

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

William Rodrigues Bianchin

**APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DO RISCO
DE INCÊNDIO “MESERI” EM ESCOLA DO MUNICÍPIO DE LAJEADO-RS**

Santa Maria, RS

2022

William Rodrigues Bianchin

**APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE
INCÊNDIO “MESERI” EM ESCOLA DO MUNICÍPIO DE LAJEADO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Civil**.

Orientadora: Dra. Larissa Degliuomini Kirchof

Santa Maria, RS
2022

William Rodrigues Bianchin

**APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DO RISCO
DE INCÊNDIO “MESERI” EM ESCOLA DO MUNICÍPIO DE LAJEADO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Civil**.

Aprovado em 22 de agosto de 2022:

Larissa Degliomini Kirchhof, Dra. (UFSM)
(Orientadora)

Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Dr. (UFSM)

Alexandre Silva de Vargas, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jucimar e Rosemari, por sempre acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado, não medindo esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

A minha família, pelo amparo e ajuda depositados em mim, pela paciência em momentos difíceis, e por nunca me deixarem desistir e me apoiarem imensamente, além de disponibilizarem aprendizados que foram essenciais para me tornar a pessoa que sou hoje.

Aos meus amigos, por estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins, pelos conselhos e acolhimento durante a minha vida e tornar essa caminhada mais leve.

A Professora Larissa, pelo voto de confiança e me orientar para a realização do trabalho, por estar sempre disponível para ajudar e pelo apoio que contribuiu para a minha formação profissional.

A todos os meus professores que tive durante esse trajeto, que sem o conhecimento e amor por eles aplicado, eu não teria chegado até aqui.

A UFSM, por oferecer inúmeras experiências e ser minha segunda casa ao longo desses anos, pela infraestrutura disponibilizada e por gerar ensino para a formação de tantos profissionais, que como eu, não tem palavras pra agradecer.

A Base Jr, por dispor de momentos únicos durante a minha graduação, que me fizeram ter as experiências mais intensas no âmbito pessoal e profissional, me fazendo crescer imensamente nesse período.

A Prefeitura Municipal de Arroio do Meio e a Construtora Magagnin, locais que realizei estágio no último ano, por me ampararem pessoalmente e por me proporcionarem experiência e conhecimento técnico, me permitindo evoluir em todos os âmbitos da minha vida.

Muito obrigado.

RESUMO

APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO “MESERI” EM ESCOLA DO MUNICÍPIO DE LAJEADO-RS

AUTOR: WILLIAM RODRIGUES BIANCHIN

ORIENTADORA: LARISSA DEGLIUOMINI KIRCHHOF

Após na história ocorrer tantas tragédias envolvendo fogo, a prevenção e proteção contra incêndio se tornou imprescindível ao longo dos anos, uma vez que é importante manter a integridade da vida humana e a proteção sobre ela, não tendo perdas de vidas em acidentes do tipo. A importância da segurança contra incêndio fez com que métodos e técnicas fossem aplicados nas edificações, com o intuito de identificar possíveis causas de incêndio no local, e de precaver que acidentes como esse possam vir a acontecer. Por esse motivo, que o Método Simplificado de Avaliação do Risco de Incêndio (*Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio*), ou Método MESERI, foi desenvolvido no ano de 1978, sendo direcionado para edificações comerciais e industriais de baixo e médio risco com propriedades homogêneas de construção, mas que na atualidade já foi aplicado nos mais diversos tipos de construção. Diante disso, que o presente trabalho visa a aplicação da metodologia, adaptando-a para uma escola pública do município de Lajeado-RS, voltada ao ensino fundamental e que se deve pelo fluxo de aproximadamente 445 pessoas que transitam diariamente no interior da instituição, onde muitas dessas pessoas não possuem conhecimento e vivência na área de segurança contra incêndio, estando vulneráveis ao risco. A aplicação do Método MESERI tem como objetivo geral avaliar o grau do risco de incêndio na escola, onde foi analisado os fatores geradores e agravantes e os fatores de proteção e redução de incêndio, classificando os parâmetros através de pontuações que são estabelecidas pelo método, realizando-se então o Cálculo do Risco de Incêndio através de uma equação matemática. Como o local de estudo possui um prédio principal e um ginásio poliesportivo e não há ligação entre as edificações, foi executado a avaliação nos dois locais, onde o prédio principal foi classificado como “RISCO RUIM” e o ginásio considerado como “RISCO BOM”. O resultado se deu, principalmente, pelo material armazenado no local, pelos parâmetros voltados aos elementos construtivos e pela falta de alguns fatores de proteção e redução de incêndio.

Palavras-chave: Análise do risco. Escola. Segurança contra incêndio. Método MESERI.

ABSTRACT

APPLICATION OF THE SIMPLIFIED FIRE RISK ASSESSMENT METHOD “MESERI” IN SCHOOL OF THE MUNICIPALITY OF LAJEADO-RS

AUTHOR: WILLIAM RODRIGUES BIANCHIN
ADVISOR: LARISSA DEGLIUOMINI KIRCHHOF

After so many tragedies involving fire have occurred in history, fire prevention and protection has become essential over the years, since it is important to maintain the integrity of human life and protection over it, not having loss of life in such accidents. The importance of fire safety meant that methods and techniques were applied in buildings, in order to identify possible causes of fire at the site, and to prevent accidents like this from happening. For this reason, the Simplified Fire Risk Assessment Method (*Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio*), or MESERI Method, was developed in 1978, being directed to low and medium risk commercial and industrial buildings with properties homogeneous constructions, but which nowadays has already been applied in the most diverse types of construction. Therefore, the present work aims to apply the methodology, adapting it to a public school in the city of Lajeado-RS, aimed at elementary school and which is due to the flow of approximately 445 people who transit daily inside the institution, where many of these people do not have knowledge and experience in the area of fire safety, being vulnerable to risk. The application of the MESERI Method has the general objective of evaluating the degree of fire risk in the school, where the generating and aggravating factors and the fire protection and reduction factors were analyzed, classifying the parameters through scores that are established by the method, performing The Fire Risk Calculation is then carried out through a mathematical equation. As the study site has a main building and a multi-sport gym and there is no connection between the buildings, the evaluation was carried out in both locations, where the main building was classified as “BAD RISK” and the gymnasium considered as “GOOD RISK”. The result was mainly due to the material stored on site, the parameters aimed at the constructive elements and the lack of some fire protection and reduction factors.

Keywords: Risk analysis. School. Fire safety. MESERI method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do Método MESERI e do Cálculo do Risco de Incêndio	35
Figura 2 – Estrutura de um teto falso	42
Figura 3 – Piso falso sobre contrapiso.....	43
Figura 4 – Sistema de detecção automática.....	54
Figura 5 – Sprinkler automático	55
Figura 6 – Exemplos de extintores portáteis	56
Figura 7 – Hidrante de parede e seus componentes.....	57
Figura 8 – Hidrante externo.....	58
Figura 9 – (a) prédio principal e (b) ginásio.....	62
Figura 10 – Detalhe do pé direito (sem escala): (a) nível do prédio principal e (b) corte do ginásio.....	63
Figura 11 – Elementos construtivos: (a) prédio principal e (b) ginásio	64
Figura 12 – Teto do prédio principal: (a) térreo, (b) segundo pavimento e (c) teto do ginásio.....	64
Figura 13 – Pisos do prédio principal: (a) sala de aula, (b) corredor e (c) piso do ginásio.	66
Figura 14 – Caminho percorrido do Corpo de Bombeiros até a Escola A	67
Figura 15 – Acessos da escola: (a) entrada principal, (b) fundos da escola, (c) portão lateral, (d) distância entre eles e (e) janela da escola	68
Figura 16 – Acessos do ginásio: (a) portão localizado ao norte, (b) portão localizado ao sul e (c) distância entre eles	69
Figura 17 – Pontos de ignição da escola: (a) fornos da cozinha e (b) central de gás	70
Figura 18 – Materiais combustíveis existentes no prédio principal.	72
Figura 19 – Colisão da tubulação de gás e forno existente	73
Figura 20 – Materiais armazenados em altura na escola: (a) sala dos professores e (b) biblioteca	74
Figura 21 – Chromebooks existentes na sala de informática	75
Figura 22 – Acionador manual: (a) no prédio principal e (b) no ginásio	79
Figura 23 – Extintor portátil na Escola A.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Medidas de proteção passivas e ativas	23
Quadro 2 – Medidas de segurança constantes na Lei Complementar nº 14.924.....	27
Quadro 3 – Guia para selecionar um método de avaliação de risco de incêndio	37
Quadro 4 – Número de andares ou altura do edifício.....	40
Quadro 5 – Superfície do maior cômodo.....	41
Quadro 6 – Resistência ao fogo dos elementos construtivos	42
Quadro 7 – Tetos e pisos falsos	43
Quadro 8 – Distância e tempo de chegada do corpo de bombeiros.....	44
Quadro 9 – Acessibilidade da edificação	44
Quadro 10 – Classificação da acessibilidade.....	45
Quadro 11 – Perigo de ignição	46
Quadro 12 – Carga de incêndio	46
Quadro 13 – Inflamabilidade dos combustíveis	47
Quadro 14 – Organização, limpeza e manutenção	47
Quadro 15 – Armazenamento em altura.....	48
Quadro 16 – Concentração de valores	48
Quadro 17 – Destruição pelo calor	49
Quadro 18 – Destruição pela fumaça	50
Quadro 19 – Destruição pela corrosão	50
Quadro 20 – Destruição pela água.....	51
Quadro 21 – Propagação horizontal	52
Quadro 22 – Propagação horizontal	52
Quadro 23 – Detecção automática.....	54
Quadro 24 – Sprinklers automáticos	55
Quadro 25 – Extintores portáteis	56
Quadro 26 – Hidrantes de parede	57
Quadro 27 – Hidrantes externos	58
Quadro 28 – Equipes de intervenção.....	59
Quadro 29 – Planos de emergência	59
Quadro 30 – Classificação do risco de incêndio.....	60
Quadro 31 – Cálculo da carga térmica resultante.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da pontuação dos fatores geradores e agravantes da Escola A.....	78
Tabela 2 – Resumo da pontuação dos fatores de redução e proteção da Escola A	82

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
CBMRS	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Sul
CBPI	Comissão Brasileira de Proteção Contra Incêndio
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CRISP	<i>Computation of Risk Indices by Simultion Procedures</i>
CUB	Custo Unitário Básico
FIRECAM	Modelo de Avaliação de Custo de Risco
FRAME	<i>Fire Risk Assessment Method for Engineering</i>
EPI	Equipes de primeira intervenção
ESI	Equipes de segunda intervenção
EUA	Estados Unidos da América
IPT	Instituto de Pesquisas Técnicas
IT	Instrução Técnica
MAPFRE	<i>Mutualidad de la Agrupación de Proprietários de Fincas Rústicas de España</i>
MESERI	<i>Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio</i>
MG	Minas Gerais
NBE	<i>Norma Básica de la Edificación</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NT	Norma Técnica
PVC	Policloreto de vinila
RF	Resistência ao Fogo
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SCI	Segurança Contra Incêndio
SP	São Paulo
TRRF	Tempo Requerido de Resistência ao Fogo
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
UNE	<i>Asociación Española de Normalización</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

d. C	depois de Cristo
PD	pé direito

LISTA DE SÍMBOLOS

m	metro
km	quilômetros
min	minuto
m ²	metros quadrados
MJ	Megajoule
MJ/m ²	Megajoule por metro quadrado

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	19
2.1 HISTÓRICO.....	19
2.2 PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	21
2.3 LEGISLAÇÃO	25
2.4 ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO	30
3 MÉTODO MESERI	33
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	33
3.2 FATORES GERADORES E AGRAVANTES	39
3.2.1 Fatores de construção.....	39
a) Número de pavimentos ou altura do edifício.....	39
b) Superfície de incêndio	40
c) Resistência ao fogo dos elementos construtivos.....	41
d) Tetos e pisos falsos.....	42
3.2.2 Fatores de situação	43
a) Distância do Corpo de Bombeiros.....	43
b) Acessibilidade da edificação	44
3.2.3 Fatores de processo ou operação	45
a) Perigo de ignição	45
b) Carga de incêndio	46
c) Inflamabilidade dos combustíveis	46
d) Organização, limpeza e manutenção	47
e) Armazenamento em altura.....	47
3.2.4 Fatores de valor econômico dos bens.....	48
a) Concentração de valores	48
3.2.5 Fatores de destrutibilidade	49

a) Destruição pelo calor	49
b) Destruição pela fumaça	49
c) Destruição pela corrosão.....	50
d) Destruição pela água	50
3.2.6 Fatores de propagação	51
a) Propagação horizontal	51
a) Propagação vertical.....	52
3.3 FATORES REDUTORES E PROTETORES	53
3.3.1 Instalações de proteção contra incêndio	53
a) Detecção automática.....	53
b) Sprinklers automáticos	54
c) Extintores portáteis	55
d) Hidrantes de parede	56
e) Hidrantes externos	57
3.3.2 Organização de proteção contra incêndio	58
a) Equipes de intervenção contra incêndio	58
b) Planos de emergência	59
3.4 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO	59
4 METODOLOGIA.....	61
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ESCOLA ESTUDADA.....	61
4.1.1 Informações gerais.....	61
4.1.2 Fatores geradores e agravantes	62
a) Número de pavimentos ou altura do edifício.....	62
b) Superfície de incêndio	63
c) Resistência ao fogo dos elementos construtivos.....	63
d) Tetos e pisos falsos.....	64
e) Distância do Corpo de Bombeiros.....	66
f) Acessibilidade da edificação	67
g) Perigo de ignição	69
h) Carga de incêndio	70
i) Inflamabilidade dos combustíveis	71
j) Organização, limpeza e manutenção	72
k) Armazenamento em altura.....	73
l) Concentração de valores.....	74

m) Destruição pelo calor.....	76
n) Destruição pela fumaça	76
o) Destruição pela corrosão	76
p) Destruição pela água	77
q) Propagação horizontal	77
r) Propagação vertical	77
4.1.3 Fatores de redução e proteção	79
a) Detecção automática.....	79
b) Sprinklers automáticos	80
c) Extintores portáteis	80
d) Hidrantes de parede	81
e) Hidrantes externos	81
f) Equipes de intervenção contra incêndio.....	81
g) Planos de emergência	81
5 RESULTADOS	83
5.1 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO NA ESCOLA.....	83
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	83
6 CONCLUSÃO.....	85
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

1 INTRODUÇÃO

A descoberta do fogo no princípio da sociedade foi uma conquista importante para o homem, visto que seu uso foi para as mais diversas atividades como por exemplo: fonte de energia, aquecimento e algumas tarefas diárias (LIMA, 2020). Ainda, segundo o mesmo autor, também se utilizava, historicamente, na agricultura como método de limpeza e preparação de terrenos. Com o passar do tempo, notou-se que também poderia gerar malefícios, começando com grandes queimadas até chegar nos incêndios em construções.

Para Gouveia (2006), o incêndio é explicado como uma propagação de grande velocidade e ferocidade do fogo, podendo deixar estragos de alguma maneira. O autor ainda relata que é possível ser provocado por diversos motivos, como por exemplo, uma negligência humana inconsciente, instalações elétricas com falhas, uma descarga elétrica da atmosfera ou até de origem criminosa, ocorrendo intencionalmente.

No instante em que se inicia uma possível combustão, haverá perdas econômicas, sociais, ambientais e culturais, como explica Ferreira (2019). O autor ainda ressalta que para precaver esse tipo de acontecimento, deve-se evitar que um incêndio ocorra e ainda, aplicar maneiras de prevenção e proteção para que se reduza os prejuízos ao patrimônio e, principalmente, à perda de vidas humanas.

Historicamente, no Brasil, algumas tragédias, tais como os incêndios ocorridos no Gran Circo Norte Americano, em 1961, nas instalações da Empresa *Volkswagen*, em 1970, no Edifício Andraus, em 1972, e no Edifício Joelma, em 1974 (Seito et al., 2008), evidenciaram o quanto o país era carente em normas, regulamentações e Leis que definissem medidas de prevenção e proteção contra incêndio.

Diante disso, Pires (2015) relata que após esses primeiros casos é que se começou a debater e elaborar normas técnicas e legislações para Segurança Contra Incêndio (SCI) no Brasil. Foi, então, que a legislação iniciou a ter algumas exigências, como por exemplo a existência de sistema detectores de fumaça e o uso de extintores portáteis e hidrantes, sistemas que não eram desenvolvidos na época, conforme Gill e Silva (2011 apud PIRES, 2015, p. 16).

De acordo com Lucena (2013), o termo Segurança Contra Incêndio (SCI) refere-se às medidas que possam controlar o princípio e a propagação de um incêndio, a partir de parâmetros básicos que devem ser levados em conta num projeto de uma edificação. Seus objetivos principais são assegurar a segurança contra incêndio, por meio de estratégias que possam reduzir os danos oriundos da ação do fogo, e garantir que as funções da edificação possam ser

retomadas rapidamente após a ocorrência do sinistro (BUKOWISKI et al.,1994 apud LUCENA, 2013).

Nesse sentido, Seito et al. (2008) afirma que essas medidas já podem ser pensadas e aplicadas, tanto na questão estrutural como arquitetônica de uma construção, dependendo dos elementos de construção, por meio de compartimentações, utilização de objetos (como *sprinklers*, hidrantes, extintores) ou instalações elétricas para combater ou desacelerar a propagação de um incêndio, tais como alarme de incêndio, *shafts* e quadros de distribuição.

Apesar dos avanços na área da SCI, em 2013, a cidade de Santa Maria-RS virou notícia no mundo inteiro, após ocorrer um grande incêndio na Boate Kiss, que deixou 242 vítimas e mais de 600 feridos (SOUZA, 2014). A magnitude da tragédia causou grande repercussão na sociedade e no meio técnico voltado à SCI, sendo aprovada no mesmo ano, a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, popularmente conhecida como Lei Kiss, que visa elevar a eficiência da segurança, prevenção e proteção contra incêndio no estado do Rio Grande do Sul, determinando critérios mais rigorosos, conforme explica Favarin (2015).

Todo esse panorama também culminou na necessidade de estudos mais aprofundados, no meio científico, em relação à SCI. Uma das linhas de interesse, que tem sido estudada e difundida, é o Mapeamento do Risco de Incêndio. Acerca disso, existem os métodos de avaliação do risco de incêndio, que mapeiam o local analisado com intuito de diminuir os casos, sendo eles divididos em três tipos: métodos qualitativos, métodos quantitativos, e métodos semiquantitativos (LUCENA, 2014). Suas principais diferenças são o grau de complexidade entre eles e o tipo de local que é analisado, variando a escolha da metodologia conforme intuito.

Dentre os métodos semiquantitativos, o chamado Método Simplificado de Avaliação de Risco de Incêndio (*Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio*), ou Método MESERI, é uma metodologia que foi criada no ano de 1978 pela Fundação de Estudos MAPFRE (*Fundación MAPFRE Estudios*) e se baseia em uma análise em relação ao risco de incêndio de uma edificação, que tenha características de construção homogêneas, e que geralmente são edificações comerciais ou industriais de baixo e médio risco, mas que pode ser aplicado para todos os tipos de edificações (MAPFRE, 1998).

Ainda de acordo com MAPFRE (1998), a investigação é realizada por um avaliador, em que é levada em consideração sua experiência e conhecimento desenvolvidos sobre o método, em relação à prevenção contra incêndio. Para isso, se faz um levantamento dos diversos parâmetros que estão relacionados aos fatores geradores e agravantes do risco de incêndio (X) e os fatores atenuantes ou redutores do fogo (Y). Após essa avaliação, é realizado o Cálculo do Risco de Incêndio (R), levando-se em consideração os fatores X e Y, o que permite a

determinação do grau de risco de incêndio que o local possui, a partir de uma classificação estabelecida pelo próprio método.

Dessa forma, pelo método poder ser aplicado em todos os tipos de edificações, o presente trabalho visa a aplicação do método MESERI em uma escola, com vistas a se obter o mapeamento do risco de incêndio, bem como apontar os principais parâmetros que contribuíram para agravar ou atenuar o risco de incêndio desse tipo de edificação.

1. 1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o grau de risco de incêndio de uma escola pública do município de Lajeado/RS a partir da aplicação de um método semiquantitativo de análise de risco de incêndio (MESERI).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Fazer um estudo *in loco* na escola e determinar o cenário atual em relação ao grau do risco de incêndio;
- Analisar os parâmetros propulsores de incêndio na edificação, bem como os fatores que a protegem;
- Calcular o Risco de Incêndio da edificação;
- Indicar medidas de segurança para melhorar o nível do risco de incêndio, se o local for considerado com risco elevado;
- Propor possíveis melhorias no método para futuras aplicações.

1. 2 JUSTIFICATIVA

As escolas já possuem um histórico de serem locais onde ocorrem acidentes envolvendo fogo (como por exemplo, o incêndio em Collinwood, a escola de Hermosillo (México), o Colégio Centenário em Santa Maria) devido ao fato de muitas vezes esses locais contarem com precárias medidas de prevenção e de proteção contra incêndio. Para Mendes (2014), em locais como escolas, que são habitadas em sua maioria por crianças e adolescentes, onde elas possuem um menor conhecimento e experiência em situações de incêndios, além de possíveis limitações

físicas, acabam as deixando mais vulneráveis e dependentes da presença de um adulto. Diante desses motivos, é que se optou por avaliar as escolas neste estudo.

Além disso, realizar um mapeamento e avaliar o risco que a escola possui, é uma importante ferramenta para se saber a situação a edificação se encontra e que medidas devem ser aplicadas e/ou otimizadas. Estudos realizados em locais como edifícios habitacionais, centros comerciais e instituições de ensino, apresentam que a aplicação do método já pode ser discutida em diversos âmbitos. Outra justificativa para a escolha da metodologia se deu por ele não ser tão conhecido e aplicado no país, além de poder abranger mais fontes de estudo, visto que a área de segurança contra incêndio é muito importante na Engenharia Civil e para a população no geral.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi estruturado em 7 capítulos, para se ter um bom entendimento acerca do assunto:

O primeiro capítulo contém a introdução, em que se explica o que será desenvolvido ao longo do trabalho, juntamente dos objetivos e da estrutura do trabalho.

O capítulo 2 é associado ao referencial teórico, abordando temas importantes para o entendimento da metodologia. Além disso, apresenta parâmetros fundamentais para a segurança contra incêndio e o histórico de situações relacionadas ao tema.

O Método MESERI é abordado no terceiro capítulo, onde será mostrado seus conceitos e como é desenvolvido cada item, explicando suas tabelas e valores utilizados.

Já o quarto capítulo é a aplicação do caso propriamente dito e sua metodologia. Mostrará as características da escola e o estudo do método na edificação, apresentando as pontuações estabelecidas e calculando-se o Cálculo do Risco de Incêndio.

No capítulo 5 é realizada uma análise dos resultados, comparando a relação da resultante obtida com os parâmetros construtivos da escola e qual a situação do risco de incêndio que ela se encontra.

Já o capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho, que são alcançadas através da análise dos resultados obtidos, além disso, propõe possíveis melhorias para a edificação e o método em si.

E por último, o capítulo 7 traz as referências bibliográficas, referente às fontes de estudo e pesquisa para o devido trabalho de conclusão de curso.

2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

2.1 HISTÓRICO

Na história, a descoberta do fogo foi realizada pelo chamado *Homo Erectus*, ocorrida em cerca de 7 mil anos atrás (TORRES, 2020), onde acreditava-se que antes disso o homem esperava que um raio caísse em árvores e começasse um incêndio em florestas, para poder usufruir do fogo (OLIVEIRA, 2015). Ainda de acordo com a autora, após a descoberta e o uso desse bem, é que o fogo se tornou um dos principais avanços da humanidade.

Pires (2015) traz a importância do domínio do fogo para a civilização, onde ele trouxe diversos benefícios, mas que também provocou consequências indesejadas, como os incêndios. Ao longo da história, as tragédias ocorridas por incêndios, inclusive com muitas perdas de vidas humanas, é que impulsionou a área de Segurança Contra Incêndio (SCI) das edificações, tanto no mundo quanto no Brasil.

Historicamente, em nível mundial, Costa (2002) argumenta que o início da SCI foi depois de um enorme incêndio ocorrido em Roma, em 64 d.C., onde após a destruição de boa parte da cidade, o imperador Nero implantou o primeiro Código de Edificações, exigindo das edificações possuírem um recuo mínimo e que as paredes externas das construções fossem de material incombustível.

Séculos depois, em 1666, um incêndio em Londres destruiu mais de 80% da cidade, avançando em locais comerciais, hospitais e monumentos. A partir disso, é que se começou a pensar em regulamentações, culminando com todo o avanço existente nos dias de hoje. Além disso, após esse ocorrido, também se aumentou o interesse de desenvolvimento na área de segurança contra incêndio, estabelecendo o progresso de equipamentos contra incêndio (COTE, 2008).

Outro acontecimento que provocou o avanço da SCI no mundo foi o histórico incêndio nos Estados Unidos, na cidade de Chicago em 1871, destruindo, ao todo, 17.500 imóveis com cerca de 200 a 300 vítimas fatais (VALENTIM, 2014). A partir disso, a cidade se reconstruiu com urbanização mais estruturada, ditando o desenvolvimento de normativas para construções no país, conforme Rodrigues (2010). Com isso, foi criada pelos EUA a *National Fire Protection Association* (NFPA), uma das mais importantes associações de segurança contra incêndio do mundo (SILVA FILHO, 2017).

Atualmente, conforme Corrêa et al. (2015) aborda, é estimado que os incêndios em edificações, sejam eles comerciais, industriais ou residenciais, estejam por volta de um terço

(1/3) de todas as ocorrências de incêndio registradas, sendo bastante corriqueiros no mundo todo. E assim como em outros países, no Brasil, a preocupação com o tema, bem como o desenvolvimento de legislações para prevenir a ocorrência de incêndios, só ocorreram após diversas tragédias, infelizmente, com um número considerável de vítimas fatais.

Em dezembro de 1961 na cidade de Niterói – RJ, o Gran Circo Norte Americano pegou fogo em sua lona, através de um ato criminoso, sendo esse incêndio considerado a primeira grande tragédia no Brasil e tendo o maior número de vítimas até hoje, em se tratando de acidentes com fogo. No total, foram 250 vítimas fatais e mais de 400 feridos. Nessa época, a segurança contra incêndio não era eficaz, visto que a insuficiência de saídas e ausência de pessoas treinadas foram as principais causas do elevado número de vítimas (SEITO et al., 2008).

Anos depois, um incêndio na indústria fabricante de veículos *Volkswagen*, na cidade de São Bernardo do Campo – SP em 1970, ocasionou a perda total do patrimônio, além de 4 vítimas fatais. Posteriormente, a implantação de sistemas detectores de fumaça começou a ser aplicada (LUCENA, 2014).

Entretanto, as mudanças na segurança contra incêndio ainda não tinham ocorrido. Segundo Seito et al. (2008), o enorme crescimento da cidade de São Paulo na década de 70 ocasionou um maior risco de incêndios na cidade, culminando nas tragédias amplamente conhecidas e noticiadas dos edifícios Andraus e Joelma, que marcaram a ocorrência de incêndios causados pelo rápido crescimento do Brasil.

De acordo com Seito et al. (2008), o incêndio do edifício Andraus, ocorrido em 1972, deu início ao fogo através dos cartazes de publicidade da Loja Pirani, uma das lojas do edifício, que se encontravam sobre a marquise do prédio. O acidente acabou com 16 vítimas e cerca de 336 feridos. Ainda conforme o autor, a tragédia do edifício Joelma, que aconteceu em fevereiro de 1974, deixou um número maior ainda: no total foram 179 vítimas fatais e 320 feridos. O fogo teve uma rápida propagação vertical por conta da pele de vidro, e o número de vítimas só não foi maior porque existia um heliponto na cobertura, onde as pessoas se deslocaram para lá (SEITO et al., 2008).

Ainda segundo os autores Seito et al. (2008) e Silva Filho (2017), foi após a grande repercussão desses dois acidentes que a área de segurança contra incêndio foi impulsionada no país, sendo criada, nessa época, então, boa parte das normas e regulamentações de proteção e prevenção contra incêndio existentes, além de avanço em corporações de bombeiros, institutos de pesquisa e formação de profissionais nesta área. Algum tempo depois, em 1988, percebeu-se a necessidade da criação de um Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB-

24), primeiramente, sendo proposto e depois aceito em 1990. É esse comitê que atualmente regulamenta e padroniza a SCI no país (SILVA FILHO, 2017).

Mais recentemente, em 27 de janeiro de 2013 na cidade de Santa Maria-RS, foi o incêndio da Boate Kiss, um caso que abalou o nosso país, em que o fogo iniciou após ser acessado um artefato pirotécnico no interior da boate. As chamas advindas do instrumento queimaram uma espuma de isolamento acústico localizada no teto, que acabou liberando uma fumaça tóxica. A tragédia deixou 242 vítimas fatais e mais de 600 feridos (SOUZA, 2014).

Em conformidade com que Silva Filho (2017) apresenta, foi constatado que o público que estava na boate faleceu por asfixia, porém, as normas de segurança e de proteção contra incêndio descumpridas no estabelecimento foram os fatores que agravaram esse acontecimento. Souza (2014) ainda argumenta que a casa noturna estava irregular, pois contava com saídas de emergência precárias, não disponibilizava equipamentos de segurança (extintores e sinalizações) funcionando corretamente, além de ter mais pessoas que a capacidade permitida. O estabelecimento também estava com o alvará de funcionamento vencido, não atendendo às normas vigentes.

Em locais escolares também é corriqueiro esse tipo de acontecimento. Em Uruguaiana-RS, a Creche Casinha da Emília ficou em chamas após defeitos na parte elétrica dos aquecedores, deixando 12 crianças, entre 2 e 3 anos de idade, como vítimas. Já mais recentemente, em 2017, um incêndio de ato criminoso no Centro Municipal de Educação Infantil Gente Inocente, da cidade de Janaúba-MG, deixou 14 vítimas fatais. (GERLACK, 2018).

Conforme mostra Filho (2017), a área de segurança contra incêndio foi melhorada na busca de diminuir casos do sinistro e adotar medidas de proteção nos edifícios somente após a ocorrência desses tantos acidentes com elevado número de vítimas. O estudo do tema está crescendo gradativamente, e toda pesquisa relacionada precisa trazer ações e maneiras para intervir e restringir as chamas, além de educar a população a agir em situações de risco (PIRES, 2015).

2.2 PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Sempre que se elabora e se executa um projeto, o responsável técnico precisa pensar na segurança do local e das pessoas que transitarão ali, com vistas a se evitar tragédias de qualquer natureza. Ao se pensar na segurança contra incêndio, Brentano (2013) argumenta que um projeto de edificações deve ser direcionado com base em duas condições: a primeira é impedir

o início do fogo; e a segunda é que, caso ocorra um incêndio, é necessário que seja previsto recursos adequados para: delimitar o fogo em sua origem, garantir que o recinto seja evacuado com segurança e agilidade e, proporcionar acessibilidade e combate ao fogo de modo rápido e eficiente.

Por isso, algumas medidas são necessárias e precisam ser tomadas a fim de garantir a segurança contra incêndio das edificações. Segundo Ono (2007), essas medidas podem ser divididas em dois grupos: medidas de prevenção e medidas de proteção. As de prevenção são as diligências destinadas a prevenir que se comece um incêndio, ou seja, evitar a manifestação do fogo. Já as medidas de proteção são aquelas com a finalidade de preservar a vida humana e os patrimônios, em virtude das consequências do incêndio já iniciado, controlando a propagação do fogo (ONO, 2007).

Para se ter uma cultura efetiva de prevenção e combate a incêndio, Souza (2014) argumenta que:

Ela engloba diferentes elementos, como conhecimentos técnicos para dimensionamento de sistemas mais inteligentes para antever, prevenir ou minimizar o seu risco de incidência; legislações claras e de fiscalização efetiva; além de bons hábitos comportamentais por parte da sociedade.

No sistema global da SCI, as medidas de proteção são aplicadas se as medidas de prevenção negligenciaram, resultando no início do incêndio. Por isso que os parâmetros se complementam, sendo eles aplicados em conjunto para garantir-se um risco aceitável de incêndio. Além disso, a composição desses indicadores está relacionada com o sistema construtivo e com a funcionalidade da edificação (SEITO et al., 2008).

Por sua vez, as medidas de proteção podem ser divididas em duas classes: proteção ativa e proteção passiva. De acordo com a Norma Brasileira 14432 “Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações” (ABNT, 2001), as medidas de proteção passivas são contempladas pelo grupo de parâmetros relacionado ao sistema construtivo, que garanta funcionalidade durante o uso normal de cada medida e que se comporte passivamente à evolução do incêndio. Essas condições asseguram resistência ao fogo para a edificação, ajudando na evacuação do prédio e no combate à propagação (BRENTANO, 2013).

Já as medidas de proteção ativas são formadas sobretudo das instalações prediais de proteção contra incêndio, sendo elas acionadas de forma automática ou manualmente caso já esteja iniciado um incêndio (NBR 14432 ABNT, 2001). A diferença entre as duas medidas é que, enquanto as passivas têm o intuito de evitar ao máximo que o incêndio ocorra, sendo aplicadas já na fase de projeto, as medidas ativas são voltadas para extinção do incêndio que já

se iniciou (BRENTANO, 2013). No Quadro 1 são apresentadas as principais medidas de proteção, em relação ao propósito de cada item.

Quadro 1 – Medidas de proteção passivas e ativas

(continua)

Objetivo	Medidas de proteção passiva	Medidas de proteção ativa
Limitação do crescimento do incêndio	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos	Disposição de um sistema de alarme de incêndio manual
	Controle das características de reação ao fogo dos materiais e produtos associados aos elementos construtivos	Disposição de um sistema de detecção e alarme automático
Extinção do início do incêndio	-----	Fornecimento de equipamentos portáteis (extintores de incêndio)
Limitação da propagação do incêndio	Compartimentação vertical	Fornecimento de um sistema de extinção manual (hidrantes e mangotinhos)
	Compartimentação horizontal	Fornecimento de um sistema de extinção automática (sprinklers)
Evacuação do edifício com segurança e eficiência	Existência de rotas de fuga seguras e sinalização adequada	Existência de sinalização de emergência
		Existência de um sistema de iluminação de emergência
	Existência de portas corta-fogo	Provisão de um sistema de controle de fumaça
		Provisão de um sistema de comunicação de emergência

Quadro 1 – Medidas de proteção passivas e ativas

(conclusão)

Objetivo	Medidas de proteção passiva	Medidas de proteção ativa
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	Resistência ao fogo da envoltória do edifício e seus elementos estruturais	-----
	Distanciamento seguro entre edifícios	
Evitamento do colapso estrutural	Resistência ao fogo da envoltória do edifício e seus elementos estruturais	-----
Rapidez, eficiência e segurança nas operações de combate e resgate	Meios de acesso dos bombeiros e demais equipamentos de combate ao incêndio	Fornecimento de sinalização de emergência
		Existência de iluminação de emergência
		Provisão de um sistema de controle do movimento da fumaça

Fonte: adaptado de ONO (2007, p. 102).

As medidas apresentadas no Quadro 1 mostram a importância de serem aplicadas desde à concepção do projeto arquitetônico para se ter noção das medidas escolhidas e, apesar de serem um custo extra na construção, esses mesmos custos podem ser minimizados se aplicados de forma correta e na fase do projeto (ONO, 2007). A autora ainda afirma que é de suma importância que o profissional responsável pela obra (engenheiro ou arquiteto) tenha conhecimento básico na implantação das medidas de proteção passiva e aplicação das medidas de proteção ativa, garantindo que todos os sistemas sejam instalados corretamente.

Neste quesito, destaca-se a importância de conhecimento da SCI por meio dos engenheiros e arquitetos projetistas, sendo eles responsáveis por dar importância às medidas nas fases de projeto, construção, uso e manutenção da construção. De acordo com Ono (2007), a área de SCI não é tão completa no currículo das instituições de ensino superior e, diante disso, é que muitos profissionais não consideram esses fatores nos projetos, porém esse âmbito deve abranger medidas de prevenção, de proteção, além de estudos para análise de risco de incêndio.

2.3 LEGISLAÇÃO

A Constituição Federal é a ordem máxima de regramento a ser seguida, porém também são regidas leis criadas pelo Estado e pelo Município. Além das Leis complementares, também são usados Decretos, Resoluções Técnicas e Instruções Normativas, além das Normas Técnicas Brasileiras (NBR) no apoio de suas resoluções (FAVARIN, 2015).

Discussões, acerca de legislações relacionadas à segurança contra incêndio no Brasil, foram somente iniciadas após diversas tragédias já terem ocorrido. O primeiro decreto criado foi pela Prefeitura Municipal de São Paulo uma semana após o incêndio ocorrido no Edifício Joelma, conhecido como Decreto Municipal nº 10.878, de 7 de fevereiro de 1974, que “institui normas especiais para a segurança dos edifícios, a serem observadas na elaboração dos projetos e na execução, bem como no equipamento e funcionamento, e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário”. Além disso, o município lançou o primeiro código de edificações do Brasil: o Código de Edificações do Município de São Paulo, incorporado na Lei nº 8.266/1975 (SEITO et al., 2008).

De acordo com Silva Filho (2017), a legislação brasileira voltada à área de SCI vem boa parte dos Estados Unidos, tangida pela importante entidade NFPA, onde é reconhecida pelo mundo todo e que serviu de modelo para as normas brasileiras. No Brasil, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a instituição responsável pela publicação de normas, cujas elaborações são idealizadas atualmente pelo Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (CB-24/ABNT), que foi transformado da antiga Comissão Brasileira de Proteção Contra Incêndio (CBPI) (SILVA FILHO, 2017). Essa mudança foi ocasionada pelo desenvolvimento tecnológico e pela necessidade da demanda humana.

Seito et al. (2008) ainda fomenta que os casos dos Edifícios Andraus e Joelma trouxeram mudanças imediatas na área, sendo produzidos, naquele mesmo ano, simpósios, relatórios, normas e decretos, principalmente, no estado de São Paulo, mas migrando também para o Rio de Janeiro. A transformação dessa esfera em SP teve relação com o rápido crescimento das cidades, como também com o investimento em pesquisa e estudo aplicado no Instituto de Pesquisas Técnicas (IPT), laboratório considerado como pioneiro na SCI do Brasil e que deu suporte técnico para a criação das Instruções Técnicas, segundo Gerlack (2018).

A CB-24/ABNT teve dificuldades para padronizar uma legislação, através de um Código Nacional de Segurança Contra Incêndio. Mas atualmente, em âmbito federal, a área de prevenção e proteção contra incêndio é ditada pela Lei Federal nº 13.425, de 30 de março de 2017, onde a mesma estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a

incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público, alterando a Lei nº 8.078/1990 e a Lei 10.406/2002.

Assim, como os demais estados, o RS também possui legislação própria a ser seguida. No âmbito estadual, a segurança contra incêndio é contemplada pela Lei Complementar nº 14.924, de 22 de setembro de 2016, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências, de acordo com o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Sul (CBMRS).

Porém, essa legislação substituiu leis anteriores. A Lei atual em questão alterou a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013. Foi somente após o incêndio da Boate Kiss que a Lei nº 14.376/2013 foi impulsionada, cuja lei tem a finalidade de complementar com fundamentos mais rigorosos e regras que visam o avanço da segurança, prevenção e combate à incêndios (SOUZA, 2014). A tragédia ocorrida e toda sua repercussão, mostrou que havia grandes lacunas na antiga legislação utilizada, evidenciando que não tinha completa eficiência e deixando a área de prevenção e proteção contra incêndio debilitada.

Entretanto, até o dia 26 de dezembro de 2013, a Lei nº 10.987 de 11 de agosto de 1997 e seus posteriores decretos eram quem regiam a normativa de SCI no RS. Antes dessa legislação, quem estabelecia normas desse assunto, para uso, licenças e fiscalização de estabelecimentos públicos era o Decreto nº 20.637, de 31 de outubro de 1970 (SILVA FILHO, 2017).

Além da Lei Complementar nº 14.924/2016, que alterou a Lei Kiss, foram instituídas, principalmente, a Instrução Normativa 008/2017, de 31 de março de 2017; a Lei complementar nº 14.555, de 3 de julho de 2014; e o Decreto nº 54.942, de 22 de dezembro de 2019. Todas essas alterações foram imprescindíveis para a segurança contra incêndio no estado, mas que, infelizmente, ocorreram após essa grande tragédia.

Conforme é definido no inciso XXI do artigo 6º da Lei nº 14.376/2013, as medidas de segurança contra incêndio são “o conjunto de dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e áreas de risco de incêndio, necessário para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio” (RIO GRANDE DO SUL, 2013). As demais modificações na legislação voltada ao assunto não serão descritas no decorrer do trabalho e, no Quadro 2, são apresentadas algumas medidas de segurança e seus objetivos, que são importantes parâmetros para o entendimento da presente metodologia.

Quadro 2 – Medidas de segurança constantes na Lei Complementar nº 14.924

(continua)

Medidas de segurança contra incêndio	Objetivos
Acesso de viatura na edificação	Garantir as condições mínimas para o acesso da viatura do corpo de bombeiros nas edificações e áreas de risco (CBPMESP, IT 06/2019).
Segurança estrutural contra incêndio	Estabelecer as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações quanto aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar a saída segura das pessoas (CBPMESP, IT 08/2019).
Compartimentação horizontal	Impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal (CBPMESP, IT 09/2019).
Compartimentação vertical	Impedir a propagação de incêndio no sentido vertical, ou seja, entre pavimentos elevados consecutivos (CBPMESP, IT 09/2019).
Controle de materiais de acabamento	Estabelecer as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça (CBPMESMP, IT 10/2019).
Saídas de emergência	Permitir que a população abandone a edificação, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física, e garantir o fácil acesso de auxílio externo para o combate ao fogo e retirada da população (ABNT, NBR 9077/2001).
Plano de emergência	Elaborar, implementar, manter e revisar um plano de emergência contra incêndio em função dos riscos específicos da edificação ou área de risco, que estabeleça a melhor utilização dos recursos materiais e humanos, visando proteger a vida e o patrimônio, bem como reduzir consequências sociais do sinistro e os danos ao meio ambiente (ABNT, NBR 15219/2019).

Quadro 2 – Medidas de segurança constantes na Lei Complementar nº 14.924

(continuação)

Medidas de segurança contra incêndio	Objetivos
Brigada de incêndio	Estabelecer brigadas de incêndio, preparada para atuar na prevenção e no combate ao princípio de incêndio, abandono de área e primeiros socorros, visando, em caso de sinistro, proteger a vida e o patrimônio, reduzir as consequências sociais do sinistro e os danos ao meio ambiente até a chegada do socorro especializado, momento em que poderá atuar no apoio (CBPMESP, IT 17/2019).
Iluminação de emergência	Implementar sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações com o intuito de, na falta de iluminação normal, clarear áreas escuras e garantir a evacuação das pessoas pelas rotas de fuga com segurança (ABNT, NBR 10898/1999).
Detecção de incêndio	Detectar o fogo em seu estágio inicial, a fim de possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes da edificação (SEITO et al., 2008).
Alarme de incêndio	Produzir sons de alerta aos ocupantes de uma edificação, por ocasião da ocorrência de um incêndio (SEITO et al., 2008).
Sinalização de emergência	Reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes, e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio (ABNT, NBR 16820/2020).
Extintores	Proteger as edificações e áreas de risco, por meio de extintores de incêndio (portáteis ou sobre rodas), para combate a princípio de incêndio (ABNT, NBR 12693/2021).
Hidrantes e mangotinhos	Combater o foco de incêndio lançando água sob as formas de jato sólido, de chuveiro ou de neblina, para extinguir ou, então, controlar o fogo até a chegada do corpo de bombeiros (BRENTANO, 2007).

Quadro 2 – Medidas de segurança constantes na Lei Complementar nº 14.924

(conclusão)

Medidas de segurança contra incêndio	Objetivos
Chuveiros automáticos	Extinguir o incêndio em sua fase inicial ou evitar sua propagação além do local de origem, utilizando a água como agente extintor e sendo acionado automaticamente (BRENTANO, 2007).
Controle de fumaça	Promover a extração (mecânica ou natural) dos gases e da fumaça do local de origem do incêndio, controlando a entrada de ar (ventilação) e prevenindo a migração de fumaça e gases quentes para as áreas adjacentes não sinistradas (CBPMESMP, IT 15/2019).

Fonte: FAVARIN (2015, p. 25), adaptado às NBRs e ITs atualizadas.

Conforme Pires (2015) explica, as edificações são classificadas (Anexo Único do Decreto 51.803) de acordo com a altura, área construída, uso e ocupação, capacidade de lotação e carga de incêndio de cada edifício. Já no Anexo B, são apresentadas as especificações mínimas conforme as características, como por exemplo: compartimentação horizontal e vertical, alarme e detecção de incêndio, hidrantes e mangotinhos, chuveiros automáticos etc.

Por apresentarem uma metodologia prescritiva, as normas optam sempre em estar a favor da segurança, utilizando opções mais caras. Elas ajudaram a desenvolver a área de segurança contra incêndio, e também a evoluir as pesquisas na área, sendo possível hoje em dia desenvolver novas análises referente aos motivos e efeitos, e também a sistemas que ajudem na prevenção ou combate do sinistro (PIRES, 2015). Essas análises vão ser discutidas no subcapítulo 2.4.

2.4 ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO

Para se ter embasamento do risco de incêndio é necessário que seja realizada uma análise na edificação. Referente a avaliação do risco de incêndio, Venezia (2011) afirma que:

A avaliação do risco de incêndio em uma atividade é o único parâmetro válido para determinar as medidas corretivas de proteção e prevenção que garantem o seu controle. Toda atividade, seja industrial ou de qualquer outra natureza, deve ser acompanhada do uso de um método científico que avalie a exposição a um risco como o incêndio, e que deve ser utilizado, diariamente, para perfeito conhecimento objetivo da ameaça, derivados do risco de incêndio.

Com o aumento de casos e das normas protetivas, foram desenvolvidos métodos de análise para prevenção e proteção contra risco de incêndio, juntamente das exigências dos equipamentos necessários em ambientes comerciais e industriais, de acordo com as legislações. Nesses locais é o que mais se aplica, pois segundo Corrêa et al. (2015), depois dos incêndios residenciais, os incêndios comerciais e com aglomeração de público são os de maior quantidade de casos, devido aos materiais que os compõem. Desse modo, a segurança contra incêndio é focada neste tipo de construção.

A cerca disso, Silva e Coelho Filho (2007) também afirmam que “a segurança à vida e ao patrimônio podem ser verificadas por intermédio de métodos de avaliação de risco de ocorrência e propagação de incêndio e suas consequências”, garantindo que os métodos de avaliação possam contribuir para manter a segurança dos humanos e propriedades.

Além disso, se tratando do mapeamento das edificações, Correa et al. (2015) segue que:

Portanto aferir e analisar os incêndios em edifícios no Brasil, mapeando suas localizações, peculiaridades construtivas, tipo de ocupação, estimando o local dos focos primários, a população fixa e flutuante, as cargas incêndios consumida e existente, pode contribuir consideravelmente na implantação de políticas públicas de minimização do problema.

Ou seja, captar as principais características da edificação, tanto do uso quanto da construção, faz com que os estudos possam ser mais aprofundados, fortalecendo as normas e precavendo maiores adversidades, como explica o autor. Ainda segundo Correa et al. (2015), é a compreensão da ação do incêndio que intera as normas, e como essas importantes informações auxiliam no combate e na tomada de decisões, evitando possíveis falhas no conceito e na execução.

Diante da avaliação do risco, Venezia (2011) cita que as metodologias utilizadas para mapeamento de risco de incêndio podem ser divididas em 3 tipos: qualitativos, semiquantitativos e quantitativos. A escolha entre eles vai de acordo com o tipo da edificação e o intuito de aplicação do método.

Lucena (2014) ainda definiu as diferenças entre os tipos de métodos utilizados para o mapeamento do risco de incêndio, conforme segue. Os métodos qualitativos, tais como as normas e regulamentos em vigor, são considerados simples e de fácil aplicação e permitem identificar apenas o perigo e escolher a forma de controle do incêndio, porém não quantificam a probabilidade do risco de incêndio, não avaliam a SCI já existente da edificação, tão pouco identificam seus pontos vulneráveis. Os métodos semi-quantitativos, tais como o Método de Gretener, FRAME e MESERI, permitem quantificar o risco existente de incêndio, por meio da comparação com o risco de incêndio, uma vez que este servirá para estabelecer um valor mínimo aceitável de segurança para a edificação. Por último, Silva Filho (2018) explica que os

métodos quantitativos, tais como o CRISP e o FIRECAM, são considerados os mais complexos, visto que exigem dos avaliadores um grande conhecimento na área de SCI. Seus valores são determinados por equações matemáticas, sendo considerados os mais precisos e eficientes em relação aos demais métodos.

Ao comparar os métodos qualitativos e quantitativos, pode-se dizer que o primeiro é de fácil compreensão, mas possui limitações já mencionadas anteriormente, e o segundo, apesar de ser considerado o mais completo, é complexo e oneroso. Dessa forma, os métodos semiquantitativos se apresentam como uma solução entre esses dois extremos, ou seja, podem ser considerados como uma metodologia menos rigorosa do que a quantitativa, no entanto, sem abrir mão de resultados satisfatórios (PIRES, 2015).

Os métodos semiquantitativos necessitam de um maior número e qualidade de dados iniciais. São aqueles que classificam com índices ou pontuações os parâmetros de risco de incêndio que já foram calculados por especialistas que possuem grande conhecimento na área. Através da classificação, é possível quantificar o nível de segurança da edificação e o risco que ela possui de um incêndio, além de instituir planos de atuação e medidas de proteção adequadas (LUCENA, 2014; FILHO, 2018).

Existem diversos métodos semiquantitativos que podem ser aplicados nas edificações. O Método de GRETENER e o FRAME são os mais conhecidos e difundidos nessa categoria. O Método de GRETENER foi desenvolvido por Max Gretener no ano de 1965, na Suíça, onde é avaliado o risco de incêndio por um único valor, sendo consideradas a edificação, e as pessoas de forma indireta. É direcionado para todos os tipos de edifícios e indústrias, e é calculado por uma equação que compara o risco admissível com o risco efetivo (PEÑA E ROMERO, 2003, apud FAVARIN, 2015, p. 28). O Método FRAME, criado na Bélgica em 1988 por Eric de Smet, pode ser aplicado em todos os tipos de edificações e indústrias, e avalia a edificação, a partir de três parâmetros: patrimônio, pessoas e atividades, mediante um cálculo de três equações (PEÑA E ROMERO, 2003, apud FAVARIN, 2015, p. 28).

Além desses dois métodos semiquantitativos podem ser aplicados, como o *Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio* (MESERI), que foi criado na Espanha, pela *Fundación MAPFRE Estudios* (MAPFRE, 1998).

Ainda de acordo com MAPFRE (1998), nesse método, a investigação é realizada por um avaliador, em que é levada em consideração sua experiência e conhecimento desenvolvidos sobre o método, em relação à prevenção contra incêndio. Para isso, se faz um levantamento dos diversos parâmetros que estão relacionados aos fatores geradores e agravantes do risco de incêndio (X) e os fatores atenuantes ou redutores do fogo (Y). Após essa avaliação, é realizado

o Cálculo do Risco de Incêndio (R), levando-se em consideração os fatores X e Y, o que permite a determinação do grau de risco de incêndio que a edificação possui, a partir de uma classificação estabelecida pelo próprio método.

Além dos citados, existem outras técnicas aplicáveis para a segurança de incêndio nas edificações e de seu uso. A área vem se atualizando a cada ano, e além da criação de novas metodologias, os métodos já existentes também passam por atualização. O presente trabalho é focado no Método MESERI, sendo explicado no capítulo 3, e que é de suma importância na área de estudo, mas que ainda é pouco conhecido no Brasil.

3 MÉTODO MESERI

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Método Simplificado de Avaliação de Risco de Incêndio (*Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio*), ou Método MESERI, foi criado no ano de 1978 por uma instituição sem fins lucrativos chamada Fundação de Estudos MAPFRE (*Fundación MAPFRE Estudios*), fundação que foi desenvolvida pela Associação Mutualista dos Proprietários de Fazendas da Espanha (*Mutualidad de la Agrupación de Proprietários de Fincas Rústicas de España*), ou MAPFRE, em 1975, que é um grupo segurador formado por empresas e com origem espanhola. A fundação responsável pelo método possui várias atividades e programas que visam o bem-estar social e a qualidade da vida humana. A Fundação trabalha nas seguintes áreas: segurança das pessoas e seus patrimônios, focada na segurança viária; prevenção e saúde; difusão da cultura, das artes e das letras; conscientização, formação e pesquisa em assuntos voltados para seguro e previdência social; pesquisa e divulgação da história de países como Espanha, Portugal e países latino-americanos; e melhoria das condições econômicas, sociais e culturais das pessoas e áreas menos favorecidas da sociedade (FICVI, 2016).

O Método MESERI é direcionado para análise de risco de incêndio em edificações comerciais e industriais de baixo e médio risco, que contenha características construtivas homogêneas (MAPFRE, 1998). Além disso, faz parte da categoria de métodos semiquantitativos, conforme já explicado.

A Fundação MAPFRE (1998) apresenta ainda que a análise abrange três fases, sendo a primeira a coleta de informações e inspeção de risco do ambiente, levantando pontos relevantes dos processos da construção; a segunda etapa, a estimativa e avaliações do risco (quantitativos ou qualitativos); e a última fase, relacionada ao julgamento técnico da análise, que é descrita, por meio de um relatório, que deve conter os principais detalhes e medidas consideráveis para evitar ou diminuir o incêndio.

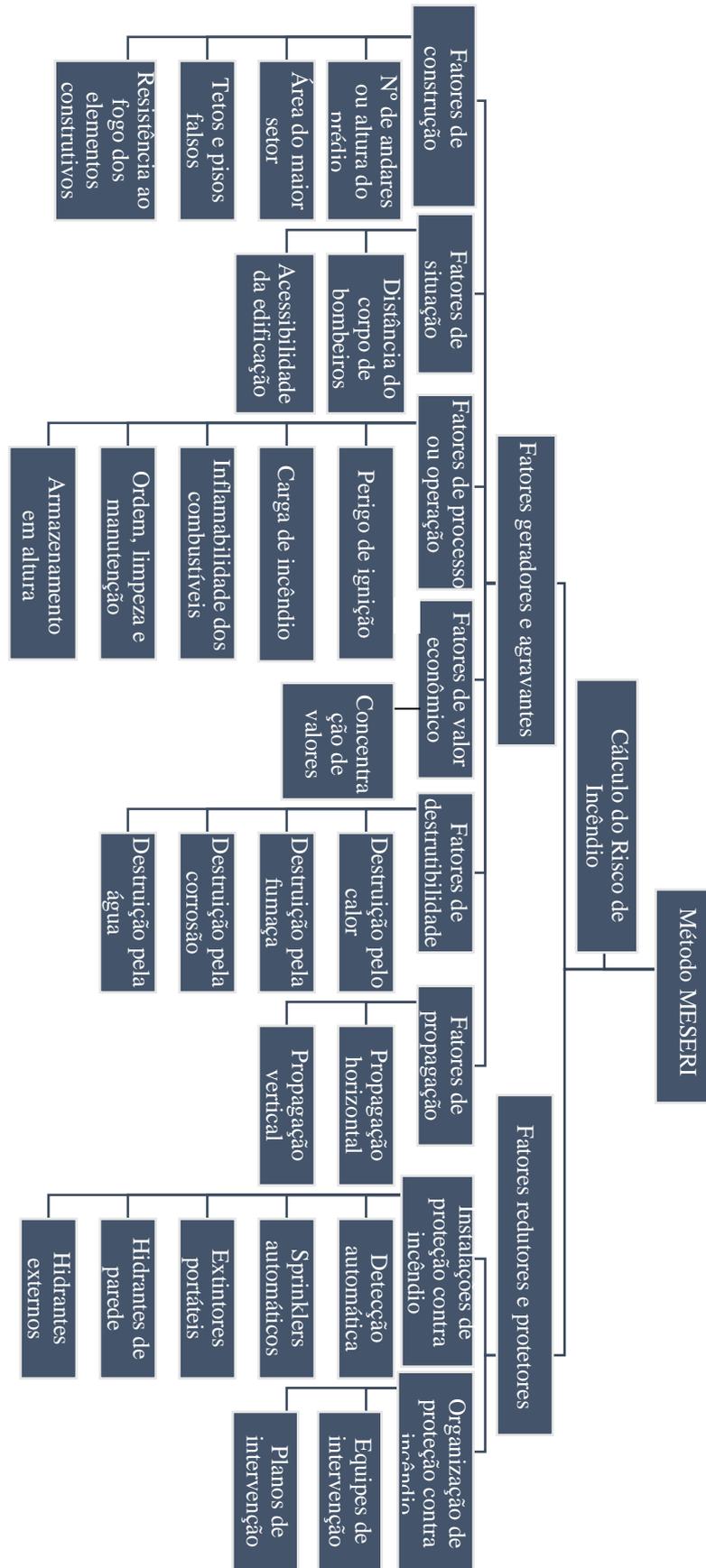
A avaliação do risco de incêndio desse método considera fatores que provoquem o início do fogo; beneficiem ou impeçam a propagação e intensidade; ampliem ou reduzam o dano gerado; e que sejam especialmente propensos para detecção, contenção e extinção das chamas (MAPFRE, 1998). O desenvolvimento de cada condicionante é separado por itens e mesmo eles sendo valores representativos, são agravantes que chegam próximo da situação real. Esses valores são tabelados e foram estabelecidos por especialistas da área (MAPFRE, 1998).

O método MESERI é do grupo de metodologias conhecidas como “esquema de pontos”, que são baseadas na consideração individual, sendo ponderado os agentes geradores ou agravantes do risco de incêndio e, por outro lado, também são examinados os que reduzem e protegem contra o risco. Esses fatores são ponderados ao final da análise, calculando então o risco de incêndio por um valor resultante, através desses coeficientes que são inseridos numa equação.

O mesmo autor ainda diz que é importante ressaltar que o inspetor que aplicará ao método deve ter alguma compreensão em assuntos como: prevenção e técnica de proteção contra incêndio, processos de construção e industriais, organização da segurança na indústria, etc., pois é a vivência do fiscalizador que determina o grau de pontuação dado para cada fator analisado, apenas pelo que lhe é observado.

A Figura 1 mostra o fluxograma do Método MESERI e do Cálculo do Risco de Incêndio, mostrando onde se encaixa cada subfator dentro dos fatores principais e o que será apresentado neste capítulo.

Figura 1 – Fluxograma do Método MESERI e do Cálculo do Risco de Incêndio



Fonte: modificado de MAPFRE (1998).

A partir da literatura consultada, percebe-se, como já descrito anteriormente, que este possui maior aplicação em estabelecimentos comerciais e industriais, como segue.

Em RENATO (2017), o método foi aplicado no setor industrial de uma empresa com o objetivo de diminuir os riscos de incêndio da edificação e aumentar a segurança dos trabalhadores nesse ambiente. Os resultados obtidos mostraram que a empresa foi classificada como "RISCO RUIM" por diversos fatores, dentre eles os de não apresentar planos de evacuação e compartimentação horizontal (barreira corta-fogo) em vários setores do galpão industrial, além da falta de equipamentos para combater o incêndio, e pessoal treinado como brigadistas contra incêndio e evacuação.

No trabalho realizado por RAUL (2018), o autor aplicou o método MESERI em uma empresa industrial voltada ao transporte de combustíveis, com a finalidade de avaliar o nível de incêndio desta. A partir dos resultados, o local foi considerado como "RISCO RUIM", principalmente, pela existência de produtos inflamáveis no local e atividades que utilizam altas temperaturas. Além disso, a empresa não contava com algumas medidas de proteção e prevenção contra incêndio, como hidrantes de parede, sistema de alarme e de detecção automática, além de não possuir um plano de emergência.

Já o autor Costa (2019) realizou a aplicação da metodologia em um centro comercial, com o intuito de melhorar o sistema contra incêndios e reduzir o risco de incêndio do local através do Método MESERI. Após a análise de resultados, a edificação foi classificada como "RISCO RUIM", devido à inexistência de *sprinklers*, hidrantes e sistema de alarmes. Além disso, o local apresentava acúmulo excessivo de resíduos sólidos, obstáculos nas vias de acesso e armazenamento desorganizado de mercadorias. O autor concluiu que apenas 25% das instalações do sistema contra incêndios estavam condizentes.

No trabalho proposto por LLAMOCA e RODRIGUES (2019), os autores utilizaram a área de recursos hídricos (módulo administrativo), de uma empresa comercial, para aplicar o Método MESERI, com a finalidade de melhorar o sistema contra incêndio no local. A partir dos resultados obtidos, a localidade foi classificada como "RISCO RUIM", onde foi observado que o local não possuía proteção contra incêndio relacionada à resistência, visto que era de estrutura metálica, além de pecar nos fatores de redução e proteção contra incêndio, como a inexistência de *sprinklers*, hidrantes e sistema de detecção automática.

SILVERO e AGUILERA (2020) realizaram a aplicação do Método MESERI em dois hotéis da cidade de San Bernardino (Paraguai), com o intuito de avaliar as condições dos sistemas atuais de segurança contra incêndio, além de fortalecer a capacidade de resposta frente

às situações de risco das pessoas envolvidas nos hotéis. Após a análise, ambos os hotéis foram classificados como “RISCO BOM”, faltando pouco para se chegar ao valor mais alto da pontuação. Os autores avaliaram que os pontos fortes da avaliação foram a apresentação de medidas de segurança (extintores, hidrantes, planos de emergência em atividade, etc.), além dos locais contarem com pessoal com capacitação continuada, parâmetros imprescindíveis na hora do início de um incêndio.

No entanto, o método MESERI também pode ser aplicado nos mais diversos tipos de edificações, como visto.

Astete e Cárcamo (2015) fizeram um estudo comparativo de análise de risco de incêndio entre os métodos GRETENER, FRAME e MESERI em um edifício habitacional. Os autores ainda propuseram um guia para auxiliar os profissionais da área a selecionarem o método mais apropriado, a partir da identificação de critérios chaves e determinantes, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Guia para selecionar um método de avaliação de risco de incêndio

(continua)

Crítérios para a seleção de um método de avaliação de risco de incêndio	Utilizar FRAME	Utilizar GRETENER	Utilizar MESERI	Não pode avaliar o risco
Você tem as especificações técnicas e planos da instalação a ser avaliada?	Sim	Sim	Sim	Não
Você lida com vocabulário e conceitos usados na detecção e extinção de incêndios?	Sim	Sim	Não	-
Deseja considerar o maior número de fatores de análise na avaliação do risco de incêndio?	Sim	Sim	Não	-
Você deseja obter um valor global (único) para o risco de incêndio?	Não	Sim	Sim	-
É importante para você considerar o “valor econômico” da instalação como fator de análise?	Sim	Não	Sim	-

Quadro 3 – Guia para selecionar um método de avaliação de risco de incêndio

Crítérios para a seleção de um método de avaliação de risco de incêndio	(conclusão)			
	Utilizar FRAME	Utilizar GRETENER	Utilizar MESERI	Não pode avaliar o risco
É importante para você considerar as “reservas hídricas” como fator de análise para extinção de incêndios?	Sim	Sim	Não	-
É importante para você considerar a acessibilidade da instalação como fator de análise (exemplo: largura e direções de acessos)?	Sim	Não	Sim	-
É importante para você considerar como fator de análise o “número de ocupantes” da instalação?	Sim	Não	Não	-
É importante para você considerar como fator de análise a “mobilidade das pessoas” (por exemplo, idosos, doentes, etc.) da instalação?	Sim	Não	Não	-

Fonte: Astete e Cárcamo (2015).

Ainda Astete e Cárcamo (2015) concluíram que todos os métodos levaram a um resultado consistente e similar, apenas se percebeu que cada um possui suas particularidades. Em relação ao método MESERI, os autores chegaram a algumas conclusões: foi considerado o menos complexo em à quantidade e qualidade dos dados técnicos fornecidos; foi o único que classifica o risco de incêndio por faixas, visto que os demais o fazem a partir da determinação de um resultado global; e foi o único método que considera como medida de aplicação o fator de redução em sentido puro, à aplicação de planos de autoproteção e de emergência na edificação.

Sanchez e Alvarado-Aguilar (2018) trouxeram a aplicação do Método MESERI em uma instituição de ensino superior, no Equador, que tinha como objetivo conhecer e avaliar as instalações, além de garantir a integridade física das pessoas. O local contava com o edifício da

faculdade, laboratório e porão, onde existia materiais químicos e inflamáveis, além de contar com instalações elétricas em mal estado. Após a análise e resultados, os três ambientes foram classificados como “RISCO RUIM”, por conta de haver materiais químicos e inflamáveis, além das instalações elétricas estarem em mau estado. Além disso, foi concluído que o local necessitava da implementação de materiais de prevenção e proteção contra incêndio, como sinalização de emergência, planos de emergência e equipes capacitadas para intervenção.

A seguir, serão apresentados os fatores necessários à análise do Método MESERI. Salienta-se que todas as informações apresentadas nos itens 3.2, 3.3 e 3.4 foram retiradas da referência MAPFRE (1998).

3.2 FATORES GERADORES E AGRAVANTES

Neste capítulo serão apresentados os fatores que contribuem para o início e a propagação do fogo, devido às propriedades construtivas ou operações realizadas na edificação, com suas respectivas pontuações, tais como: fatores de construção; fatores de situação; fatores de processo ou operação; fatores de valor econômico dos bens; fatores de destrutibilidade e; fatores de propagação.

3.2.1 Fatores de construção

As características construtivas são de grande importância para a análise, visto que podem interferir diretamente numa possível ocorrência de incêndio. O presente método classifica os parâmetros construtivos em quatro subfatores, que são: número de andares ou altura do edifício; área do maior setor de incêndio; resistência ao fogo dos elementos construtivos, e tetos e pisos falsos.

a) Número de pavimentos ou altura do edifício

Em caso de ocorrência de incêndio, a altura da construção vai interferir. Quanto maior for a altura da edificação, mais fácil será a propagação vertical do fogo e mais difícil será de controlá-lo e extingui-lo. A altura da edificação “é a medida em metros, entre o ponto que caracteriza a saída ao nível da descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao ponto mais alto do piso do último pavimento” (CBMRS, RT 02/2014). A

pontuação para esse parâmetro é estabelecida no Quadro 4. Em caso de pontuações diferentes para número de andares e da altura do edifício, deve-se tomar sempre o menor valor.

Quadro 4 – Número de andares ou altura do edifício

Número de andares	Altura (m)	Pontuação
1 ou 2	Abaixo de 6	3
De 3 a 5	Entre 6 e 15	2
De 6 a 9	Entre 16 e 28	1
Mais e 10	Mais de 28	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Superfície de incêndio

O fator analisado nesta seção requer que os elementos de compartimentação nos setores deverão ter um Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 240 minutos, no mínimo, além disso, deve-se analisar para que as portas de passagem entre os setores tenham TRRF de 120 minutos ou mais, assim como as vedações de janelas, tubulações, shafts, etc. Se não possuírem o mínimo, é considerado, então, que não exista compartimentação, sendo analisada a área como uma única dependência.

Entende-se como TRRF o tempo mínimo, em minutos, que os elementos de construção devem resistir ao fogo. Esse tempo que já foi estabelecido através de análises laboratoriais é um valor fictício, em que é possível se determinar a temperatura na estrutura e então dimensioná-la de acordo (SEITO et al., 2008). A ABNT NBR 14432:2001 apresenta que o TRRF é admitido de acordo com o tipo de ocupação e a altura do edifício. O Anexo A.1 da Norma mostra o TRRF de acordo com cada grupo e separado por classe, conforme altura da edificação. O Anexo B da mesma norma classifica os grupos de acordo com o tipo de ocupação.

Se a estrutura for analisada como um único compartimento, sua área de superfície será maior que o real. Sabe-se que quanto maior for a área do compartimento, maior será a facilidade de propagação do fogo no interior dele. Dessa forma, é necessário ter a classificação mínima do TRRF e então, ponderar a área da superfície para classificação desse fator.

Para a análise do parâmetro, os valores foram estabelecidos de acordo com o Apêndice I “Resistência ao fogo de elementos construtivos” da Norma Espanhola NBE-CPI/1996:

Condiciones de protección contra incendios en los edificios e a pontuação no método é mostrada no Quadro 5.

Quadro 5 – Superfície do maior cômodo

Área de superfície (m²)	Pontuação
Inferior a 500	5
De 501 a 1.500	4
De 1.501 a 2.500	3
De 2.501 a 3.500	2
De 3.501 a 4.500	1
Superior a 4.500	0

Fonte: MAPFRE (1998).

c) Resistência ao fogo dos elementos construtivos

Esta seção trata dos elementos construtivos que são responsáveis, exclusivamente, pela sustentação da estrutura do edifício e sua característica medida é a estabilidade mecânica ao fogo. O método considera para estruturas com elementos de concreto e similares uma resistência “alta”, enquanto para elementos metálicos e de aço, a resistência é considerada “baixa”. Em caso de ter proteção (como tintas intumescentes, revestimentos isolantes, telas) só deve ser levado em consideração se proteger inteiramente a estrutura.

Para a elaboração dos valores deste fator, os especialistas tiveram como referência o Apêndice 1 “Resistência ao fogo dos elementos construtivos” da Norma Espanhola NBE-CPI/96 e também as Normas sobre ensaios de resistência ao fogo de diferentes estruturas e elementos de construção “UNE 23-093: *Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción*”, “UNE 23-801: *Ensayo de resistencia al fuego de elementos de construcción vidriados*” e “UNE 23-802: *Ensayos de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos*” que também são de origem espanhola. Conforme apresentado no Quadro 6, a pontuação é classificada de acordo com o grau de resistência ao fogo dos elementos construtivos.

Quadro 6 – Resistência ao fogo dos elementos construtivos

Resistência ao fogo	Pontuação
Alta	10
Média	5
Baixa	0

Fonte: MAPFRE (1998).

d) Tetos e pisos falsos

Os tetos e pisos falsos são aqueles que possuem um espaço na estrutura do elemento resistente e o material, seja esse vão do teto quanto do piso. Eles contribuem para o acúmulo de resíduos, o que geralmente acaba dificultando a detecção do início do incêndio, além de suprimir o uso correto dos agentes extintores e facilitar o movimento instável da fumaça. Diante disso, o método pune a existência desses materiais, independente da sua composição, projeto e acabamento. Os exemplos desses tipos de elementos são mostrados na Figura 2 e Figura 3.

Para o Método MESERI, considera-se “teto falso incombustível” aquele que é feito de cimento, pedra, gesso e metais em geral, ou seja, aqueles que possuem classificação M0, conforme os ensaios padronizados de acordo com a norma espanhola “UNE 23-727: *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción*”. Já para aqueles construídos de madeira não tratada, PVC, poliamidas, polímeros ABS, ou aqueles que apresentam classificação M4 ou pior, são classificados como “teto falso inflamável”, ou combustíveis. As pontuações para essas classificações são apresentadas no Quadro 7.

Figura 2 – Estrutura de um teto falso



Fonte: PERFISA, 2018.

Figura 3 – Piso falso sobre contrapiso



Fonte: CARLUC, 2020.

Quadro 7 – Tetos e pisos falsos

Falsos tetos e pisos	Pontuação
Não existem	5
Incombustíveis (M0)	3
Combustíveis (M4 ou pior)	0

Fonte: MAPFRE (1998).

3.2.2 Fatores de situação

Nesta seção são abordados os coeficientes relacionados à localização da edificação e sua situação referente ao Corpo de Bombeiros e a intervenção deles no interior da edificação, em caso de incêndio, e como isso afeta na avaliação do risco de incêndio. Os fatores apresentados são: a distância do corpo de bombeiros, e a acessibilidade da edificação.

a) Distância do Corpo de Bombeiros

Esse fator qualifica a distância e o tempo de deslocamento do corpo de bombeiros mais próximo até o edifício avaliado. É levado em conta apenas corporações que tenham viaturas e número de bombeiros suficientes para atendimento 24 horas, em todos os dias do ano. A pontuação estabelecida é mostrada no Quadro 8 e, em caso de pontuações divergentes por distância e tempo, deve-se optar sempre pela menor pontuação resultante.

Quadro 8 – Distância e tempo de chegada do corpo de bombeiros

Distância (km)	Tempo de chegada (min)	Pontuação
Menor que 5	Menor que 5	10
Entre 5 e 10	Entre 5 e 10	8
Entre 10 e 15	Entre 10 e 15	6
Entre 15 e 20	Entre 15 e 25	2
Maior que 20	Maior que 25	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Acessibilidade da edificação

Aborda a acessibilidade da construção, que é contemplada, sob ponto de vista de combate ao incêndio e outras ações que exijam a entrada dos bombeiros. Os elementos que são considerados facilitadores da acessibilidade são: portas, janelas, lacunas nas fachadas, claraboias em telhados, entre outros. Os valores são descritos de acordo com sua classificação, que é levada em consideração pelo ponto de vista do avaliador, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 – Acessibilidade da edificação

Acessibilidade a edificação	Pontuação
Boa	5
Média	3
Ruim	1
Muito ruim	0

Fonte: MAPFRE (1998).

Um estudo realizado por Obeso (1985) a respeito do Método MESERI, anterior à publicação de MAPFRE (1998), apresenta, de forma detalhada, a interpretação de diversos fatores do método, inclusive com exemplos práticos, com o intuito de facilitar sua aplicação. Um desses fatores que parece ser melhor caracterizado é a classificação da acessibilidade da edificação, ou seja, de acordo com Obeso (1985), esta pode ser melhor interpretada, a partir da adição de alguns parâmetros, tais como a largura dos acessos, a distância a ser percorrida entre estes e o número de fachadas de acesso, conforme apresentado no Quadro 10. Por exemplo, caso a largura das portas de acesso da edificação seja de 3m, o número de fachadas de acesso

seja 3 e a distância a ser percorrida entre as portas de acesso seja maior do que 25m, a acessibilidade será classificada como média (Quadro 9), visto que a largura de acesso está entre 2 e 4 m (classificação média), o número de fachadas é maior do que 2 (classificação alta) e a distância ser maior do que 25 (classificação baixa).

Quadro 10 – Classificação da acessibilidade

Acessibilidade a edificação	Largura do acesso	Fachadas	Distância entre acessos
Boa	Maior que 4m	3	Menor que 25m
Média	Entre 2 e 4m	2	Menor que 25m
Ruim	Menor que 2m	1	Maior que 25m
Muito Ruim	Não existe	0	Maior que 25m

Fonte: Obeso (1985).

3.2.3 Fatores de processo ou operação

Nesta seção são tratados os agentes relacionados com a atividade que é realizada na edificação. O processo que é desempenhado e os materiais armazenados podem trazer risco ao incêndio, por isso é importante levar em consideração no método. São divididos em cinco subfatores, tais como: perigo de ignição; carga de incêndio; inflamabilidade dos combustíveis; organização, limpeza e manutenção; e armazenamento em altura.

a) Perigo de ignição

Neste ponto é avaliado se existem e quais os tipos de fontes de ignição usadas comumente no processo de produção ou atividades complementares da edificação e que são possíveis riscos para se iniciar um incêndio. É necessário levar em consideração locais como: indústrias elétricas, como redes de distribuição de energia; locais de distribuição de combustível; e operações com riscos perigosos, como soldagens. Mas também deve-se tomar o fator humano como ponto, que com imprudência pode ativar a combustão de certos produtos, conforme diz Obeso (1985).

São considerados alto perigo de ativação os procedimentos que utilizam altas temperaturas (fornos, reatores, metais fundidos) ou pressões (chamas abertas, reações exotérmicas etc.). Caso não exista, o perigo de ignição pode ser classificado como baixo, mas de acordo com o ponto de vista do avaliador. A pontuação é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Perigo de ignição

Perigo de ignição	Pontuação
Baixo	10
Médio	5
Alto	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Carga de incêndio

A carga de incêndio classifica a quantidade de calor por unidade de área produzida, caso haja a combustão total dos materiais existente na área analisada. Ou seja, é a soma das energias caloríficas liberadas pela combustão dos materiais combustíveis no recinto, inclusive os revestimentos das paredes divisórias, pisos e tetos, conforme NBR 14432:2001. É necessário considerar tanto os elementos móveis armazenados (mobiliário ou containers) quanto os elementos estruturais e de acabamento. A carga térmica que é considerada pelo avaliador será calculada para cada caso no capítulo 4, e a pontuação é de acordo com o resultado, conforme o Quadro 12.

Quadro 12 – Carga de incêndio

Carga de incêndio (MJ/m²)	Pontuação
Baixa (inferior a 1.000)	10
Moderada (entre 1.000 e 2.000)	5
Alta (entre 2.000 e 5.000)	2
Muito alta (superior a 5.000)	0

Fonte: MAPFRE (1998).

c) Inflamabilidade dos combustíveis

Este elemento pondera a periculosidade dos combustíveis presentes na atividade do edifício, em se tratando de uma possível ignição. É analisada a maior ou menor facilidade com que um combustível possa pegar fogo, dado o ponto de fulgor. A facilidade varia de acordo com o tipo de material, por isso, o método considera uma alta inflamabilidade dos gases e líquidos combustíveis à temperatura ambiente, enquanto os sólidos não combustíveis em condições normais (materiais de pedra, metal, ferro, aço) são classificados como baixa

inflamabilidade. Já os sólidos combustíveis (madeira, plástico, etc.) são categorizados como média inflamabilidade, e as pontuações de cada grau são apresentadas no Quadro 13.

Quadro 13 – Inflamabilidade dos combustíveis

Inflamabilidade	Pontuação
Baixa	5
Média	3
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

d) Organização, limpeza e manutenção

O fator estudado nesta seção classifica a organização e limpeza das instalações de produção, tal como a presença de pessoas específicas para este serviço e planos de manutenção que sejam ativos periodicamente nas instalações (eletricidade, água, gás etc.) e de proteção contra incêndio. O analisador classifica o local relacionado aos três parâmetros e dará a pontuação de acordo com o grau, conforme mostrado no Quadro 14.

Quadro 14 – Organização, limpeza e manutenção

Organização, limpeza e manutenção	Pontuação
Alta	10
Média	5
Baixa	0

Fonte: MAPFRE (1998).

e) Armazenamento em altura

A existência de materiais que são armazenados numa altura maior que 2 metros expande o risco de incêndio, pois a carga de incêndio aumenta, tendo uma maior facilidade de propagação e conseqüentemente uma maior dificuldade de extinção do fogo. Diante desse motivo é que se deve analisar se há ou não materiais armazenados em altura, não se considerando a natureza desses materiais, mas somente a existência. Caso exista, deve-se analisar a altura que os insumos se localizam, pois sua respectiva pontuação é de acordo com esse parâmetro e está apresentada no Quadro 15.

Quadro 15 – Armazenamento em altura

Armazenamento em altura (m)	Pontuação
Menos que 2	3
Entre 2 e 6	2
Maior que 6	0

Fonte: MAPFRE (1998).

3.2.4 Fatores de valor econômico dos bens

Nesta seção é apresentado o fator que relaciona os bens existentes na área de estudo e sua perda, em se tratando de patrimônio e perdas econômicas, caso venha a acontecer um incêndio. O único parâmetro explicado está relacionado à concentração de valores.

a) Concentração de valores

A perda econômica causada por um incêndio depende do valor da própria edificação e da atividade realizada. O método analisa também os meios de produção (máquinas), matérias primas, produtos acabados e semiacabados, instalações de serviço etc. As perdas consequentes e de lucros não são levadas em consideração. O Método MESERI classifica de acordo os valores em Euros e Pesetas (moeda espanhola antecedente ao euro). Considerando o valor atual do euro até a elaboração do presente trabalho (R\$5,50 do Real Brasileiro), é necessário adaptar as medidas com valores em reais, para poder aplicar o método, e suas respectivas pontuações são mostradas no Quadro 16.

Quadro 16 – Concentração de valores

Concentração de valores			Pontuação
Pesetas/m²	Euros/m²	Reais/m²	
Inferior a 100.000	Inferior a 600	Inferior a 3.298,34	3
Entre 100.000 e 250.000	Entre 600 e 1.500	Entre 3.298,34 e 8.245,85	2
Superior a 250.000	Superior a 1.500	Superior a 8.245,85	0

Fonte: MAPFRE (1998), adaptado pelo autor.

3.2.5 Fatores de destrutibilidade

Os fatores de destrutibilidade lidam com a fonte e o dano da destruição dos bens em geral (produção, matérias-primas, produtos acabados e semiacabados) causados por um incêndio. É avaliado o grau de destruição a partir do que quatro fatores principais causam na edificação, no instante que se inicia o sinistro, além do princípio de danos. Os determinantes que são mensurados são: destruição pelo calor; destruição pela fumaça; destruição pela corrosão, e destruição pela água.

a) Destruição pelo calor

É examinado o impacto que o fogo pode gerar relacionado à destrutibilidade dos materiais. Por exemplo, indústrias de plásticos, eletrônicos ou frigoríficos podem ser classificados com um alto grau de destrutibilidade pelo calor, enquanto as indústrias de madeira ou metalúrgicas podem ser afetadas em um grau muito menor pelo calor. Essa classificação, com suas respectivas pontuações, está apresentada no Quadro 17.

Quadro 17 – Destruição pelo calor

Destruição pelo calor	Pontuação
Baixa	10
Média	5
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Destruição pela fumaça

A destruição ou danos causados pelo efeito de fumaça é um fator considerado no método MESERI também. Por exemplo, as indústrias eletrônicas, farmacêuticas e alimentícias são bastante afetadas por consequência da matéria contida no interior deste tipo de fábrica. Já as indústrias metalúrgicas ou de plásticos podem ser prejudicadas pela fumaça em um menor grau. Deve-se classificar a edificação de acordo com o grau de destrutibilidade, conforme os materiais do local e a pontuação estabelecida é apresentada no Quadro 18.

Quadro 18 – Destruição pela fumaça

Destruição pela fumaça	Pontuação
Baixa	10
Média	5
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

c) Destruição pela corrosão

A destruição causada por corrosão é devida à liberação de alguns gases, como o ácido nítrico, clorhídrico ou sulfúrico. Em caso de queima, esses gases são liberados e têm um grande potencial tóxico que, conseqüentemente, danificam tudo que entram em contato, seja no ambiente e nos materiais ou nas pessoas que estariam no local. Como exemplo, os locais que possuem componentes eletrônicos e metálicos são bastante deteriorados por este agente. A destruição pela corrosão pode ser classificada como baixa, média ou alta e as respectivas pontuações são descritas no Quadro 19.

Quadro 19 – Destruição pela corrosão

Destruição pela corrosão	Pontuação
Baixa	10
Média	5
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

d) Destruição pela água

O último subfator de destrutibilidade é o que verifica o nível de dano acarretado pela água operada no combate ao incêndio. As indústrias de origem têxtil e plástico acabam sofrendo pequenos danos em relação à destruição pela água, enquanto as indústrias de papel, papelão e de armazenamento à granel possuem uma classe de devastação bem mais alta. A pontuação utilizada no método é apresentada no Quadro 20, conforme a classificação da destruição causada pela água.

Quadro 20 – Destruição pela água

Destruição pela água	Pontuação
Baixa	10
Média	5
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

3.2.6 Fatores de propagação

Neste subcapítulo é levado em consideração a propagação do fogo analisando a disposição e quantidade dos materiais presentes no local, além de seus processos, maquinários e habitantes. Para essas condicionantes, é investigado o alastramento do fogo, tanto no sentido horizontal, como verticalmente, em um possível incêndio. Não é ponderada a velocidade de propagação das chamas nem a velocidade de queima dos equipamentos, pois esses parâmetros são determinados em outras seções.

a) Propagação horizontal

É analisada nesta seção toda a parte de alastramento do fogo no sentido horizontal, onde se avalia a compartimentação da edificação, além da ordenação dos objetos e máquinas acomodadas horizontalmente no interior do local. Silva (2014) traz que a compartimentação horizontal é o parâmetro que impede o alastramento do fogo entre os compartimentos do mesmo pavimento, diminuindo perdas e ajudando o combate do sinistro.

Para considerar a compartimentação horizontal, pode-se incluir algumas medidas para o feito, como: paredes que tenham as características mínimas do TRRF, conforme a IT 09 (2019); portas corta-fogo atendendo o TRRF; distância mínima de 2m entre as aberturas para a parte externa ou abas de mínimo 0,5m e; selagem e vedações corta-fogo (SILVA, 2014). Já na parte de ordenação de materiais, o Método MESERI apresenta como exemplo linhas de produção onde o local dos objetos pode interferir no alastramento do fogo, devido ao *layout* do maquinário no chão de fábrica, além do espaçamento entre estes e, às vezes, a presença de material combustível. O avaliador deve observar esses parâmetros e classificar a edificação levando em consideração a facilidade da propagação do fogo e da existência de compartimentação. A pontuação para o grau de propagação é estabelecida de acordo com o Quadro 21.

Quadro 21 – Propagação horizontal

Propagação horizontal	Pontuação
Baixa	5
Média	3
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Propagação vertical

Da mesma maneira que a propagação horizontal, nesse fator são estudados toda a estruturação de equipamentos e itens armazenados verticalmente, além da presença de compartimentação vertical e toda estrutura que influencie na propagação vertical do fogo. A compartimentação vertical é aquela que impede a propagação de calor, fogo ou fumaça de um pavimento para outro, sendo incluídos materiais como: lajes com espessura mínima, conforme IT 09 (2019); fachada com parapeito-verga ou marquise/aba; enclausuramento de escadas com portas corta-fogo, obedecendo o TRRF da estrutura; distância mínima entre as aberturas verticais de 1,20m e; selagem e vedações corta-fogo (SILVA, 2014).

Em relação a ordenação dos materiais verticalmente, a metodologia exemplifica os equipamentos e itens armazenados fora de ordem, em posição vertical e fora do chão, além das máquinas e instalações que acabam contribuindo para o alastramento do fogo para locais superiores. O avaliador deve analisar qual o grau de propagação vertical, de acordo com esse parâmetro e a existência de compartimentação. As pontuações para os diferentes graus são mostradas no Quadro 22.

Quadro 22 – Propagação horizontal

Propagação vertical	Pontuação
Baixa	5
Média	3
Alta	0

Fonte: MAPFRE (1998).

3.3 FATORES REDUTORES E PROTETORES

Neste item são destacados os fatores que favorecem o impedimento da evolução de um incêndio, ou que limitam sua propagação e consequências. A pontuação só é validada, caso tenha a existência do agente analisado, como por exemplo extintores, além da adequação do projeto e do seu funcionamento garantido. Em situações do tipo organizacionais-humanas (planos de emergência, corpo de bombeiros) é imprescindível a presença de manuais, procedimentos ou outros registros que possam garantir que a equipe seja adequadamente capacitada às práticas ou simulações.

É importante salientar que os pontos aumentam quando há existência de presença humana ou instalações inspecionadas, pois presume-se uma atividade permanente (incluindo finais de semana e feriados), com equipes de segurança suficientes. Os fatores redutores e protetores abordados são: instalações de proteção contra incêndio, e organização de proteção contra incêndio.

3.3.1 Instalações de proteção contra incêndio

Nesta seção são apresentados os fatores referentes a objetos e instalações que têm a função de proteger a edificação contra incêndios ou dificultar a propagação do fogo. São cinco os parâmetros analisados: detecção automática; *sprinklers* automáticos; extintores portáteis; hidrantes de parede e hidrantes externos.

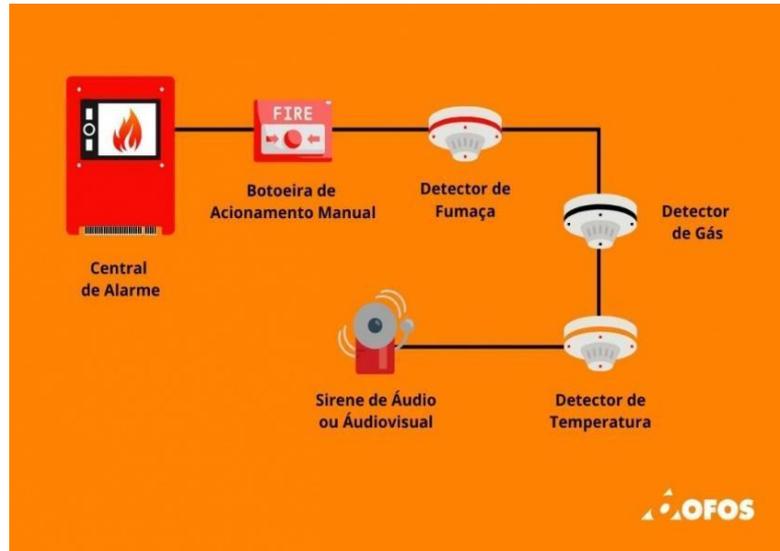
a) Detecção automática

Trata-se da existência de um sistema automático de detecção de incêndio no local. O recurso é destinado a receber e emitir sinais de alerta sonoro ou luminoso, que procedem de uma emergência, de acordo com a Resolução Técnica 02/2014, de CBMRS, e mostrado na Figura 4. A detecção é realizada através de diversos tipos, como por exemplo: fumaça, gás, temperatura, etc.

O método leva esse fator em consideração se o mesmo existir em todas as dependências do edifício. Além disso, supõe-se que exista vigilância humana capacitada, seja por presença física ou por sistemas eletrônicos fora do horário de expediente. Quando é confirmada esta vigilância, considera-se que o fator tenha mais confiança. Caso não tenha a presença de vigilantes, mas que tenha vínculo com uma central receptora de alarmes, a instalação é avaliada

com um menor grau de confiança do que se tivesse a presença humana. A metodologia destaca essas limitantes, pois na hora da avaliação, a pontuação é ponderada através da existência ou não de presença humana ou de central de alarmes, conforme o Quadro 23 apresenta.

Figura 4 – Sistema de detecção automática



Fonte: OFOS, 2020.

Quadro 23 – Detecção automática

	Pontuação			
	Com vigilância humana		Sem vigilância humana	
	Com conexão à uma central de alarmes	Sem conexão à uma central de alarmes	Com conexão à uma central de alarmes	Sem conexão à uma central de alarmes
Detecção automática	4	3	2	0

Fonte: MAPFRE (1998).

b) *Sprinklers* automáticos

Este fator analisa se existem os chuveiros automáticos, chamados de *sprinklers* (Figura 5), que têm como função simultânea de detectar e combater um incêndio, conforme diz a NBR 10897:1990 “Proteção contra incêndio por chuveiro automático”. O sistema ativa a liberação de água no local, espalhando-a por chuveiros, logo que se detecta o início de um incêndio através de um alarme (ABNT, 1990). Para o método, é considerado que o aparelho deve

proteger toda a superfície do cômodo e que esteja presente em todos os ambientes da edificação, caso contrário, não se deve avaliar que exista o sistema no local.

Assim como no caso da detecção automática, o presente estudo avalia levando em conta a existência de vigilância humana e se existe conexão a uma central receptora de alarmes. Sendo assim, a pontuação também é dada através dessas considerações, como detalha o Quadro 24.

Figura 5 – *Sprinkler* automático



Fonte: Thórus Engenharia, 2020.

Quadro 24 – *Sprinklers* automáticos

	Pontuação			
	Com vigilância humana		Sem vigilância humana	
	Com conexão à uma central de alarmes	Sem conexão à uma central de alarmes	Com conexão à uma central de alarmes	Sem conexão à uma central de alarmes
Sprinklers automáticos	8	7	6	5

Fonte: MAPFRE (1998).

c) Extintores portáteis

Verifica-se a existência ou não de extintores portáteis no ambiente. São aparelhos de acionamento manual, constituídos de recipientes e acessórios contendo o agente extintor destinado a combater princípios de incêndio, conforme estabelecido na NBR 12693:1993 “Sistemas de proteção por extintores de incêndio” e mostrado na Figura 6. É importante que

toda construção comercial ou industrial contenha esse dispositivo e segundo o método, só se deve considerar esse fator no cálculo se todas as superfícies da edificação forem cobertas.

Salienta-se ainda que extintores são adequados a diferentes classes de fogo previsíveis nos locais e não sinalizadas, em que o avaliador deve perceber se os extintores instalados são adequados ao local. É recomendado também a comprovação de extintores extras para reposição, para o caso em algum deles acabe ou não funcione corretamente, sendo considerado aproximadamente 1 extintor extra para cada 20 aparelhos instalados. A pontuação para esse fator, que é mostrada no Quadro 25, é dada conforme a existência ou não de vigilância humana.

Figura 6 – Exemplos de extintores portáteis



Fonte: Teros Incêndios, 2019.

Quadro 25 – Extintores portáteis

	Pontuação	
	Com vigilância humana	Sem vigilância humana
Extintores portáteis	2	1

Fonte: MAPFRE (1998).

d) Hidrantes de parede

Os hidrantes são pontos de tomada de água, contendo uma ou duas válvulas de saída, onde são utilizados manualmente para apagar chamas, de acordo com a NBR 13714:2000 “Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio”. Conforme mostra a Figura 7, os acessórios de um hidrante de parede são basicamente: válvula, mangueira e esguicho.

Para considerar que o hidrante instalado proteja realmente o local analisado, ele deve ter o jato de água direcionado para qualquer ponto do cômodo, e por isso o avaliador deve

analisar se a água disponibilizada pela rede pública suprime a pressão e a vazão necessária para todos os hidrantes, além de verificar se eles detêm todos os acessórios em boas condições (MAPFRE, 1998). Após se realizar o levantamento dessas condicionantes, aplica-se a pontuação conforme a existência ou não de vigilância humana (Quadro 26).

Figura 7 – Hidrante de parede e seus componentes



Fonte: Pro News, 2018.

Quadro 26 – Hidrantes de parede

	Pontuação	
	Com vigilância humana	Sem vigilância humana
Hidrantes de parede	4	2

Fonte: MAPFRE (1998).

e) Hidrantes externos

Nesta seção é observada a existência de hidrantes externos, do tipo coluna, que são dispositivos instalados sobre o piso de passeios públicos, com corpo cilíndrico e três saídas, conforme indicado na Figura 8. Esses aparelhos são ligados às redes de abastecimento de água que permitem a instalação de mangueiras ou mangotes para o combate a incêndios, de acordo com a NBR 5667-01:2006 “Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil”. Os hidrantes externos são abastecidos pela rede pública e funcionam através do caminhão do corpo de bombeiros.

Na aplicação da presente metodologia, os hidrantes externos são considerados quando estão no perímetro do edifício, podendo, assim, cobrir qualquer ponto do local analisado. Dessa forma, assim como nos hidrantes de parede, deve-se comprovar que a rede pública abasteça com pressão e vazão adequadas para todos os hidrantes, além de se verificar o funcionamento dos componentes que fazem parte do hidrante (chave de manobra, ramais de conexão,

mangueiras e esguicho), que são armazenados em armários e fora do edifício. A pontuação para esse fator é apresentada no Quadro 27.

Figura 8 – Hidrante externo



Fonte: Bucka, 2015.

Quadro 27 – Hidrantes externos

	Pontuação	
	Com vigilância humana	Sem vigilância humana
Hidrantes externos	4	2

Fonte: MAPFRE (1998).

3.3.2 Organização de proteção contra incêndio

São apresentados dois subfatores nesta seção, que discorre dos recursos de intervenção contra incêndio, exercidos principalmente pelas pessoas que integram o recinto. São eles: equipes de intervenção contra incêndio e planos de emergência.

a) Equipes de intervenção contra incêndio

É analisada a presença de equipes de primeira (EPI) e de segunda intervenção (ESI) ao ataque de incêndio. As equipes de primeira intervenção seriam as pessoas do local que foram capacitadas para alguma emergência de incêndio. Já as equipes de segunda intervenção são aquelas vindas das brigadas ou corpo de bombeiros. Para ser considerada a pontuação deste fator, devem-se seguir os seguintes requisitos:

- As pessoas integrantes das equipes devem receber treinamento específico teórico-prático regularmente, e ser considerada como integrante da equipe;

- Deve haver turmas em todos os turnos e departamentos da empresa;
- É necessária a existência de material de extinção de incêndio, estando dimensionado e mantido adequadamente.

A pontuação para esse fator é estabelecida conforme a existência dos dois tipos de equipe, conforme o Quadro 28 e, neste caso, a presença de vigilância humana não interfere na pontuação.

Quadro 28 – Equipes de intervenção

Equipes de intervenção	Pontuação
Equipes de primeira intervenção	2
Equipes de segunda intervenção	4

Fonte: MAPFRE (1998).

b) Planos de emergência

No último fator de redução e proteção do Método MESERI, é necessário verificar se a empresa possui e aplica um plano de autoproteção ou de emergência interna nas atividades do local, que possibilite ações a serem executadas na possibilidade de um incêndio. Para este caso, a pontuação é dada através da existência do plano e também a presença de vigilância humana é levada em consideração, como é mostrado no Quadro 29.

Quadro 29 – Planos de emergência

	Pontuação	
	Com vigilância humana	Sem vigilância humana
Planos de emergência	4	2

Fonte: MAPFRE (1998).

3.3 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO

Após a ponderação dos fatores geradores e agravantes e dos fatores redutores e protetores, o avaliador realiza o cálculo do risco de incêndio, determinado pela equação (3.1), ponderando os fatores e projetando as pontuações dos mesmos para a equação.

$$R = \left(\frac{5}{129} * X \right) + \left(\frac{5}{30} * Y \right) \quad (3.1)$$

Onde:

- R = o valor resultante do risco de incêndio
- X = a soma da pontuação dos fatores geradores ou agravantes do risco de incêndio
- Y = a soma da pontuação dos fatores redutores ou protetores do risco de incêndio

A classificação do risco de incêndio da edificação analisada se dá através do valor obtido pela equação (3.1), sendo essa resultante um valor entre 0 e 10. No quadro 30 é apresentado, finalmente, a classificação proposta pelo método MESERI para avaliar o grau de risco de incêndio da edificação.

Quadro 30 – Classificação do risco de incêndio

Valor resultante do risco de incêndio (R)	Classificação
R menor que 3	Risco muito ruim
R entre 3 e 5	Risco ruim
R entre 5 e 8	Risco bom
R maior que 8	Risco muito bom

Fonte: MAPFRE (1998).

Ou seja, as edificações cuja resultante for considerada alta, são apontadas como um local mais seguro em relação aos incêndios, enquanto os valores menores são para locais menos seguros. Para locais com valores resultantes do risco de incêndio baixos, deve-se indicar melhorias, com o intuito de a edificação mais adequada na segurança contra incêndio.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo será realizada a aplicação do *Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio* (MESERI) em uma escola pública municipal localizada no município de Lajeado/RS. A escolha da escola como local se deu em razão de se ter circulação de pessoas, principalmente, crianças e adolescentes em idade escolar compreendida, em um intervalo médio, de 7 a 14 anos. Além disso, soma-se ao fato de muitas vezes esse tipo de local ser considerado precário na prevenção contra incêndio, conforme explica Mendes (2014, p. 11).

O avaliador do processo foi o autor do presente trabalho, levando em consideração o conhecimento adquirido ao longo do curso de Engenharia Civil.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ESCOLA ESTUDADA

4.1.1 Informações gerais

A escola pública municipal é voltada ao ensino fundamental e é constituída de um prédio principal com 1.211,95m² e de um ginásio poliesportivo com 840,61m² (Figuras 9a e 9b), totalizando 2.052,56m² de área construída. A distância entre as duas edificações é de aproximadamente 6,10m. O prédio principal, construído em alvenaria portante, apresenta 3 pavimentos, e recebe diariamente um número médio de 445 pessoas (405 alunos e 40 funcionários). Para a circulação de pessoas, há uma entrada social pelo pavimento térreo e este contém uma sala para a secretaria, uma sala para a diretoria, sala de professores, biblioteca e salas de aula; no subsolo, há salas de aula, cozinha e refeitório; e no segundo pavimento, há salas de aula, além da sala de informática e auditório. O ginásio é coberto, construído em estrutura pré-moldada e conta com uma quadra poliesportiva em seu interior.

Como o método avalia toda parte construída do local, na escola em questão, o prédio principal e o ginásio serão analisados como duas edificações, por estarem distantes em mais de 6m e não haver ligação entre ambas. Ou seja, ao final da aplicação do método, cada edificação apresentará um valor resultante de risco de incêndio (R).

Figura 9 – (a) prédio principal e (b) ginásio



(a)

(b)

Fonte: Autor (2022).

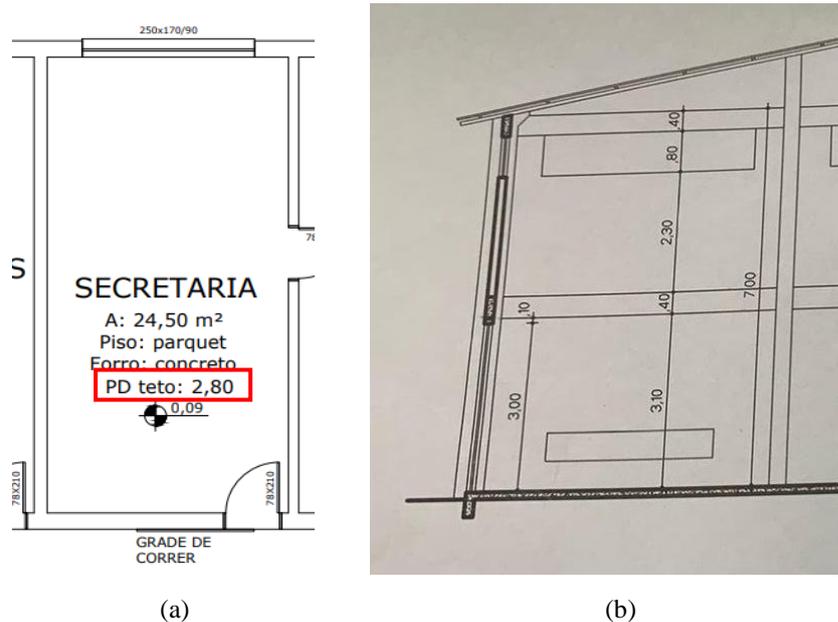
4.1.2 Fatores geradores e agravantes

a) Número de pavimentos ou altura do edifício

De acordo com as plantas impressas fornecidas pela escola (Figuras 10a e 10b), o pé direito do prédio principal é de 2,80m, para cada pavimento, compreendendo uma altura total da edificação aproximada de 8,60m (3 pavimentos). O método contabiliza a altura total desde a cota inferior (níveis abaixo da cota da rua também contam) até a cobertura da parte superior da edificação. O ginásio é constituído de apenas um pavimento e apresenta um pé direito de 7,00m.

De acordo com o Quadro 4, o prédio principal está situado na faixa de 3 a 5 andares e altura entre 6 e 15m, recebendo 2 pontos. Ainda conforme o Quadro 4, edifícios com 1 ou 2 andares levam pontuação 3. No caso do ginásio, como há pontuações diferenciadas entre o número de pavimentos e altura, o método estabelece que sempre deve ser considerada a menor pontuação para esses casos, ou seja, 2 pontos.

Figura 10 – Detalhe do pé direito (sem escala): (a) nível do prédio principal e (b) corte do ginásio



Fonte: Autor (2022).

b) Superfície de incêndio

Como o método analisa a maior superfície de incêndio do local, sendo limitada por elementos de compartimentação que possuam uma classificação de resistência ao fogo igual a RF-240 e portas com classificação de resistência ao fogo igual a RF-120, concluiu-se que:

- No prédio principal existem falhas, tanto na compartimentação vertical (não há enclausuramento da escada existente nem por meio de parede nem por porta corta-fogo) quanto na horizontal (as paredes são em alvenaria, mas as portas não apresentam a resistência mínima estipulada pelo método) por não apresentar os elementos construtivos ou medidas de proteção constituintes da respectiva compartimentação;
- No ginásio, não há compartimentações horizontais nem verticais, de acordo com a IT 09 (2019).

Portanto, as áreas consideradas para o prédio principal e ginásio são de 1.211,95m² e 840,61m², respectivamente. Dessa forma, serão contabilizados 4 pontos para ambos, visto que cada área está compreendida no intervalo entre 501 e 1500m², conforme Quadro 5.

c) Resistência ao fogo dos elementos construtivos

Tanto o prédio principal como o ginásio (Figuras 11a e 11b), são constituídos de materiais considerados com alta resistência ao fogo (elementos em concreto e alvenaria) e, portanto, de acordo com o Quadro 6, serão somados 10 pontos para cada edificação.

Figura 11 – Elementos construtivos: (a) prédio principal e (b) ginásio



Fonte: Autor (2022).

d) Tetos e pisos falsos

No subsolo e térreo (Figuras 12a), os tetos não são considerados falsos (laje de concreto), já no segundo pavimento (Figura 12b), o teto de todo o andar é de madeira e é considerado como “teto falso combustível”. No ginásio (Figura 12c), não há forro, e o telhado é de estrutura metálica, sendo considerado com "teto falso incombustível”.

Figura 12 – Teto do prédio principal: (a) térreo, (b) segundo pavimento e (c) teto do ginásio





(c)

Fonte: Autor (2022).

Em relação aos pisos, as salas de todos os pavimentos são compostas do piso de taco (Figura 13a), enquanto nos corredores e demais dependências, tem-se piso de azulejo (Figura 13b). Assim como nos tetos, os pisos de madeira ou similares são classificados como materiais combustíveis, sendo considerado a existência de piso falso na estrutura, conforme MAPFRE (1998) e CBPMESP IT nº 10/2019 “Controle de materiais de acabamento e de revestimento”. Para o ginásio (Figura 13c), o piso é de concreto.

A partir da análise do Quadro 7, como foram confirmadas tanto a presença de tetos falsos como a existência de pisos falsos, o prédio principal é classificado como material combustível e recebe uma pontuação nula. Já o ginásio apresenta pontuação igual a 3, pois possui teto e piso falsos incombustíveis.

Figura 13 – Pisos do prédio principal: (a) sala de aula, (b) corredor e (c) piso do ginásio.



(a)

(b)



(c)

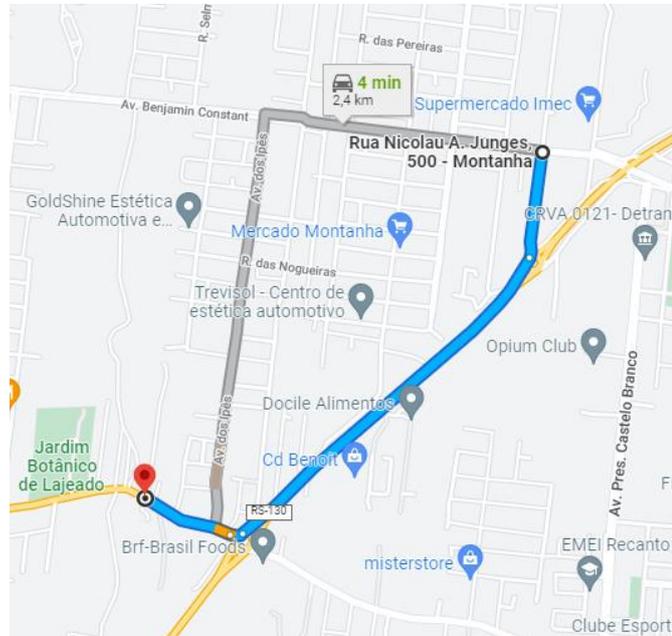
Fonte: Autor (2022).

e) Distância do Corpo de Bombeiros

O Corpo de Bombeiros do município de Lajeado/RS encontra-se na rua Nicolau Junges, número 500, e conforme foi confirmado na sua administração, a parte operacional contra incêndio possui funcionamento 24 horas por dia nos 365 dias do ano, estando apta para ser considerada no método. Foi utilizado o *Google Maps* para mapear o caminho percorrido pelo batalhão de bombeiros até a escola, e de acordo com a Figura 14, a distância entre os dois pontos é de 1,9 km, levando aproximadamente 3 minutos para os bombeiros chegarem ao local. Dessa

forma, segundo o Quadro 8, a pontuação, para distâncias menores do que 5 km e tempo de chegada menor do que 5 minutos, é 10 pontos, para ambas as edificações.

Figura 14 – Caminho percorrido do Corpo de Bombeiros até a Escola A



Fonte: Google Maps (2022).

f) Acessibilidade da edificação

O prédio possui uma entrada principal e de boa acessibilidade (Figura 15a), com 4 m de largura e um portão de correr, além de uma saída para o pátio que fica atrás da escola (Figura 15b), com 2,5 metros de largura e com portão de chapa lisa de correr e, um portão (Figura 15c), com 1 metro de largura, que abre para dentro e dá acesso para a rua lateral da escola. Além disso, as janelas são do tipo basculante e sem grades (Figura 15d). A Figura 15e ilustra um croqui com as distâncias aproximadas entre os acessos, sendo maior que 25m. A escola conta com 2 fachadas livres para a parte externa (fachada norte e oeste), que são mostradas nos acessos da Figura 15a e Figura 15c.

Desse modo, a classificação da acessibilidade do prédio principal, de acordo com os Quadros 9 e 10, foi considerada como média, em razão de se cumprir, pelo menos, dois dos parâmetros propostos pelo Quadro 10, ou seja, 3 pontos.

Figura 15 – Acessos da escola: (a) entrada principal, (b) fundos da escola, (c) portão lateral, (d) distância entre eles e (e) janela da escola



(a)



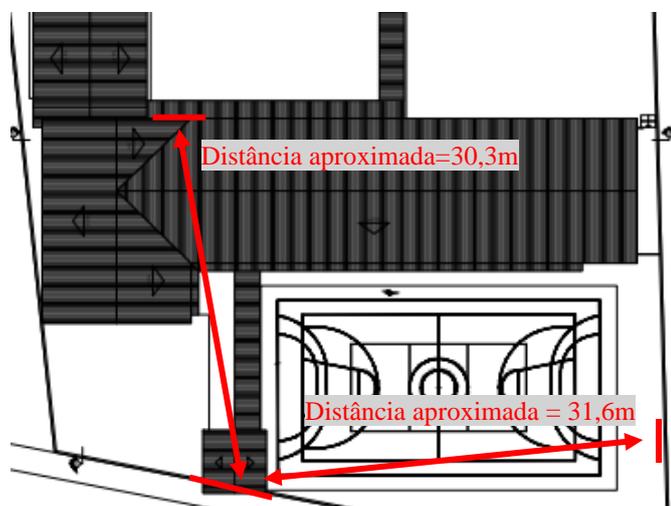
(b)



(c)



(d)

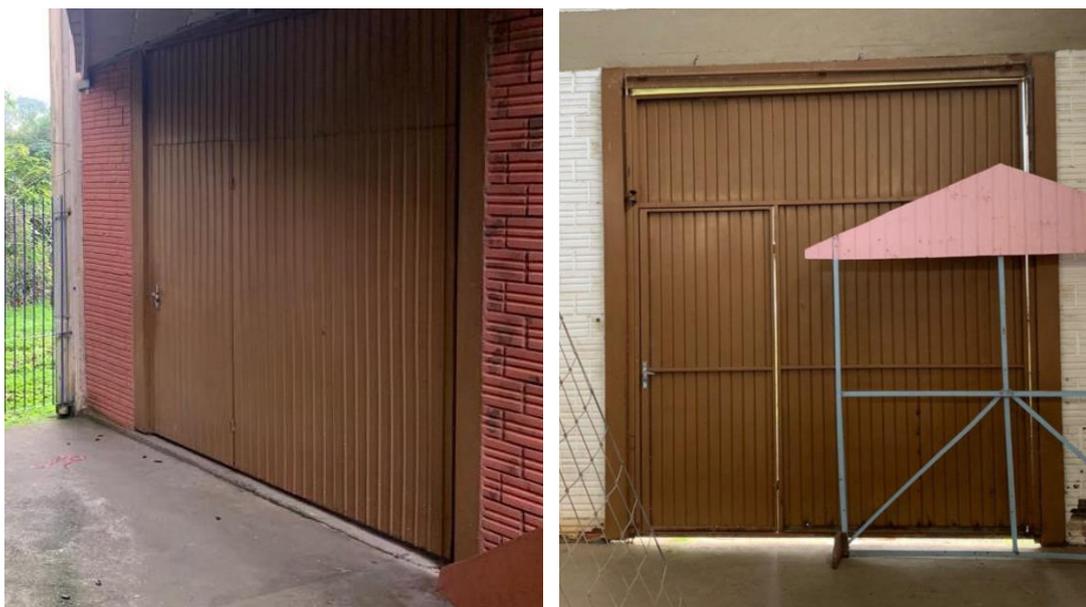


(e)

Fonte: Autor (2022).

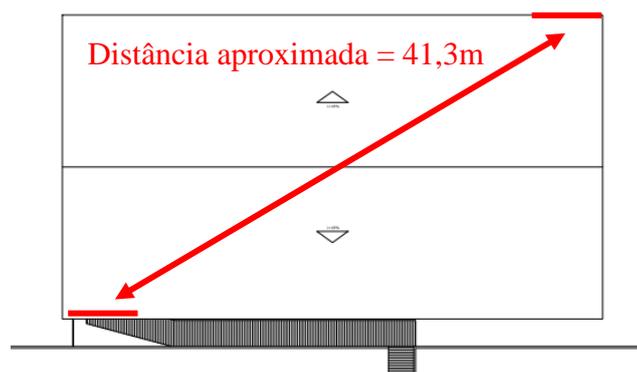
As Figuras 16 (a) e (b) mostram as duas entradas do ginásio, uma em cada canto do local. Os portões possuem 3m de largura, sendo a distância entre elas maior que 25m (Figura 16c). Assim, o ginásio cumpre com as mesmas condições explicitadas no prédio principal, sendo classificado com média acessibilidade e, portanto, somando-se 3 pontos.

Figura 16 – Acessos do ginásio: (a) portão localizado ao norte, (b) portão localizado ao sul e (c) distância entre eles



(a)

(b)



(c)

Fonte: Autor (2022).

g) Perigo de ignição

Em relação ao perigo de ignição, a escola possui apenas os fornos da cozinha situados no prédio principal (Figura 17a) e a central de gás (Figura 17b), sendo o prédio classificado, de acordo com Quadro 11, com perigo médio de ativação (5 pontos), enquanto o ginásio é

classificado com baixo perigo de ativação (10 pontos), por não possuir dispositivos que possam apresentar algum perigo de ignição.

Figura 17 – Pontos de ignição da escola: (a) fornos da cozinha e (b) central de gás



Fonte: Autor (2022).

h) Carga de incêndio

O levantamento da carga de incêndio mobiliária no interior da edificação foi realizado com base no Decreto N° 53.280, de 1° de novembro de 2016.

O prédio principal é voltado para o ensino fundamental, porém apresenta ambientes com diferentes cargas de incêndio. Com o intuito de se ter um valor mais preciso a respeito de toda carga de incêndio que este possui, foi adotado o procedimento apresentado em Pires (2015), ou seja, se fez o somatório das cargas de incêndio mobiliária de todos os pavimentos, que foram multiplicadas pela área de cada pavimento e, após, esse valor foi dividido pela área de maior risco. A escolha da maior área de risco, também se baseou no trabalho de Pires (2015), em que a autora considerou o pavimento térreo como o de maior risco, visto que em situação de incêndio, este é o único andar que comporta o acesso principal à rua, o que levaria grande parte dos ocupantes a se deslocar para esse local.

Dessa forma, a carga de incêndio do prédio principal foi dividida da seguinte maneira: sala de informática com uso de aparelhos eletrônicos (400 MJ/m²), biblioteca (2000 MJ/m²), e a cozinha e demais salas de aula e dependências (450 MJ/m²). O ginásio também recebeu a

carga de incêndio de 450 MJ/m². O Quadro 31 apresenta o valor da carga térmica resultante do prédio principal, de acordo com o procedimento adotado em Pires (2015).

Quadro 31 – Cálculo da carga térmica resultante

Pav.	Local	Uso/ Ocupação	Carga térmica (MJ/m ²)	Área (m ²)	Carga x Área	Área de maior risco (m ²)	Carga resultan te (MJ/m ²)
1º	Salas de aula e demais cômodos	Escola	450	476,61	214474,5	525,19	1177,09
	Biblioteca	Biblioteca	2000	48,58	97160		
2º	Salas de aula e demais cômodos	Escola	450	475,60	214020		
	Sala de informática	Aparelhos elétricos/ eletrônicos	400	49,59	19836		
Subs olo	Salas de aula e demais cômodos	Escola	450	161,57	72706,5		

Fonte: Autor (2022).

Portanto, a carga térmica considerada para o prédio principal é de 1177,09MJ/m², sendo adicionado 5 pontos (carga térmica moderada). Para o ginásio, a carga térmica foi avaliada em 450MJ/m², classificando o local como baixa carga de incêndio também, somando-se 10 pontos.

i) Inflamabilidade dos combustíveis

Quando se trata de perigo de materiais combustíveis, o prédio principal possui madeira como material predominante (mesas, cadeiras e armários) e materiais plásticos (Figura 18), o que classifica a edificação como inflamabilidade média, recebendo 3 pontos. Como o ginásio não contém material dessa natureza, este é classificado como baixa inflamabilidade, recebendo 5 pontos.

Figura 18 – Materiais combustíveis existentes no prédio principal.



Fonte: Autor (2022).

j) Organização, limpeza e manutenção

Conforme foi analisado, as instalações das atividades do prédio principal e do ginásio, bem como as instalações de luz e de água encontram-se em bom estado, em se tratando do item organização, limpeza e manutenção. O armazenamento de itens não é de forma desordenada, além do local respeitar a organização dos corredores e cômodos.

Entretanto, notou-se que na instalação de gás, há colisão da tubulação que leva o gás a um dos fornos e o outro forno utilizado, como mostra a Figura 19, apresentando um pequeno risco de esquentar e vazar. Além disso, a escola possui funcionários para a parte de organização do local e, a manutenção das instalações é terceirizada e conforme secretaria da escola, é realizada periodicamente. Pelo fato deste parâmetro ser subjetivo, não se pode ter certeza se isso realmente acontece, sendo levado em consideração as avaliações do local. Diante dessa análise, o prédio principal recebeu 5 pontos (classificação estipulada média) e o ginásio recebeu 10 pontos (classificação alta).

Figura 19 – Colisão da tubulação de gás e forno existente



Fonte: Autor (2022).

k) Armazenamento em altura

Conforme foi verificado, o prédio principal possui materiais armazenados em altura (acima de 2 metros), dispostos em armários na sala dos professores, não sendo considerada a natureza deles (Figura 20a), apenas a altura, por entender que uma má distribuição pode ser considerada como falta de ordem (item anterior). Além disso, a sala da biblioteca também conta com materiais armazenados em altura, conforme ilustrado na Figura 20b.

Portanto, o prédio principal, por possuir objetos armazenados entre 2 e 6 metros, recebeu uma pontuação igual a 2. Se tratando do ginásio, como não há material armazenado em qualquer altura, ganha 3 pontos (pontuação estabelecida para menores que 2m).

Figura 20 – Materiais armazenados em altura na escola: (a) sala dos professores e (b) biblioteca



(a)

(b)

Fonte: Autor (2022).

1) Concentração de valores

Esse parâmetro é analisado de acordo com a atividade prestada na edificação e todo bem material que pode ser perdido num incêndio. Como nas escolas, a atividade é a educação, os cômodos do local são preenchidos geralmente por cadeiras, mesas, armários e televisores. Esses bens podem ser considerados de valor baixo em relação a produtos e instalações de estabelecimentos comerciais e industriais maiores, por exemplo. A presente metodologia estabelece que a concentração de valores mínima é de R\$3.222,18 por metro quadrado e, por esse motivo, o conteúdo encontrado nas salas de uso comum não alcançaria o valor mínimo proposto.

No entanto, podem existir áreas da edificação que possuem conteúdos que poderiam alcançar ou até ultrapassar o valor mínimo, como por exemplo, salas que contenham bens eletrônicos. Dessa forma, considerou-se, para o prédio principal, a situação mais desfavorável, ou seja, a sala de informática, visto que é o ambiente que possui maior concentração de valor por metro quadrado. A sala de informática conta com 90 *chromebooks*, que são utilizados pelos alunos durante as aulas de informática, conforme mostra a Figura 21. O modelo e marca dos aparelhos é XE501C13 da *Samsung*, que são avaliados no mercado, em média, por R\$1.990,00¹.

¹ O valor foi retirado do site de vendas da loja Magazine Luiza. Disponível em: <<https://www.magazineluiza.com.br/chromebook-samsung-xe501c13-ad1br-intel-celeron-2gb-16gb-tela-11-6pol-led-hd-chrome-os/p/abfd88ffe5/in/chro/>> Acesso em: 01 agosto 2022.

De acordo com as plantas impressas fornecidas no local, a sala de informática possui uma área de 49,59m² e, portanto, a concentração de valores é dada por:

$$C_{sala\ de\ informática} = \left(\frac{\text{valor do chromebook (R\$)}}{\text{área da sala (m}^2\text{)}} * \text{unidades de aparelhos} \right)$$

$$= \left(\frac{1.990,00}{49,59} * 90 \right) = R\$ 3.611,62/m^2$$

Figura 21 – Chromebooks existentes na sala de informática



Fonte: Autor (2022).

Além da destruição dos patrimônios, o método também considera a perda da própria edificação após o sinistro. Como não foi possível fazer uma avaliação completa de quanto vale o imóvel atualmente, fez-se um levantamento aproximado através da composição mais recente do Custo Unitário Básico (CUB-RS), publicada em agosto de 2022, a qual estima os preços e custos referentes às construções, por metro quadrado, e é calculado com base nos diversos projetos-padrão estabelecidos pela ABNT NBR 12.721:2006 “Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios”.

Portanto, o prédio principal foi classificado como “Comercial Salas e Lojas” (CSL-8), que seria a classificação mais próxima da edificação, cujo custo foi estimado de R\$2.321,32/m², para um padrão de acabamento normal. Salienta-se que, apesar desse custo indicar o de uma edificação nova, partiu-se da lógica de que este foi considerado como um valor aproximado, para o caso de a edificação sofrer um incêndio e precisar ser reconstruída. O cálculo a seguir mostra o somatório da concentração de valores na sala de informática mais o valor aproximado da própria edificação.

$$C_{total} = (3.611,62 + 2.321,32) = R\$ 5.932,94/m^2$$

No ginásio, como o local não contém bens, considera-se apenas a edificação em si. O ginásio pode ser classificado como um “Galpão Industrial” (GI), cujo custo foi estimado em R\$1.203,92/m².

Portanto, para o prédio principal foi considerado 2 pontos e para o ginásio, 3 pontos.

m) Destruição pelo calor

É analisado o que o aumento de temperatura, causado pelo incêndio, acarreta nos materiais existentes na escola. Visto que o calor afeta diretamente nos itens da escola, sendo que a maioria dos objetos (computadores, máquina de xerox, televisores, etc.) podem se degradar caso fiquem expostos ao calor do fogo, o prédio principal foi classificado com um alto nível de destruição pelo calor, sendo considerado 0 pontos. Já no ginásio, não há conteúdo que possa ser destruído pelo calor, não afetando a edificação e sendo considerado um nível baixo, somando-se 10 pontos.

n) Destruição pela fumaça

Foi verificado os danos que a fumaça pode causar nos itens da escola, sendo concluído que a fumaça pode afetar totalmente os itens do prédio principal (como livros, relatórios da secretaria, depósito de materiais e comidas etc.), além dos bens materiais já citados anteriormente, causando uma alteração nos produtos e resultando numa grande perda ao entrar em contato. Dessa forma, como não será possível se utilizar dos materiais após a destruição, o local é classificado com um alto nível de destruição pela fumaça, ganhando 0 pontos. No ginásio, a fumaça não afetará em grande escala, visto que não há materiais que possam se degradar. Por isso, o local é tido como baixo nível de destruição pela fumaça, tendo 10 pontos.

o) Destruição pela corrosão

Conforme analisado, a Escola A (prédio e ginásio) não possuem gases com potencial tóxico em seu interior. Então, caso ocorra um incêndio, o fogo não entraria em contato com materiais que provoquem gases corrosivos, por não haver esse tipo de material no local. Dessa forma, os dois ambientes possuem um baixo grau de destruição pela corrosão, adicionando-se 10 pontos (Quadro 19).

p) Destruição pela água

Analisou-se o nível de destruição causado pela água e verificou-se que o prédio principal possui livros, ar-condicionado, aparelhos eletrônicos, classes e armários de compensados, e outros materiais que iriam sofrer danos irreparáveis pela água, além das instalações elétricas. Sendo assim, o local foi considerado com alto nível de destruição pela água, considerando 0 pontos (Quadro 20). No ginásio, apenas as instalações elétricas acabariam sofrendo destruição total, considerando a edificação num grau médio de destruição, somando-se 5 pontos.

q) Propagação horizontal

Foi avaliado na escola toda característica que afetasse a propagação do fogo nos compartimentos do mesmo pavimento (Quadro 21). A propagação horizontal é impedida através de elementos de compartimentação horizontal, se forem dimensionados e empregados de acordo com a IT 09 (2019). Os elementos que foram observados foram as paredes, portas e todo tipo de vedação horizontal.

Constatou-se que o prédio principal apresenta as fachadas e paredes em alvenaria e esquadrias de ferro e alumínio. Já em relação às portas, os cômodos não apresentavam portas corta-fogo, e não se obteve informações a respeito da resistência das existentes, que eram de madeira comum. Além disso, foi verificada a distância entre as aberturas na mesma fachada em e de lados opostos de uma parede de compartimentação, concluindo que algumas não estavam afastadas entre 2m, conforme estabelecido na IT 09 (2019) e foi discutido no capítulo 3, além de não conter abas para amenizar esse risco. Em relação à disposição dos itens, o local apresentava espaços vazios entre eles e sem a existência de material combustível. Diante desse levantamento, a edificação foi classificada com uma alta propagação horizontal, tendo 0 pontos.

O ginásio poliesportivo também apresenta as fachadas em alvenaria e aberturas em janelas basculantes. Também não se teve informações da resistência das portas, mas não existia as portas corta-fogo. Por ser um pavilhão, o pé direito é maior e não há compartimentação. Como possui características semelhantes, também é considerado 0 pontos para a mesma classificação.

r) Propagação vertical

Analisou-se a existência de compartimentação vertical e todo material que afetasse o alastramento do fogo de um pavimento para outro (Quadro 22). Foi verificado que no prédio principal, as lajes eram de concreto, atendendo as exigências de espessura da

compartimentação, porém dispõe de escadas desprotegidas, não enclausuradas. Nas fachadas não existiam elementos construtivos que são anteparos verticais, como parapeitos ou marquises, e as aberturas verticais do térreo para o segundo pavimento tinham distância menor que 1,20m, de acordo com as plantas disponibilizadas. A distância entre as janelas do subsolo e do térreo eram maiores que 1,20m, seguindo conforme a IT 09 (2019). Em seu interior, outro fator que afeta a propagação vertical é o armazenamento de objetos distantes do chão, contribuindo negativamente. Como há mais índices que agravam a propagação do fogo verticalmente, o prédio principal foi classificado como alta propagação vertical, tomando-se 0 pontos.

Já para o ginásio, apesar de não haver compartimentação, não há materiais armazenados da mesma maneira, além do local contar com apenas um pavimento, não existindo andares superiores que facilitariam a propagação vertical. Por esses motivos, o local é considerado com baixo nível de propagação vertical, tendo 5 pontos.

Desta forma, é concluída a análise dos fatores geradores e agravantes da escola em estudo e estabelecida a pontuação para cada um deles. A Tabela 1 mostra um resumo da pontuação quantificada desses parâmetros, além do seu somatório.

Tabela 1 – Resumo da pontuação dos fatores geradores e agravantes da Escola A

(continua)

Fator analisado	Pontuação considerada	
	Prédio	Ginásio
Número de andares ou altura do edifício	2	2
Área do maior setor	4	4
Resistência ao fogo dos elementos construtivos	10	10
Tetos e pisos falsos	0	3
Distância do Corpo de Bombeiros	10	10
Acessibilidade da edificação	3	3
Perigo de ignição	5	10
Carga de incêndio	5	10
Inflamabilidade dos combustíveis	3	5
Organização, limpeza e manutenção	5	10
Armazenamento em altura	2	3
Concentração de valores	2	3
Destruição pelo fogo	0	10
Destruição pela fumaça	0	10
Destruição pela corrosão	10	10
Destruição pela água	0	5
Propagação horizontal	0	0
Propagação vertical	0	5

Tabela 1 – Resumo da pontuação dos fatores geradores e agravantes da Escola A

(conclusão)

Fator analisado	Pontuação considerada	
	Prédio	Ginásio
Total	61	113

Fonte: Autor (2022).

4.1.3 Fatores de redução e proteção

a) Detecção automática

Ao iniciar a análise dos fatores de redução e de proteção da escola, foi observado primeiramente a presença do sistema de detecção automática. A escola não apresenta o sistema completo, tendo somente os acionadores manuais no prédio principal (Figura 22a) e no ginásio (Figura 22b). Apesar da confirmação da existência em todas as dependências, a mesma não possui vigilância humana, tendo apenas o vínculo com a central receptora de alarmes. Desse modo, ambos locais receberam pontuação igual a 2, conforme Quadro 23.

Figura 22 – Acionador manual: (a) no prédio principal e (b) no ginásio



(a)



(b)

Fonte: Autor (2022).

b) Sprinklers automáticos

Analisou-se que no prédio principal e no ginásio não existem as instalações de chuveiros automáticos, o que não auxilia na redução de um incêndio no local. Portanto, a pontuação será nula para ambos os casos (Quadro 24).

c) Extintores portáteis

Conforme Figura 23a, foi garantida a presença de extintores portáteis no interior do bloco principal, bem como no ginásio (Figura 23b). Como todas as superfícies do local foram preenchidas, foi possível considerar esse fator. Percebeu-se também que os extintores instalados eram os mais adequados para o recinto, em se tratando do tipo e classe de fogo, e ainda havia extintores extras para reposição. Em relação à vigilância humana, há apenas pessoas que foram treinadas e não um vigia em si, sendo considerado que não há presença humana vigilante nas 24 horas, de forma que quando não estão os funcionários, não há vigilância nesse fator. Portanto, é adicionado 1 ponto para esse fator nas duas dependências, conforme Quadro 23.

Figura 23 – Extintor portátil na Escola A



(a)



(b)

Fonte: Autor (2022).

d) Hidrante de parede

Na avaliação realizada, foi visto que não existe hidrante de parede no prédio principal nem no ginásio. Sendo assim, a pontuação para esse fator é nula para as duas edificações (Quadro 24).

e) Hidrante externo

Assim como nos hidrantes de parede, não há presença de hidrante externo nas proximidades da escola, não sendo possível ponderar esse fator no método, tendo uma pontuação também nula.

g) Equipes de intervenção contra incêndio

Além de analisar a presença de equipes capacitadas para emergências de incêndio, sejam pessoas treinadas do próprio do local (EPI) ou as vindas de brigadas (ESI), foi visto também se essas equipes atendiam os requisitos para serem consideradas aptas na metodologia. Segundo dados fornecidos pela direção da escola, parte da equipe de funcionários recebeu treinamento para intervir caso ocorra o sinistro. Apesar de não ter sido possível obter nenhuma garantia ou certificado dessa informação, os responsáveis repassaram que há pessoas capacitadas em todos os departamentos e turnos do ambiente escolar. Percebeu-se também que a escola não conta com bombeiros em seu interior, descartando a possibilidade de ter equipes de segunda intervenção. Dessa forma, é adicionado 2 pontos para ambos os locais (Quadro 23).

h) Planos de emergência

Ainda conforme informações passadas pela diretoria da escola, havia um plano de emergência, em que as mesmas equipes de intervenção foram treinadas em situação de emergência. No entanto, não se obteve certificado desse plano, nem foi constatada a presença de vigia. Nesse caso, são somados 2 pontos, tanto para o prédio principal quanto para o ginásio (Quadro 24).

Com isso, conclui-se a análise dos fatores de redução e de proteção da escola em estudo, além da pontuação considerada para cada parâmetro. A Tabela 2 apresenta um resumo dos pontos quantificados e a soma das pontuações.

Tabela 2 – Resumo da pontuação dos fatores de redução e proteção da Escola A

Fator analisado	Pontuação considerada	
	Prédio	Ginásio
Detecção automática	2	2
Sprinklers automáticos	0	0
Extintores portáteis	1	1
Hidrante de parede	0	0
Hidrante externo	0	0
Equipes de intervenção contra incêndio	2	2
Planos de emergência	2	2
Total	7	7

Fonte: Autor (2022).

5 RESULTADOS

Neste capítulo será realizado o cálculo do risco de incêndio e discutida a análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia., analisando os parâmetros construtivos que levaram ao valor obtido.

5.1 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO

Para se calcular o risco de incêndio na escola analisada, deve-se utilizar o somatório dos fatores apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2, e, então, inserir estes valores na equação (3.1).

Portanto, o risco de incêndio para o prédio principal e para o ginásio será:

$$R_{prédio} = \left(\frac{5}{129} * 61 \right) + \left(\frac{5}{30} * 7 \right) = 3,53$$

$$R_{ginásio} = \left(\frac{5}{129} * 113 \right) + \left(\frac{5}{30} * 7 \right) = 5,55$$

De acordo com o Método MESERI, o prédio principal, que possui R entre 3 e 5, é classificado como “RISCO RUIM”. Em contrapartida, o ginásio é considerado como “RISCO BOM”, por ter resultado entre 5 e 8.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme a aplicação, pode-se garantir que o ginásio apresenta menos riscos de incêndio que o prédio principal, e isso se deve ao local apresentar atividades mais simples e o tipo de armazenamento do local (quase inexistente). Mas é necessário analisar outros fatores que culminaram em resultados tão baixos, para edificações que não apresentam grandes riscos.

É perceptível que o prédio principal, que apresentou resultado no valor de 3,53, está mais propício à classificação “RISCO MUITO RUIM” (abaixo de 3) do que a classificação “RISCO BOM” (acima de 5). Notou-se que o local apresentou muitos fatores que aumentam as chances de um incêndio e agravam ele, além de ter poucos parâmetros que impeçam o sinistro e protejam a edificação.

Além do local contar com uma acessibilidade mediana, contendo pontos negativos para acesso dos bombeiros e saída de emergência, há a presença de tetos falsos e combustíveis em algumas dependências. Os materiais contidos em seu interior, além da disposição e armazenamento deles acabaram afetando a resultante. Inclusive, os objetos do ambiente escolar se degradam em sua grande maioria, pelos parâmetros de destruição analisados, o que também refletiu na pontuação. Isso tudo somado ao fato de não conter compartimentação, que torna a escola um local pouco seguro, pois acaba facilitando a propagação vertical e horizontal do fogo.

Por mais que a ocupação seja de uso escolar, analisou-se todo e qualquer risco que os locais poderiam apresentar, mas notou-se que as principais dependências com focos de perigo eram a sala de informática, cozinha e biblioteca, locais de grande influência no resultado.

Apesar do ginásio apresentar um valor superior e ser considerado um risco bom, também tem pontos que influenciaram negativamente no cálculo do risco de incêndio. Nos fatores geradores, o maior *déficit* do ambiente é que ele não possui compartimentação, além de também contar com uma média acessibilidade ao local. Mesmo não sendo utilizado corriqueiramente, o ambiente não está totalmente seguro em situação de incêndio.

Mas o ponto que mais chama atenção nas pontuações mostradas nas tabelas, são dos fatores de redução e proteção de incêndio, tanto para o prédio principal quanto para o ginásio. Os locais apresentaram a mesma pontuação e a falta dos parâmetros foi consequência para que ambos tivessem um valor baixo, além da falta de vigilância humana, que daria mais credibilidade e segurança às edificações. Melhorias nesses quesitos aumentariam o valor do risco de incêndio.

É possível comparar os resultados, com a aplicação realizada por Sanchez e Alvarado-Aguilar (2018), onde os autores realizaram o Método MESERI em uma instituição de ensino superior, em que assim como no presente trabalho, o local de aplicação era voltado à educação. Segundo os autores, a instituição foi classificada como “RISCO RUIM” e a característica semelhante entre as duas avaliações é que em ambos os locais necessitam da instalação de mais materiais de prevenção e proteção contra incêndio.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo dispôs a análise de risco de incêndio em uma escola pública municipal da cidade de Lajeado/RS, através da aplicação do método MESERI. Por meio da observação das instalações dos locais e da utilização de tabelas e equações matemáticas, por valores estabelecidos através de estudos, que o método garantiu o mapeamento do prédio da escola e o ginásio, dando destaque aos pontos positivos e negativos, relacionados à parte construtiva e à segurança contra o sinistro. Além disso, foi possível calcular o risco de incêndio para cada local.

A partir da análise de resultados e dos objetivos estabelecidos, é possível tirar algumas conclusões acerca do presente trabalho. Ao realizar o estudo *in loco* na escola, percebeu-se certa dificuldade na obtenção de dados e materiais, visto que a escola não possuía as plantas atualizadas com o que há construído nos dias de hoje. Com isso, foi solicitado à Secretaria do Planejamento, que disponibilizou alguns arquivos e que também não estavam totalmente atualizados, porém conseguiu-se extrair os dados necessários para o método.

Foi possível com a avaliação do prédio principal e do ginásio se obter as características voltadas à segurança contra incêndio e parâmetros que aumentavam o risco. O local voltado às salas sociais foi considerado um “RISCO RUIM” enquanto o ambiente voltado para as atividades físicas foi classificado como “RISCO BOM” e um ponto forte de apresentar essa classificação foi de que ambos os edifícios poderiam apresentar um valor mais alto, caso medidas de proteção e prevenção contra incêndio fossem mais aplicadas.

Para aumentar o valor das resultantes, as medidas de segurança que poderiam ser instaladas seriam os chuveiros automáticos (*sprinklers*), além da colocação de hidrante de parede no interior do local e o hidrante externo, instalado na rua. A presença de vigia não é tão usual para locais do tipo educacional, mas também é uma alternativa para que cresça o nível da segurança contra incêndio. Além disso, medidas que impedissem a propagação vertical e horizontal do fogo, como portas-corta fogo, marquises e abas. Ademais, a instalação de sistema de alarmes e sinalização de emergência diminuiria os riscos, que apesar de serem fatores que não são analisados no Método MESERI, são de suma importância na segurança contra incêndio.

Em relação à ponderação dos fatores, alguns deles houve certa dificuldade para se classificar, como por exemplo, a concentração de valores, que não foi possível se ter ideia de todo o valor de patrimônio que a escola possuía. Dessa forma, como não se obteve essa quantificação, se pensou num levantamento de maneira mais acessível e considerando uma situação desfavorável. Outro fator que foi necessário encontrar outro meio de se considerar foi

a carga de incêndio, onde foi encontrado semelhanças em outros métodos para que se pudesse ter um levantamento aproximado.

Por apresentar algumas conformidades com outras metodologias, seria interessante ao se aplicar uma análise de risco de incêndio, realizar o estudo através de outras metodologias juntas, comparar os pontos levantados e resultados, dando um maior conhecimento do local. Por esses motivos, a aplicação é interessante para futuros trabalhos.

No que diz respeito ao estudo dos parâmetros, o método mostrou ter algumas divergências em relação à conceitos, como por exemplo, as compartimentações vertical e horizontal estariam mais adequadas em fatores de proteção, apesar da não existência delas agravarem o incêndio.

Mas apesar disso, pode-se concluir que o Método MESERI é adequado para a avaliação num ambiente escolar, pois através da aplicação da metodologia, foi possível verificar os pontos que defalcam a escola e os fatores que ajudam em situações de emergência, podendo-se mensurar o grau do risco de incêndio que o local possui, atendendo ao objetivo geral e aos objetivos específicos.

Para futuros trabalhos, seria interessante educar a população que habita o local na questão de segurança contra incêndio, visto que a cultura ainda possui muitos *déficits* que espelharam no resultado obtido, além da indicação de medidas que aumentariam a resultante e apresentar a mudança que as mesmas culminaram, pois auxiliaria no embasamento técnico da metodologia e aumentaria a segurança contra incêndio do local estudado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14276**: Brigada de incêndio – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **NBR 5667-1**: Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil. Parte 1: Hidrantes de coluna. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR 10897**: Proteção contra incêndio por chuveiro automática. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

_____. **NBR 10898**: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

_____. **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

_____. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR 15219**: Plano de emergência contra incêndio – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

_____. **NBR 16820**: Sinalização de emergência – Parte 1. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASTETE, J. E.; CÁRCAMO, R. O. Estudio comparativo de evaluación de riesgo de incendio aplicado a un edificio habitacional. **ORP journal**, v. 3, p. 4–27, jun. 2015.

BRETANO, T. **Segurança Contra Incêndio nas Edificações**. Comissão Especial de Revisão e Atualização da Legislação de Segurança Contra Incêndio no RS - 1º Audiência Pública.

Porto Alegre, 25 de fev 2013. Disponível em:

<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/ComEspContraIncendio/1%C2%AA%20AP_%202013.pdf> Acesso em: 06 de jun. 2022.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Segurança Pública. **Resolução Técnica nº. 02/2014 – Terminologia aplicada a segurança contra incêndio**. Rio Grande do Sul, 2014.

CORRÊA, C. et al. **Mapeamento de Incêndios em Edificações: Um Estudo de Caso na Cidade do Recife**. Revista de Engenharia Civil IMED, v. 2, n. 3, p. 15–34, 31 dez. 2015.

COSTA, L. E. M. **Propuesta de mejora del sistema contra incendios aplicando el método Meseri en las galerías parque Duhamel-Arequipa 2019**. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2020.

FAVARIN, E. DE V. **Avaliação do risco de incêndio de edificações em conformidade com a legislação de prevenção e proteção contra incêndio do estado do Rio Grande do Sul através do método de Gretener: um estudo em uma IES**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

FERREIRA, L. H. **Análise de risco de incêndio em edificações históricas. Estudo de caso do conjunto de edificações da igreja São Pedro dos Clérigos, em Mariana-MG**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

Federación Iberoamericana de Asociaciones de Víctimas contra la Violencia Via. **Guia iberoamericano de atendimento total a vítimas de acidentes de trânsito**. Bogotá: CAF; FICVI; Fundación MAPFRE, 2016.

GERLACK, M. DE O. **Análise de risco de incêndio: estudo aplicado a escolas de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

GOUVEIA, A. M. C. **Análise de risco de incêndio em sítios históricos**. Cadernos Técnicos 5. - Brasília: IPHAN / MONUMENTA, 2006.

LLAMOCA, D. M. C.; RODRIGUEZ, D. F. C. **Propuesta de mejora del sistema contra incendios aplicando el Método Messeri, en el área de recursos hídricos (módulos administrativos) de Autodema - Arequipa 2019**. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

LUCENA, R. B. **Aplicação comparativa de métodos de mapeamento de riscos de incêndios nos centros urbanos das cidades de Coimbra e Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

LUCENA, R.B.; OLIVEIRA, B.M.; GIAZZON, E.M.; PASSUELLO, A.; PAULETTI, C.; SILVA FILHO, L.C.P. **Análise do perigo do incêndio: um estudo de caso na Comunidade de Amprim - Manguinhos/Rio de Janeiro**. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. V.1, 2013, p.50-61, 2013.

MAPFRE, E. **Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI**. Gerencia de riesgos, p. 17–29, 1998.

MENDES, C. M. R. A. **Percepção de risco de incêndio em escolas municipais de Campo Magro/PR**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

OBESO, J. P. **Evaluación del riesgo de incendio: método simplificado**. Gerencia de riesgos. Madrid, 1985.

OLIVEIRA, T. Z. DE. **Do domínio do fogo à ciência química: um estudo sobre os mistérios da matéria na história da humanidade**. 2015.

ONO, R. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97-113, 25 jan. 2007.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público; altera as Leis nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, e 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil; e dá outras providências. **Secretaria-Geral, Sub-chefia para Assuntos Jurídicos**, 2017. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113425.htm>. Acesso em: 02 de jun. de 2022.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 06/2019 – Acesso de viatura na edificação e áreas de risco**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 08/2019 – Segurança estrutural contra incêndio**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 09/2019 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 10/2019 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 15/2019 – Controle de fumaça. Parte 1 – Regras gerais.** São Paulo, 2019.

_____. Secretaria da Segurança Pública. **Corpo de Bombeiros: Instrução Técnica nº. 17/2019 – Brigada de incêndio.** São Paulo, 2019.

PIRES, A. L. **Avaliação de risco de incêndio: método de Gretener aplicado ao Centro de Tecnologia (UFSM).** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

RAUL, L. Y. E. **Evaluación del riesgo de incendio, aplicando el método Meseri en las instalaciones de la empresa “Elio SAC”.** Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2018.

RENATO, V. B. A. **Evaluación de riesgos de incendio en la empresa Gestores Ambientales S.A mediante el método MESERI.** Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013. Estabelece normas de Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Assembleia Legislativa [do] Estado do Rio Grande do Sul, Gabinete de Consultoria Legislativa,** 2016. Disponível em <<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lec%20n%C2%BA%2014.376.pdf>>. Acesso em: 13 de mai. de 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 14.924, de 22 de setembro de 2016. Altera a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, que estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Assembleia Legislativa [do] Estado do Rio Grande do Sul, Gabinete de Consultoria Legislativa,** 2016. Disponível em <<https://leisestaduais.com.br/rs/lei-complementar-n-14924-2016-rio-grande-do-sul-altera-a-lei-complementar-n-14376-de-26-de-dezembro-de-2013-que-estabelece-normas-sobre-seguranca-prevencao-e-protecao-contraincendios-nas-edificacoes-e-areas-de-risco-de->

incendio-no-estado-do-rio-grande-do-sul-e-da-outras-providencias<. Acesso em: 25 de mai. de 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 53.280, de 1º de novembro de 2016. Altera o Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014, que regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Rio Grande do Sul. **Assembleia Legislativa [do] Estado do Rio Grande do Sul, Gabinete de Consultoria Legislativa**, 2016. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/dec%2053.280retificado.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. de 2022.

RODRIGUES, A. S. F. **Risco de incêndio em centros históricos: índice de risco**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2010.

SANCHEZ, F. V.; ALVARADO-AGUILAR, C. Plan de emergencia en caso de incendio para una institución. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2018.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. Projeto Editora. São Paulo, 496p, 2008.

SILVA, V. P. E; COELHO FILHO, H. DA S. **Índice de segurança contra incêndio para edificações**. Ambiente Construído ed. Porto Alegre: v. 7, n. 4. 2007.

SILVA, V. P. E. **Segurança contra incêndio em edifícios: considerações finais para o projeto de arquitetura**. São Paulo: Blücher, 2014.

SILVA FILHO, V. DOS S. **Avaliação de risco de incêndio: aplicação comparativa entre os métodos Gretener e Frame em um galpão industrial**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

SILVERO, M. A. DE; AGUILERA, P. S. Evaluación de riesgo de incendio en hoteles de San Bernardino, Paraguay. **Población y Desarrollo**, v. 26, n. 51, p. 26–36, 30 dez. 2020.

SOUZA, D. T. **A nova legislação de prevenção e combate a incêndio em Porto Alegre: uma análise crítica**. Porto Alegre: Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2014.

TORRES, S.; ARCELO, A. A.; CARVALHO, M. A. A. DE. **Identidade e reconhecimento: uma visão antropológica sobre a conservação da natureza**. Faculdade Arquidiocesava de Curvelo, 2020.

VALENTIM, T. M. A. **Avaliação do risco de incêndio no núcleo urbano de Aljustrel**. Tomar: Instituto Politécnico de Tomar, 2014.

VENEZIA, A. P. P. G. **Avaliação de risco de incêndio para edificações hospitalares de grande porte - uma proposta de método qualitativo para análise de projeto**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.