			
Alarme de incêndio manual	s_1					
Detector de calor e fumaça	s_2					
Detector de calor e fumaça automático	s_3	3,0				
Aparelhos extintores	s_4					
Sistema fixo de gases	s_5					
Brig. de inc. - plantio expediente	s_6					
Brig. de inc. - plantão permanente	s_7	8,0				
Chuveiros automáticos internos	s_{8a}					
Chuveiros automáticos externos	s_{9a}					
Hidrantes - reservatório público	s_9					
Hidrantes - reservatório particular	s_{10}	6,0				
Reserva de água	s_{11}					
Resistência ao fogo ≥ 30	s_{12}					
Resistência ao fogo ≥ 60	s_{13}					
Resistência ao fogo ≥ 90	s_{14}					
Resistência ao fogo ≥ 120	s_{15}	4,0				
Planta de risco	s_{16}					
Plano de intervenção	s_{17}					
Plano de escape	s_{18}	1,2				
Sinalização das saídas	s_{19}					
Segurança	**S**	**691,2**				
Risco global de incêndio	**R**	**12,375**				
Coeficiente de segurança	$\boldsymbol{\gamma}$	**55,85**				

Fonte: Gouveia (2006, p.75).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As edificações tombadas e históricas se mostraram elementos sensíveis na proteção contra incêndio. Muito se acredita que alterações nessas edificações com o intuito de trazer maior segurança contra incêndio seja sinônimo de descaracterização dos elementos sensíveis e histórico. Porém, existem outras alternativas para que isso ocorra de forma segura, preservando a particularidade desses locais.

Cabe aos estados, com seus instrumentos normativos, e aos corpos de bombeiros dos estados a missão de garantir o máximo de proteção possível aos patrimônios em destaque. Desta maneira, é de suma importância a constância de estudos e análises de casos passados para que sejam desenvolvidos métodos que venham auxiliar na consecução da salvaguarda desses bens.

Ainda que o CBMDF possua instrumentos normativos que tratem de assuntos relativos à análise de risco de incêndio em patrimônios diversos, a sua grande maioria não cita a especificidade dos patrimônios tombados ou históricos, ou ainda que cite, nada com o aprofundamento necessário.

O principal método revelado para análise de risco de incêndio para os patrimônios em destaque é o método de análise de risco global, tendo sido revelado mais adequado nestes casos que o tradicional método Gretener. O CBMDF, ainda que lide com estruturas relativamente mais recentes, devido a idade de Brasília, passaria por uma evolução em suas técnicas de prevenção e combate ao incêndio, entendendo as particularidades e gerando uma maior sensação de segurança à sociedade.

Com a implementação do método na análise dos patrimônios do Distrito Federal, seria possível ratificar a necessidade do tratamento especial a esses locais. Ainda no método, foi possível demonstrar como a relação entre os fatores de risco de incêndio e sistemas de segurança contra incêndio contribuem para o cálculo do risco de incêndio e do coeficiente de segurança. Além disso, é possível oferecer essa metodologia para que seja aplicada a outros locais.

O método foi aplicado ao Plenário Ulysses Guimarães, localizado na câmara dos deputados. Foi possível observar que o local conta com boas medidas de segurança e com fatores de risco e riscos de ativação considerados baixos. Ainda que diante de um cenário considerado seguro, mostrou-se ser possível reduzir o risco de incêndio do local e elevar o coeficiente de segurança.

O coeficiente de segurança pôde ser elevado com a adoção de novas medidas de segurança, excluindo-se destas aquelas consideradas inviáveis, tais como: compartimentação do local e construção de um novo quartel do corpo de bombeiros na proximidade. Desta maneira, ressalta-se que é possível proteger os patrimônios tombados e históricos, sem que suas particularidades sejam destituídas. A implementação de segurança não é sinônimo de destruição.

As limitações encontradas no presente projeto foram as dificuldades de acesso ao local, em especial a algumas seções da câmara dos deputados, além disso, o tempo de visita foi limitado, o que prejudicou em uma análise mais completa.

Recomenda-se a continuação do trabalho com a aplicação do método a outros cenários, visando refinar a metodologia através do levantamento das fraquezas afim de aperfeiçoar o método de análise global de incêndio com o intuito de proteger outros patrimônios. Por fim, é indicado que as análises in loco com a utilização do método possuam força normativa, devido à dificuldade ao acesso de informações importantes para os cálculos, como por exemplo, especificações das mobílias presentes no plenário, dados essenciais para o cálculo da carga de incêndio.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **MANTA NATURAL PARA CARPETES**, São Paulo, p. 1-2, 5 jan. 2022. Disponível em: https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/cork/C61.pdf. Acesso em: 5 out. 2022.

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS (Brasil). Iphan aprova tombamento do prédio do Congresso Nacional. In: **Tombamento**. [S. l.], 2007. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/111169-iphan-aprova-tombamento-do-predio-do-congresso-nacional/. Acesso em: 29 jun. 2022.

APPOLINÁRIO, Fabio**. Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt, 2001.

CARNEIRO, Raquel. Incêndios destroem um patrimônio cultural por ano no Brasil. **VEJA**, [*S. l.*], p. 1, 3 set. 2018. Disponível em: https://veja.abril.com.br/brasil/incendios-destroem-um-patrimonio-cultural-por-ano-no-brasil/. Acesso em: 9 nov. 2021.

CBMDF - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual básico de combate a incêndio**: comportamento do fogo. 2. ed. Brasília, 2009.

CBMDF. INSTRUÇÃO NORMATIVA 002/2016. **PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE PROJETOS DE ARQUITETURA E DE INSTALAÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO EM EDIFICAÇÕES ANTIGAS E TOMBADAS**, Brasília, 2016.

CBMMG - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. Instrução técnica Nº 35. **SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES QUE COMPÕEM O PATRIMÔNIO CULTURAL**, Minas Gerais, 2021. Disponível em: https://www.bombeiros.mg.gov.br/storage/files/shares/intrucoestecnicas/IT_35_2a_Ed_portaria_65_emenda_3.pdf. Acesso em: 9 nov. 2021.

CONGRESSO NACIONAL. Arquitetura. In: CONGRESSO NACIONAL**. Palácio do Congresso Nacional**. Brasília: Congresso Nacional, 2022. Disponível em: https://www2.congressonacional.leg.br/visite/arquitetura. Acesso em: 29 jun. 2022.

CUOGHI, Ricardo de Scarabello. **Aspectos de análise de risco das estruturas de concreto em situação de incêndio**. 2006. 247 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02042008-180545/publico/Dissertacao_Ricardo_Cuoghi_Revisado_apos_Defesa.pdf. Acesso em 30 maio. 2021

DA SILVA, Carlos José et al. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], p. 64-75, 30 jun. 2015.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Decreto nº 46.076, de 31 de agosto de 2001**. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 31 ago. 2001.

ESTADOS UNIDOS DO BRASIL. [Constituição (1937)]. **CONSTITUIÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL**. Rio de Janeiro: DOU, 1937. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao37.htm. Acesso em: 2 jun. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOUVEIA, Antônio Maria Claret. **Análise de risco de incêndio em sítios históricos**. Programa Monumenta, 2006.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (Brasil). Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. NORMA TÉCNICA Nº 01/2016. **Medidas de Segurança Contra Incêndio no Distrito Federal**, Brasília: Governo do Distrito Federal, 23 dez. 2016a. Disponível em: https://www.cbm.df.gov.br/scip/wp-content/uploads/2021/02/5.0-NT-no-01-Medidas-de-Seguranca-Contra-Incendio-no-Distrito-Federal-1.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (Brasil). Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. NORMA TÉCNICA Nº 02/2016. **Risco de Incêndio e Carga de Incêndio**, Brasília: Governo do Distrito Federal, 23 dez. 2016b. Disponível em: https://www.cbm.df.gov.br/scip/wp-content/uploads/2021/01/6.0-NT-no-02-Risco-de-Incendio-e-Carga-de-Incendio.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 21361, de 20 de julho de 2000**. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico (RSIP) do Distrito Federal. Brasília, 2000.

IPHAN (Brasil). Bens Tombados *In*: **Bens Tombados**. Brasília, 2021a. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126. Acesso em: 26 out. 2021.

IPHAN (Brasil). Patrimônio Material - DF. *In*: **Patrimônio Material - DF**. Brasília, 2021b. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/df/pagina/detalhes/892. Acesso em: 26 out. 2021.

LERSCH, Inês Martina. **CONTRIBUIÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS FATORES E MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO EM EDIFICAÇÕES DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE PORTO ALEGRE**. Orientador: Prof. Hélio Adão Greven. 2003. 185 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MANUAL DE VISITAÇÃO/COREP. Câmara dos Deputados. *In*: MANUAL DE VISITAÇÃO/COREP. **Plenário Ulysses Guimarães**. Brasil, 2022. Disponível em: https://www.camara.leg.br/internet/visitavirtual/portugues/edificioPrincipal/plenario/plenarioConteudo.html. Acesso em: 30 jun. 2022.

MINAYO, Maria Cecilia de Souza. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade?. **Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade?**, Rio de Janeiro, 1993.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social**: Teoria, Método e Criatividade. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MINERVINO, Bernardete. Análise de Risco Global de Incêndio. *In*: **Análise de Risco Global de Incêndio**. Brasília, 1 abr. 2020a. Disponível em: https://analisederiscodeincendio.com.br/risco-global/. Acesso em: 13 out. 2021.

MINERVINO, Bernardete. Método Gretener. *In*: **Método Gretener**. Brasília, 9 fev. 2020b. Disponível em: https://analisederiscodeincendio.com.br/metodo-gretener/. Acesso em: 13 out. 2021.

PODER360. Saiba quem são os deputados eleitos para a Câmara Federal. *In*: PODER360. **513 nomes assumirão vaga em 2019**. [*S. l.*], 2018. Disponível em: https://www.poder360.com.br/eleicoes/saiba-quem-sao-os-deputados-eleitos-para-a-camara-federal/. Acesso em: 29 jun. 2022.

SILVA, Andreza Carla Procoro. **Gerenciamento de riscos de incêndio em espaços urbanos históricos**: uma avaliação com enfoque na percepção do usuário. 2003. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5828. Acesso em 22 mar. 2021

SILVEIRA, Cláudia Regina. **Metodologia da Pesquisa**. 2. ed. rev. e atual. Florianópolis: IF-SC, 2011. 120 p.

APÊNDICE A – QUADROS DE APOIO

Quadro 15 - Porcentagens de áreas não protegidas

Distância mínima entre a parede e a divisa (m)		Porcentagem total de área não protegida (%)
Grupo de ocupações		
Residencial, escritório,	Comercial, industrial,	
Não aplicável	1	4
1	2	8
2,5	5	20
5	10	40
7,5	15	60
10	20	80
12,5	25	100

Fonte: Gouveia (2006, p.41)

Quadro 16 – Perigo de generalização e fatores de risco

Denominação da situação de perigo		Descrição	f_5
I	Paredes	Resistência ao fogo de 120 min, sem aberturas ou com aberturas de acordo com o quadro 15.	1,0
	Fachadas	Incombustíveis, com aberturas obedecendo o quadro 15.	
	Empenas	Incombustíveis, com resistência ao fogo de 120 min, sem aberturas	
	Cobertura	Incombustível ou combustível protegida em uma faixa de pelo menos 1,5 m a partir das bordas	
II	Paredes	Resistência ao fogo de 120 min, sem aberturas ou com aberturas de acordo com o quadro 15.	1,5
	Fachadas	Incombustíveis, com aberturas obedecendo o quadro 15.	
	Empenas	Combustíveis ou incombustíveis, com resistência ao fogo inferior a 120 min ou com aberturas acima dos limites do quadro 15.	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas.	
III	Paredes	Resistência ao fogo de 120 min, sem aberturas ou com aberturas de acordo com o quadro 15.	2,0
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites do quadro 15.	
	Empenas	Combustíveis ou incombustíveis, com resistência ao fogo inferior a 120 min ou com aberturas acima dos limites do quadro 15.	
	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 min ou com aberturas acima dos limites dados no quadro 15.	3,0
	Fachadas	Combustíveis ou com aberturas acima dos limites do quadro 15.	
	Empenas	Combustíveis ou incombustíveis, com resistência ao fogo inferior a 120 min ou com aberturas acima dos limites do quadro 15.	
	Cobertura	Combustível sem a faixa de proteção de largura 1,5m a partir das bordas.	

Fonte: Gouveia (2006, p.46)

APÊNDICE B – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

1. **Aluno**: Cadete BM/2 J. Flávio

2. **Nome**: Cartilha sobre análise de risco de incêndio em patrimônios tombados no Distrito Federal: “PROTEGENDO NOSSOS PATRIMÔNIOS”.

3. **Descrição**: A cartilha visa apresentar o método de análise de risco global, com o intuito de aplicar a metodologia aos patrimônios tombados do Distrito Federal. Em seu conteúdo é feito um estudo de caso no plenário Ulysses Guimarães, presente na Câmara Federal, com o intuito de exemplificar a aplicação do método e analisar maneiras de aumentar o coeficiente de segurança da estrutura.

4. **Finalidade**: A cartilha visa aplicar um método distinto de análise de risco de incêndio e de levantamento de carga de incêndio aos patrimônios tombados do Distrito Federal. O mais tradicional dos métodos não leva em conta a particularidade das edificações tombadas e históricas. Desta maneira, a cartilha apresenta o método mais adequado para esses locais, assim como apresenta um passo a passo para aplicação deste para tais locais. Por último, como material de apoio, é disponibilizado uma planilha para auxiliar no cálculo de novas análises.

5. **A quem se destina**: A cartilha se destina primariamente àqueles responsáveis por análises de risco de incêndio de edificações, no caso do Distrito Federal, aos bombeiros do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

6. **Funcionalidades**: A cartilha visa facilitar o entendimento e aplicação do método de análise de risco global, trazendo assim maior segurança para os locais tombados ou considerados históricos.

7. **Especificações técnicas**:

Material textual: Arquivo digital em formato A4, impresso em papel couchê 170g para a capa e papel couchê 90g para as demais páginas. O documento foi impresso sendo 2 duas páginas por folha, frente e verso, desta maneira, cada página possui tamanho referente ao formato A5.

8. **Instruções de uso**: Material de distribuição para os bombeiros do CBMDF.

9. **Condições de conservação, manutenção, armazenamento:** Manter em local seco, arejado e ao abrigo da luz do sol para consultas futuras.

PROTEGENDO NOSSOS PATRIMÔNIOS

UMA VISÃO PREVENTIVA DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL

Cartilha apresentada à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Autor: José Flávio Neto
Orientador: Ten-Cel. QOBM/Comb. RODRIGO ALMEIDA FREITAS

Brasília, 2022.

Sumário

01 CONJUNTO URBANÍSTICO DE BRASÍLIA

02 QUAL A IMPORTÂNCIA DE BRASÍLIA

03 O QUE É UM PATRIMÔNIO TOMBADO?

04 PATRIMÔNIOS TOMBADOS NO DF

05 PATRIMÔNIOS TOMBADOS MERECEM ATENÇÃO ESPECIAL ?

06 COMO É O TRATAMENTO NO DF?

07 O MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO GLOBAL

08 COMO APLICAR O MÉTODO ?

09 ETAPAS DO MÉTODO

12 ESTUDO DE CASO

13 PLENÁRIO ULYSSES GUIMARÃES

14 DADOS DO PLENÁRIO

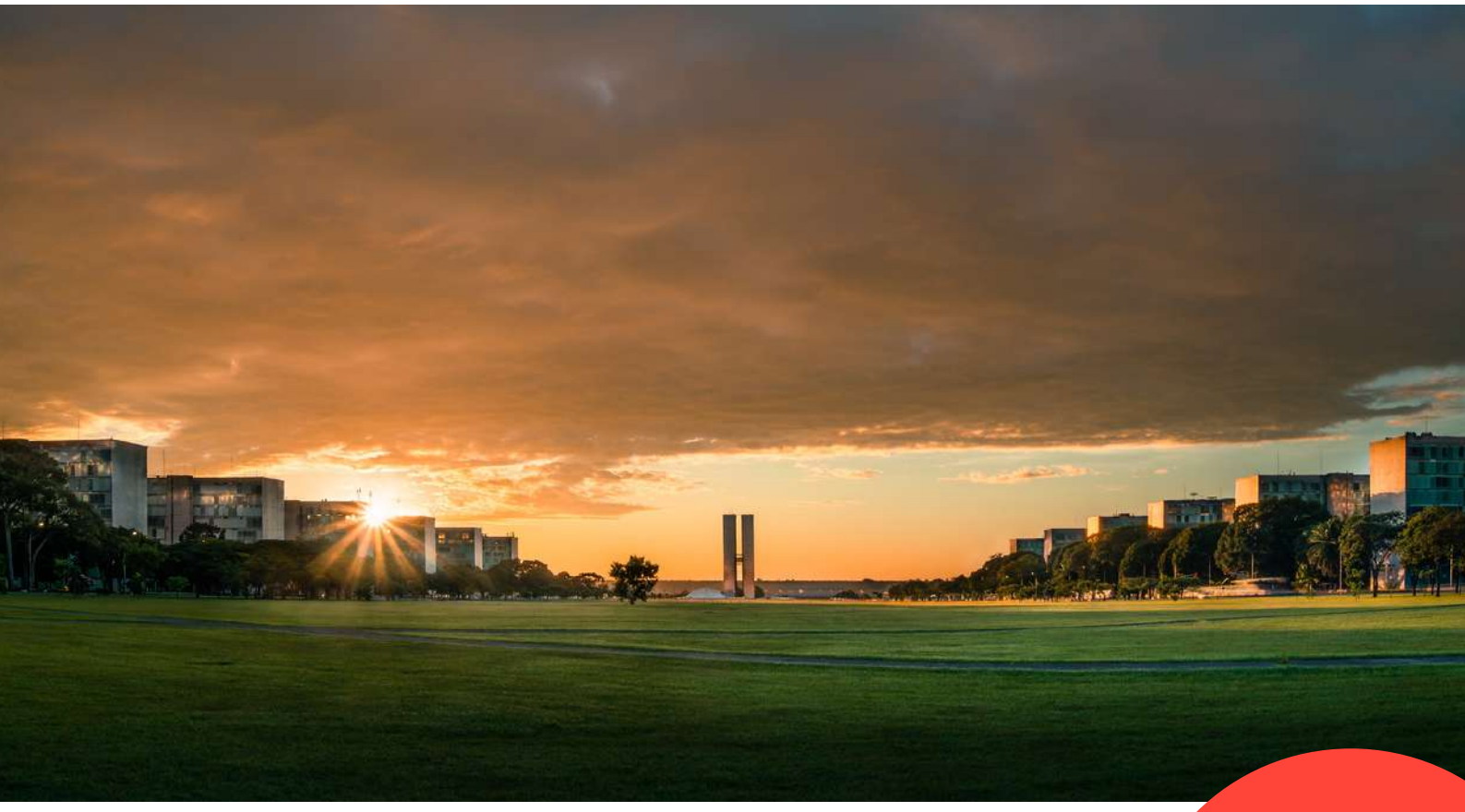
15 ANÁLISE DOS DADOS

19 CÁLCULOS

22 HIPÓTESE ADICIONAL

O conjunto urbanístico de Brasília

O conjunto urbanístico-arquitetônico de Brasília, construído a partir do Plano Piloto, um projeto de Lucio Costa, foi inscrito no livro de tombo histórico pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) em 14 de março de 1990. Foi reconhecido pela Unesco como patrimônio mundial, tendo sido o primeiro conjunto urbano a atingir tal feito no século XX . Para Iphan (2021a) sua principal característica é representada pela monumentalidade, determinada por quatro escalas: monumental, residencial, bucólica e gregária e por sua arquitetura inovadora.



Qual a importância de Brasília?

Brasília é considerada uma capital jovem, com pouco mais de 60 anos. Apesar de recente, desempenha um importante papel na economia, política e cultura brasileira. Para a UNESCO, Brasília é um Patrimônio Mundial, e não é só isso, a capital é a detentora da maior área tombada do mundo, com 112,25 km².

Lúcio Costa, com seu projeto urbanístico, e Oscar Niemeyer, com sua arquitetura singular, imprimiram em Brasília um conceito arquitetônico ímpar. Hoje, o sucesso da transferência da administração do Rio de Janeiro para o interior do país já não é mais contestado. Assim, pode-se se dizer que Brasília não apenas se transformou em uma capital política, como contribuiu com o desenvolvimento do interior do país (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2022).

O que é um patrimônio tombado?

Tombamento, em suma, é o reconhecimento do bem devido a sua importância cultural. O objetivo do tombamento de um patrimônio é impedir sua destruição ou mutilação, mantendo-o preservado para as gerações futuras.

COMO FUNCIONA O TOMBAMENTO ?

Segundo o Iphan (2021b): "O tombamento é o instrumento de reconhecimento e proteção do patrimônio cultural mais conhecido, e pode ser feito pela administração federal, estadual e municipal."

O tombamento pode ser feito feito nas esferas federal, estadual ou municipal. Em âmbito federal, o tombamento foi instituído pelo Decreto-Lei nº25 de 1937. Podem ser tombados os monumentos: naturais, sítios e paisagens que sejam representativos e necessitem conservação e proteção.

Qualquer pessoa pode solicitar o tombamento de qualquer bem, a solicitação deve ser feita diretamente ao IPHAN. Para que o bem seja tombado, este deve passar por uma avaliação do órgão. Uma vez tombado, não é possível fazer qualquer alteração nele sem autorização do órgão responsável

Patrimônios Tombados no DF

No DF algumas das edificações tombadas são: Catedral Metropolitana de Brasília, Catetinho, Teatro Nacional, Capela Nossa Senhora de Fátima, Congresso Nacional (onde inclui-se a Câmara dos Deputados), Memorial dos Povos Indígenas, Memorial JK, conjunto dos Ministérios e anexos, Conjunto do Palácio da Alvorada (incluindo a capela), Palácio da Justiça, Palácio do Planalto, Palácio Itamaraty e anexos, Palácio Jaburu, Praça dos Três Poderes, Quartel General do Exército e Supremo Tribunal Federal (IPHAN, 2021a).

Patrimônios tombados merecem atenção especial na prevenção contra incêndios?

Sim! Em suma, esses locais não devem ser manipulados como quaisquer estruturas, devido ao seu valor e especificidade, e por isso devem haver métodos e normas específicas para seu tratamento.

Essas edificações, principalmente quando históricas, representam locais de difícil intervenção, principalmente pelas limitações impostas por tombamentos.

A grande questão neste caso é definir até onde o poder público e os corpos de bombeiros dos estados podem intervir nesses locais, trazendo os riscos para uma condição aceitável sem, no entanto, interferir significativamente no aspecto histórico e cultural do local. Aqui vale insistir: **aprimoramento de segurança nesses locais não é sinônimo de destruição.**

Como é o tratamento no DF?

O CBMDF possui normas específicas para segurança contra incêndio e pânico e risco de incêndio e carga de incêndio. De acordo com o decreto de 21.361 de 2000, que aprova o RSIP (GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2000), o regulamento aprovado estabelece em seu Art 2º: "[...] os requisitos mínimos exigíveis nas edificações e no exercício das atividades pertinentes à matéria de que trata e fixa critérios para o estabelecimento de normas técnicas de SCIP[...]". Entretanto, um dos poucos instrumentos que citam uma avaliação especial aos patrimônios tombados é a Norma Técnica 02, mas ainda assim, sem dispensar o tratamento adequado.

Segurança contra incêndio

Ao CBMDF foi concedida a liberdade para exigir quesitos além daqueles constantes no regulamento e, assim, determinar outras medidas que julgar necessárias. No ano de 2016 foram publicadas duas Normas Técnicas, as NT 01 e NT 02, tratando, respectivamente de segurança contra incêndio em edificações e risco de incêndio e a carga de incêndio nas edificações.

O método de análise de risco global

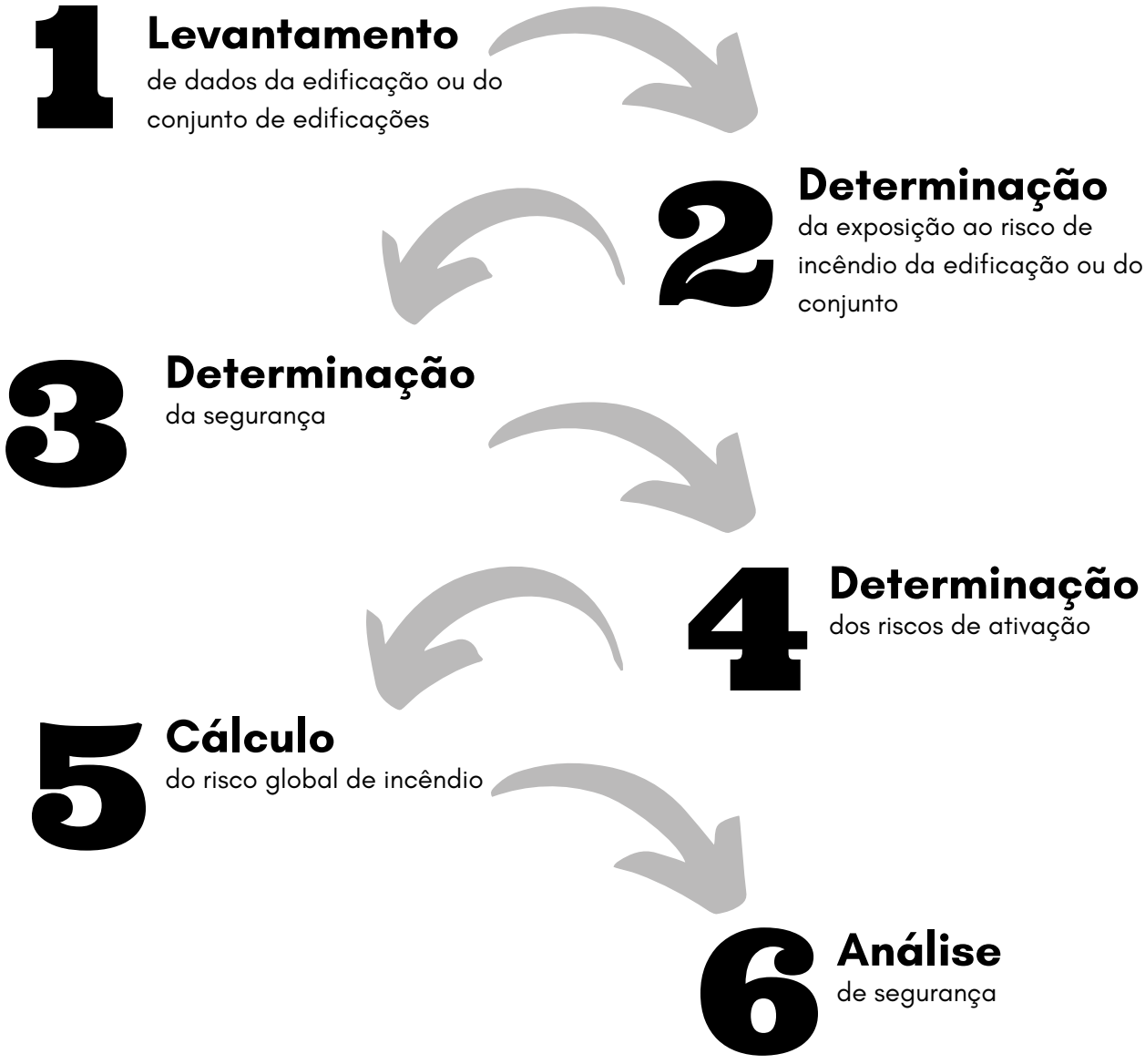
O mais conhecido dos métodos de análise de risco de incêndio é o método Gretener. Segundo Minervino (2020a), apesar de inicialmente ter sido idealizado para aplicação industrial, foi adaptado e se tornou o método mais comum para análise de risco de incêndio. Pode ser utilizado para levantamento do risco de incêndio em edificações que comportam uma grande densidade populacional. É importante ter medidas quantitativas e qualitativas a respeito do risco de incêndio nas edificações históricas e tombadas.

Como já mencionado, o método mais comum para cálculo de risco de incêndio em estruturas é o Método Gretener, porém este método não atende às especificidades dessas estruturas.

O método de análise de risco global, desenvolvido pelo professor Dr. Antônio Maria Claret Gouveia, visa gerar um balanceamento entre os parâmetros de risco e as medidas de segurança presentes na edificação tombada. O método leva em consideração a restrição de intervenção estrutural em locais históricos quando se deseja aumentar a segurança ou instalar sistemas de prevenção contra incêndio. A análise nesses locais visa definir os parâmetros de intervenção pública ou privada que possa alterar favoravelmente uma situação que seja considerada de risco inaceitável (MINERVINO,2020a).

Como aplicar o método ?

Para a aplicação do método de análise de risco global, para Gouveia (2006), é mandatório compreender algumas fases, quais sejam:



Cada uma dessas etapas possui particularidades que serão explanadas brevemente nas próximas páginas, para um aprofundamento, aconselha-se consultar a obra do autor ou ainda de Gouveia (2006).

Etapas do método

Levantamento de dados

A aplicação do método tem início com o levantamento de dados. É importante que ocorra um registro de informações vitais sobre a edificação antes da análise de risco. É valioso também ter um olhar atento às edificações vizinhas, buscando caracterizar ou não a formação de um conjunto arquitetônico.

Exposição ao risco de incêndio

É uma grandeza que determina o peso dos parâmetros capazes de impulsionar o incêndio. Seis parâmetros predominantes no incêndio fazem parte do cálculo abaixo:

$$E = f_1 . f_2 . f_3 . f_4 . f_5 . f_6$$

Tabela 1 – Parâmetros e fatores de risco

Origem	Parâmetros	Símbolo	Fator
Carga de Incêndio	Densidade de carga de incêndio	q	f_1
	Altura do compartimento	H, S	f_2
Compartimento	Distância da unidade do Corpo de Bombeiros mais próxima	D	f_3
	Condições de acesso à edificação	-	f_4
	Perigo de generalização	-	f_5
Política de preservação	Importância específica da edificação	-	f_6

Fonte: Gouveia (2006, p. 42).

Etapas do método

Segurança

As medidas de segurança são projetadas juntamente com a edificação ou então introduzidas posteriormente. A cada uma dessas medidas pode-se atribuir um fator *Sn* conforme a necessidade. Podem ser agrupadas em cinco classes a saber (GOUVEIA, 2006):

- **Medidas sinalizadoras do incêndio:** Visam detectar o incêndio em sua fase inicial. Exemplo: alarmes de incêndio
- **Medidas extintivas:** Visam extinguir o incêndio em qualquer de suas fases. Exemplo: chuveiros automáticos e extintores
- **Medidas de infraestrutura:** Visam tornar possível as atividades de combate. Por exemplo: reserva de água e hidrantes.
- **Medidas estruturais:** São os níveis de resistência ao fogo dos materiais estruturais.
- **Medidas políticas:** Orientam a ação no evento de um incêndio, visando a orientação para a redução da severidade do incêndio

Risco de Ativação

Representado por A, representa o risco de ativação aplicável a cada compartimento da edificação em análise ou conjunto destas. Podem ser agrupados em 3 classes:

- **Riscos decorrentes diretamente da atividade humana**
- **Riscos decorrentes das instalações**
- **Riscos devidos a fenômenos naturais**

Etapas do método

Risco global de incêndio

Gouveia (2006) chegou à conclusão que o risco global de incêndio é calculado pelo produto da exposição ao risco de incêndio pelo risco de ativação, a expressão é dada por:

$$R=E*A$$

É válido dizer que esse cálculo é associado a um compartimento. Para uma edificação, é tomado como risco aquele compartimento de maior valor presente na edificação. Caso seja um conjunto de edificações, toma-se, novamente, o maior risco associado a uma das edificações que compõem esse conjunto.

Coeficiente de segurança

Uma vez que o risco global de incêndio R é conhecido juntamente com as medidas de segurança S, calcula-se o coeficiente de segurança da edificação dado por:

$$\gamma = \frac{S}{R} \geq \gamma_{min}$$

Valores acima de , significa dizer que a edificação ou seu conjunto de edificações é seguro.

Estudo de caso

Câmara dos deputados: Plenário Ulysses Guimarães

No dia 30 de maio de 2022, foi realizada uma visita ao Plenário Ulysses Guimarães, localizado na Câmara dos Deputados. No local foram realizadas medições e fotografias necessárias à pesquisa. A Câmara dos Deputados está contido no tombamento do Congresso Nacional. O plenário, devido ao seu valor político e cultural, foi selecionado como uma amostra deste complexo. O método aplicado fora desenvolvido pelo professor Gouveia (2006) e pode ser expandido para todo o Congresso Nacional e para outras edificações tombadas, sendo necessário, para isto, uma equipe com efetivo condizente à magnitude do local.

Para o estudo, a carga de incêndio do plenário é composta principalmente pelo somatório das cargas de incêndios de cadeiras, mesas, tablets embutidos nas mesas e o carpete de isolamento que reveste todo o plenário.

Vale lembrar que carga de incêndio se refere, segundo o Manual Básico de Combate ao Incêndio módulo 1 CBMDF (2009, p. 121), "à quantidade total de material combustível existente em um prédio, espaço ou área passível de ser atingida pelo fogo, incluindo materiais de acabamento e decoração, expressos em unidades de calor ou em peso equivalente de madeira."

Plenário Ulysses Guimarães

Projetado por Oscar Niemeyer, o palácio do congresso nacional consiste em um edifício principal, onde estão abrigados o senado federal e a câmara dos deputados. A cúpula menor, voltada para baixo, refere-se ao senado federal, enquanto a maior das cúpulas representa a câmara dos deputados. Entre as duas cúpulas, estão contidas duas torres de 28 andares, uma para o senado e outra para a câmara. O principal plenário localizado na câmara dos deputados é o plenário Ulysses Guimarães. Dividido em duas alas, separadas por um corredor central, o plenário permite que os deputados votem de quaisquer dos assentos.

São aproximadamente 396 cadeiras para os deputados, além de outras 50 cadeiras que ladeiam os assentos principais (CONGRESSO NACIONAL, 2022).

Memorial de cálculo

O memorial de cálculo envolvendo a câmara dos deputados visa demonstrar como a relação entre fatores de risco de incêndio e sistemas de segurança contra incêndio contribuem para o cálculo do risco de incêndio e do coeficiente de segurança do plenário Ulysses Guimarães; bem como oferecer uma metodologia para aplicar o método a outras edificações, sejam elas tombadas ou históricas.

Dados do plenário

Com a visita ao plenário, obteve-se as seguintes métricas:

Métricas do plenário Ulysses Guimarães	
Altura do plenário (H)	11,5 m
Diâmetro inferior do plenário	30 m
Diâmetro superior do plenário	50 m
Altura do Subsolo	2,54 m
Altura da Fachada inferior	2,4 m
Largura da Fachada inferior	2,9 m
Qtde de cadeiras total na parte inferior	446
Qtde de cadeiras total na parte superior	414
Qtde de mesas na parte inferior (deputados)	396
Qtde de mesa diretora	1
Qtde de tablets embutidos nas mesas dos deputados	396
Dimensão das mesas inferiores (deputados)	0,8 m x 0,3 m x 0,12 m
Dimensão da mesa diretora	6,5 m x 1 m x 0,15 m
Espessura da parede	0,35 m

Fonte: O autor.

Análise dos dados do plenário

Com base nas etapas propostas pelo método de Gouveia (2006), os dados levantados in loco, geraram valores capazes de auxiliar no cálculo do risco de incêndio e do coeficiente de segurança do local. Para um maior entendimento dos valores atribuídos a cada um dos índices, recomenda-se a leitura da obra de Gouveia (2006) e do artigo do autor desta obra.

Parâmetros e fatores de risco

Após o levantamento de dados do plenário da câmara dos deputados, procede-se para o levantamento dos parâmetros e fatores de risco. O risco *f*1 leva em conta a densidade de carga de incêndio presente no local, expresso em MJ/m², para o plenário *f*1=1,1. O risco *f*2 é calculado com base na altura do plenário (H) e altura do subsolo (h). Para seu tipo e porte, ao plenário foi atribuído o valor *f*2= 1,6.

O parâmetro *f*3, é calculado com base na distância até o corpo de bombeiros mais próximo.

Por estar a 2,4 km do 1º GBM por via terrestre, atribui-se a pontuação *f*3= 1,25. O parâmetro *f*4, é calculado com base nas condições de acesso, por haver duas possibilidades de acesso e instalação de hidrante interno à edificação, foi atribuído ao parâmetro o valor *f*4 = 1,0; sendo considerado de fácil acesso.

Para *f*5, leva-se em conta o perigo de generalização. Para Gouveia (2006) trata-se de características de isolamento de risco nas paredes, fachadas, empenas e coberturas. Como o plenário é considerado um local de reunião, onde não é respeitado o afastamento mínimo entre estruturas adjacentes, adota-se neste cenário uma situação de perigo que gera um valor de *f*5=3,0. É válido notar que na obtenção do valor de *f*5, foi aplicado o princípio da exceção segura, que Gouveia (2006) estabelece como: "[...] o profissional do projeto, para atender os objetivos de segurança, deve majorar os fatores de risco que justificadamente lhe pareçam subestimados".

Devido a sua importância específica, o congresso nacional possui o tombamento de sua estrutura arquitetônica junto ao Iphan, além disso é tombado como peça urbanística dentro da escala monumental do projeto do plano piloto, que foi considerado como patrimônio cultural da humanidade pela Unesco em 1987 (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2007). Por este fato, considera-se que o plenário da câmara dos deputados, contido na edificação do congresso nacional, possui *f*6=1,5, por ser equivalente a um patrimônio histórico da humanidade

Parâmetros e fatores de risco de ativação de incêndios

Os riscos de ativação podem ser agrupados em 3 classes:

- Riscos decorrentes diretamente da atividade humana
- Riscos decorrentes das instalações
- Riscos devido a fenômenos naturais

Na primeira classe, estão contemplados os riscos provenientes da natureza da ocupação e aquele relativo à falha humana.

Na segunda classe, encontram-se os riscos decorrentes da qualidade das instalações elétricas e da qualidade das instalações de gás.

Por fim, na última classe, no caso do Brasil, estão os riscos decorrentes de descargas atmosféricas. O risco de ativação decorrente da ocupação estará sempre presente, desde que a edificação esteja em uso contínuo, como é o caso do plenário Ulysses Guimarães, a esse risco atribui-se o símbolo $A1$. Por levar em conta a natureza da ocupação do plenário Ulysses Guimarães como sendo um local de reunião de público, foi atribuído o valor $A1 = 1{,}0$.

Quanto ao risco de ativação devido a falha humana, o plenário possui um valor para $A2 = 1{,}25$, devido aos seus usuários serem treinados ao menos uma vez a cada dois anos.

Medidas e fatores de segurança

Para cada uma das cinco classes existentes na seção de medidas de segurança, considera-se para o cálculo somente o maior valor da classe, isto é, ainda que exista mais de um equipamento na mesma classe, somente será considerado o valor do maior. Desta maneira, por possuir um sistema de calor e fumaça automático avançado, chamado de VESDA (do inglês Very Early Smoke Detection Apparatus), o plenário pontua no quesito *s3* o valor de 3,0. Nas medidas extintivas, por estar presente uma brigada de incêndio em plantão permanente, pontua-se em *s7* o valor de 8,0.

Nas medidas de infraestrutura, o quesito de maior valor presente na câmara é *s10* = 6, por haver hidrantes e um reservatório próprio de água. Quanto às medidas estruturais, as paredes utilizadas foram de alvenaria com espessura de 35cm, o que segundo Gouveia (2006) confere um tempo de resistência ao fogo superior a 120 minutos, assim, para este caso *s15* = 4,0.

Por último, as medidas políticas atuam no conjunto de iniciativas com vistas a tornar as ações de combate e prevenção mais eficazes. Dentro desse gênero, encontra-se as sinalizações de saídas de emergência e rotas de fuga. Por possuir um plano de escape, denominado PPCI (plano de prevenção e combate a incêndio), adotou-se para esse fator o valor de *s18* = 1,2.

Cálculos

Coeficiente de segurança mínimo

É o coeficiente determinado pela instituição avaliadora, como por exemplo o CBMDF. De acordo com o coeficiente determinado a edificação deve possuir coeficiente superior a este valor para que seja considerada segura. Considera-se para o caso em análise, para fins de exemplificação, que mínimo seja igual a 10.

Segurança

É dado pelo produto das medidas de segurança presentes na estrutura, vale lembrar que para cada classe de medidas de segurança deve-se levar em conta o maior dos valores. Desta maneira o cálculo é dado por:

$$S = s_1 . s_2 . \dots s_n$$

Para o plenário, o valor de S, dado pelo produto das medidas de segurança é:

$$S = s_3 . s_7 . s_{10} . s_{15} . s_{18}$$

$$S = 3 * 8 * 6 * 4 * 1{,}2$$

$$S = 691{,}2$$

Cálculos

Parâmetros e fatores de risco

É dado pelo produto dos fatores de risco encontrados no plenário:

$$E = f_1 . f_2 . f_3 . f_4 . f_5 . f_6$$

$$E = 1{,}1 * 1{,}6 * 1{,}25 * 1 * 3 * 1{,}5$$

$$E = 9{,}9$$

Risco de Ativação

É dado pelo produto dos riscos presentes no local, que podem ser divididos em: riscos decorrentes diretamente da atividade humana, riscos decorrentes das instalações e riscos devidos a fenômenos naturais. É representado, no caso do plenário, por:

$$A = A_1 . A_k$$

$$A = A_1 . A_2$$

$$A = 1 * 1{,}25$$

$$A = 1{,}25$$

Cálculos

Cálculo do Risco Global de incêndio

É dado pelo produto entre o risco de ativação e a exposição ao risco de incêndio, no caso do plenário:

$$R = E.\mathrm{A}$$
$$R = 9{,}9 * 1{,}25$$
$$R = 12{,}375$$

Coeficiente de segurança

Por fim, o coeficiente de segurança é dado pela relação entre as medidas de segurança S e o risco global de incêndio R. Neste momento é feita a análise para descobrir se a segurança do local é aceitável ou não, para isso compara-se o obtido com o mínimo aceitável. Para o patrimônio em análise, tem-se:

$$\gamma = \frac{S}{R} \geq \gamma_{min}$$

$$\gamma = \frac{691{,}2}{12{,}375} \geq 10$$

$$\gamma = 55{,}85 \geq 10$$

Desta maneira, tem-se que **o plenário Ulysses Guimarães da câmara dos deputados é considerado seguro**, pois seu coeficiente de segurança é maior que o coeficiente mínimo inicialmente estipulado.

Hipótese adicional

O que aconteceria se fosse determinado um novo y mínimo? Considerando por exemplo que o novo ymin seja igual a 60. Basicamente, haveria três possibilidades de realizar a adequação: reduzindo os fatores de exposição de risco e os riscos de ativação ou elevando as medidas de segurança do local. Para a melhor decisão, procura-se alterar o fator que menos descaracteriza a estrutura. Uma decisão plausível seria instalar chuveiros automáticos internos. Com essa decisão a medida de segurança *"s8a:* chuveiros automáticos internos" assumiria o valor 10, superior à medida de "brigada de incêndio permanente" com peso 8.

Com a nova decisão de intervenção nas medidas de segurança, o novo valor do coeficiente de segurança da estrutura y se torna 69,81, sendo portanto, superior ao novo ymin = 60, o que tornaria a estrutura segura novamente.

Para auxiliar em análises como essas, foi disponibilizado uma planilha para apoiar nos cálculos. Acesse no QR code abaixo:

Referências

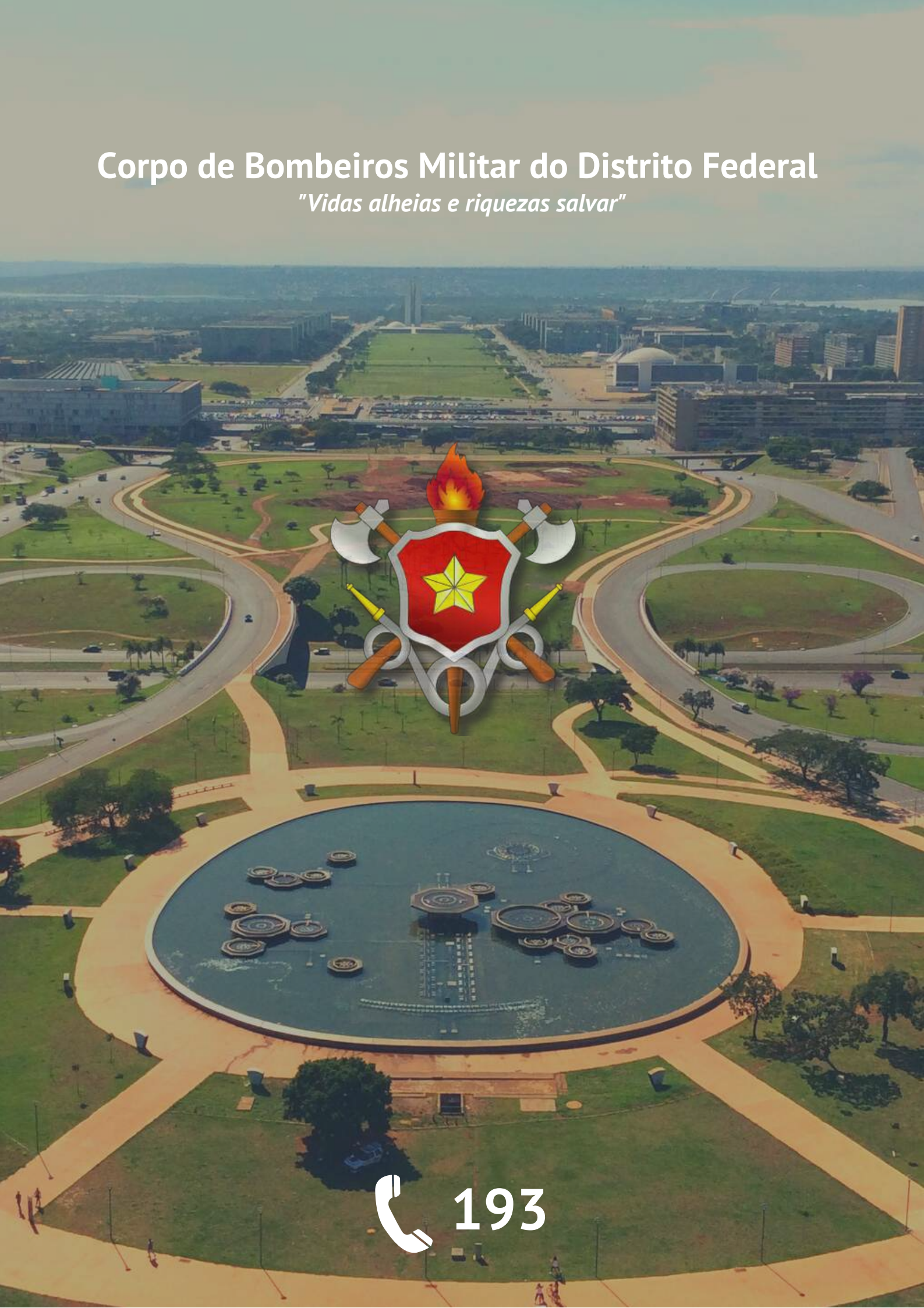
- AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS (Brasil). Iphan aprova tombamento do prédio do Congresso Nacional. In: Tombamento. [S. l.], 2007. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/111169-iphan-aprova-tombamento-do-predio-do-congresso-nacional/. Acesso em: 29 jun. 2022.
- CBMDF - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Manual básico de combate a incêndio: comportamento do fogo. 2. ed. Brasília, 2009.
- CONGRESSO NACIONAL. Arquitetura. In: CONGRESSO NACIONAL. Palácio do Congresso Nacional. Brasília: Congresso Nacional, 2022. Disponível em: https://www2.congressonacional.leg.br/visite/arquitetura. Acesso em: 29 jun. 2022.
- GOUVEIA, Antônio Maria Claret. Análise de risco de incêndio em sítios históricos. Programa Monumenta, 2006.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 21361, de 20 de julho de 2000. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico (RSIP) do Distrito Federal. Brasília, 2000.
- IPHAN (Brasil). Patrimônio Material - DF. In: Patrimônio Material - DF. Brasília, 2021a. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/df/pagina/detalhes/892. Acesso em: 26 out. 2021.

Referências

- IPHAN (Brasil). Bens Tombados In: Bens Tombados. Brasília, 2021b. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126. Acesso em: 26 out. 2021.
- MINERVINO, Bernardete. Análise de Risco Global de Incêndio. In: Análise de Risco Global de Incêndio. Brasília, 1 abr. 2020a. Disponível em: https://analisederiscodeincendio.com.br/risco-global/. Acesso em: 13 out. 2021.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Brasília, Patrimônio Cultural da Humanidade. In: Brasília, Patrimônio Cultural da Humanidade. Brasília, 2022. Disponível em: http://www4.planalto.gov.br/restauracao/brasilia-patrimonio-cultural-da-humanidade#:~:text=Marco%20da%20arquitetura%20e%20urbanismo,contempor%C3%A2neo%20a%20merecer%20essa%20distin%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 30 set. 2022.
- Imagens: Todas as imagens utilizadas nesta obra foram retiradas do Software Canva. Ressalta-se que todas estão em conformidade com os direitos autorais.

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

"Vidas alheias e riquezas salvar"



193