

DANIEL LEONE FONSECA

ANÁLISE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DE UMA ESCOLA  
EM SÃO VICENTE

São Paulo  
2021

DANIEL LEONE FONSECA

Versão Original

ANÁLISE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DE UMA ESCOLA  
EM SÃO VICENTE

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo  
2021

## AGRADECIMENTOS

À orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Stellin, por sua paciência e competência em coordenar todo este processo de análise, desde seu estado embrionário à sua síntese.

Aos Professores do curso de especialização, por todo seu empenho em criar situações que favoreçam o crescimento de seus alunos como profissionais competentes na área de saúde e segurança do trabalho.

À minha parceira Alessandra Aquino, por me auxiliar em diversos momentos acadêmicos e pessoais.

Aos meus pais que sempre me apoiaram e me incentivaram a ser o meu melhor, pois sem este suporte todos os meus passos seriam mais lentos.

A gente só encanta quando se encanta. Se eu não estiver encantado com o meu objeto de conhecimento, eu não posso encantar o outro.

(Mario Sergio Cortella)

## RESUMO

FONSECA, Daniel Leone. **Análise do sistema de proteção contra incêndio de uma escola em São Vicente.** 2021. 81f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Educação Continuada. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.

Com o passar dos anos, o homem aprendeu não somente a dominar o fogo, mas a controlar seu alto potencial. Com o intuito de minimizar os danos materiais e o risco à saúde de quem o presenciava, foram criados centenas de mecanismos de prevenção e proteção. Desta forma, o presente trabalho objetivou-se em analisar o sistema de proteção contra incêndio em uma edificação do tipo escolar, que se situa na cidade de São Vicente, SP. A análise se faz necessária diante da importância de se obter segurança em uma construção que acomoda crianças de pré-escola a ensino médio. Para que fosse realizada esta análise, foram feitas entrevistas com os funcionários do colégio e vistorias a todos os equipamentos que auxiliam no combate e/ou evacuação de um incêndio. Durante este processo, averiguou-se que a edificação possui a maior parte dos equipamentos necessários em bom estado de conservação e manutenção em dia, porém, notou-se um despreparo por conta dos funcionários para atuar diante de uma emergência, devendo ser realizado um novo treinamento da brigada. Toda a análise baseou-se no Decreto Estadual N°63.911 de 2018 e nas Instruções e Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** Incêndio. Proteção contra incêndio. Escola. Prevenção. Segurança do trabalho.

## ABSTRACT

FONSECA, Daniel Leone. **Appraisal of Fire Safety Systems of a School in São Vicente.** 2021. 81f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Educação Continuada. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.

Over the years, man has learned not only to master fire, but to control its high potential. In order to minimize material damage and risk to the health of those who witnessed it, hundreds of prevention and protection mechanisms were created. So, this study aimed to analyze the fire protection system in a school-type building, which is located in the city of São Vicente, SP. The analysis is necessary in view of the importance of obtaining security in a construction that accommodates children from preschool to high school. In order for this analysis to be carried out, interviews were made with the school officials and an inspection of all equipment to assist in fighting and / or evacuating a fire. During this process, it was found that the building has most of the necessary equipment in good condition and up-to-date, however, there was a lack of preparation on behalf of employees to act in the face of an emergency, and a new one must be carried out a brigade training. The entire analysis was based on State Decree No. 63,911 of 2018 and the Technical Instructions and Standards of the Fire Department of the State of São Paulo

**Keywords:** Fire. Fire protection. School. Prevention. Health and safety workplace.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tetraedro do fogo .....	15
Figura 2 - Incêndio por condução .....	17
Figura 3 - Incêndio por convecção .....	17
Figura 4 - Incêndio por irradiação.....	18
Figura 5 - Isolamento por afastamento.....	21
Figura 6 - Isolamento por parede corta-fogo .....	22
Figura 7 - Exemplo de modelo de porta corta-fogo .....	22
Figura 8 - Dimensões mínimas de acesso à edificação .....	23
Figura 9 - Tempos requeridos de resistência ao fogo.....	25
Figura 10 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência .....	27
Figura 11 - Segmentação das escadas no piso da descarga.....	29
Figura 12 - Sinalização de emergência para proibição .....	30
Figura 13 - Sinalização de emergência para alerta .....	30
Figura 14 - Sinalização de emergência para orientação e salvamento .....	31
Figura 15 - Sinalização de emergência para equipamentos (Adaptado).....	31
Figura 16 - Sinalização complementar de indicação da rota de fuga .....	32
Figura 17 - Sinalização complementar de indicação de obstáculos .....	32
Figura 18 - Sinalização complementar nas saídas de emergência .....	32
Figura 19 - Seleção do agente extintor segundo a classe de fogo.....	35
Figura 20 - Extintor sobre rodas e extintor portátil.....	36
Figura 21 - Distância máxima de caminhamento .....	38
Figura 22 - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação .....	38
Figura 23 - Classificação das edificações quanto à carga de incêndio .....	38
Figura 24 - Exemplo de sistema de mangotinho .....	40

Figura 25 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos .....	41
Figura 26 - Exemplo de acionadores manuais .....	44
Figura 27 - Exemplo de detectores automáticos de incêndio .....	45
Figura 28 - Valor em dB para ambientes escolares.....	46
Figura 29 - Exemplo de iluminação de emergência por aclaramento .....	47
Figura 30 - Exemplo de iluminação de emergência por balizamento .....	48
Figura 31 - Classificação das edificações e áreas de risco por ocupação .....	54
Figura 32 - Classificação das edificações e áreas de risco por altura.....	54
Figura 33 - Exigências mínimas para edificações existentes .....	55
Figura 34 - Trena laser .....	57
Figura 35 - Dados da edificação.....	58
Figura 36 - Mapa de localização da edificação. ....	59
Figura 37 - Áreas do terreno por metro quadrado do pavimento térreo .....	59
Figura 38 - Áreas do terreno por metro quadrado do pavimento superior.....	59
Figura 39 - Extintores presentes na instituição.....	61
Figura 40 - Data de manutenção dos extintores.....	61
Figura 41 - Carga dos extintores .....	61
Figura 42 - Extintor irregular.....	62
Figura 43 - Iluminação de emergência sobre saídas.....	63
Figura 44 - Iluminação de emergência sobre escadas.....	63
Figura 45 - Acionador manual de emergência.....	63
Figura 46 - Central de Alarme .....	64
Figura 47 - Sinalização de Orientação e Salvamento .....	64
Figura 48 - Sinalização de equipamentos de combate a incêndio .....	65
Figura 49 - Sinalização de Alerta.....	65
Figura 50 - Materiais de Acabamento e Revestimento.....	66
Figura 51 - Classificação dos materiais de revestimento de piso.....	66

Figura 52 - Classificação dos materiais exceto revestimentos de piso .....	66
Figura 53 - Tempos requeridos de resistência ao fogo.....	67
Figura 54 - Portão automático .....	67
Figura 55 - Portão garagem .....	67
Figura 56 - Acesso Bloco 4.....	68
Figura 57 - Portão dos fundos.....	68
Figura 58 - Largura dos acessos e unidade de passagem.....	69
Figura 59 - Escadaria do bloco 1.....	69
Figura 60 - Escadaria do bloco 2.....	69
Figura 61 - Largura das escadas e unidade de passagem .....	70
Figura 62 - Distância máxima percorrida até uma saída de emergência. ....	71
Figura 63 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 1.....	72
Figura 64 - Hidrante do pavimento superior Bloco 1 .....	72
Figura 65 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 3.....	73
Figura 66 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 2.....	73
Figura 67 - Hidrante do pavimento superior Bloco 2 .....	74
Figura 68 - Bomba de incêndio .....	74
Figura 69 - Reservatório de água e bomba .....	75
Figura 70 - Demonstrativo dos hidrantes .....	75
Figura 71 - Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento, níveis de treinamento e da instalação .....	75
Figura 72 - Módulo e carga horária mínima por nível do treinamento .....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AVCB</b>	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
<b>CBPMESP</b>	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
<b>CI</b>	Carga de Incêndio
<b>CLCB</b>	Certificado de licenciamento do Corpo de Bombeiros
<b>CMAR</b>	Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento
<b>GLP</b>	Gás Liquefeito de Petróleo
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
<b>IT</b>	Instrução Técnica
<b>LGE</b>	Líquido Gerador de Espuma
<b>MJ/m<sup>2</sup></b>	MegaJoules por Metro Quadrado
<b>MTE</b>	Ministério do Trabalho e Emprego
<b>NBR</b>	Norma Brasileira Regulamentadora
<b>NFPA</b>	National Fire Alarm and Signaling Code
<b>NT</b>	Norma Técnica
<b>SP</b>	São Paulo
<b>TRRF</b>	Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo
<b>UP</b>	Unidade de Passagem
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	O FOGO .....	15
2.1.1	<b>Definição .....</b>	<b>15</b>
2.1.2	<b>Classes de fogo .....</b>	<b>16</b>
2.1.3	<b>Mecanismos de transmissão do fogo.....</b>	<b>16</b>
2.2	INCÊNDIO .....	18
2.2.1	<b>Definição .....</b>	<b>18</b>
2.2.2	<b>Mecanismos de extinção do fogo .....</b>	<b>19</b>
2.3	MEDIDAS CONTRA INCÊNDIO.....	19
2.3.1	<b>Medidas de proteção passiva.....</b>	<b>20</b>
2.3.1.1	Separação entre as edificações .....	20
2.3.1.2	Compartimentação .....	21
2.3.1.3	Acesso de viatura na edificação e áreas de risco.....	23
2.3.1.4	Resistência ao fogo dos elementos de construção .....	24
2.3.1.5	Controle de materiais de acabamento e revestimento .....	25
2.3.1.6	Saídas de emergência.....	26
2.3.1.7	Sinalização de emergência .....	29
2.3.2	<b>Medidas de proteção ativa.....</b>	<b>33</b>
2.3.2.1	Extintores de incêndio .....	33
2.3.2.1.1	<i>Classificação dos extintores .....</i>	34
2.3.2.1.2	<i>Localização e recomendações de segurança .....</i>	36
2.3.2.1.3	<i>Sistema de inspeção .....</i>	38
2.3.2.2	Hidrantes e mangotinhos.....	39
2.3.2.2.1	<i>Componentes .....</i>	40
2.3.2.2.2	<i>Localização .....</i>	41
2.3.2.2.3	<i>Reservatório de hidrantes e mangotinhos .....</i>	42
2.3.2.2.4	<i>Sistema de inspeção .....</i>	42
2.3.2.3	Sistema de detecção e alarme de incêndio.....	43
2.3.2.3.1	<i>Sistema manual.....</i>	43
2.3.2.3.2	<i>Sistema automático .....</i>	44

2.3.2.3.3	<i>Tipos de sistemas de alarme contra incêndio .....</i>	45
2.3.2.3.4	<i>Dispositivo de saída .....</i>	46
2.3.2.4	<i>Iluminação de emergência .....</i>	46
2.4	<b>NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....</b>	48
2.4.1	<b>Normas técnicas.....</b>	48
2.4.2	<b>Leis federais.....</b>	53
2.4.3	<b>Regulamentações estaduais .....</b>	53
2.4.3.1	<i>Classificação das edificações.....</i>	54
2.4.4	<b>Instruções técnicas do CBPMESP .....</b>	55
2.4.5	<b>Lei complementar no 1.257/2015.....</b>	56
3	<b>MATERIAIS E METODOS.....</b>	57
3.1	<b>MATERIAL .....</b>	57
3.2	<b>INSTITUIÇÃO OBJETO DA ANÁLISE .....</b>	58
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	60
4.1	<b>CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....</b>	60
4.1.1	<b>Ocupação .....</b>	60
4.1.2	<b>Altura .....</b>	60
4.1.3	<b>Relação de área construída e altura .....</b>	60
4.1.4	<b>Carga de incêndio .....</b>	60
4.2	<b>INFORMAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE SEGURANÇA .....</b>	61
4.2.1	<b>Extintores .....</b>	61
4.2.2	<b>Iluminação de Emergência .....</b>	62
4.2.3	<b>Alarme e central.....</b>	63
4.2.4	<b>Sinalização de emergência.....</b>	64
4.2.5	<b>Acesso de viaturas .....</b>	65
4.2.6	<b>Materiais de Acabamento e Revestimento .....</b>	65
4.2.7	<b>Segurança estrutural na edificação .....</b>	67
4.2.8	<b>Saídas de emergência.....</b>	67
4.2.9	<b>Sistema de hidrantes .....</b>	71
4.2.10	<b>Brigada de incêndio .....</b>	75
5	<b>CONCLUSÃO .....</b>	78
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	79
	<b>ANEXO A .....</b>	83

## 1 INTRODUÇÃO

O fogo sempre foi objeto de fascínio para o homem. Seu descobrimento data de um período quase tão antigo quanto a idade do Homo Sapiens, de forma que nossa evolução como ser humano foi acompanhada pela evolução de nosso conhecimento sobre o fogo (USP, 2019a).

A partir do momento em que o homem pré-histórico conquistou o domínio sobre este elemento, pudemos desfrutar dos benefícios que o fogo trás, tais como a cocção de alimentos, proteção, fabricação de ferramentas, iluminação, aquecimento, dentre outros (USP, 2019a).

Mas assim como o domínio sobre o fogo trouxe-nos inúmeros benefícios, quando não está sob nosso controle pode acarretar em danos severos a pessoas e edificações. Esta falta de controle sob o fogo, caracterizada por incêndio, foi objeto de atenção durante muitos anos da vida humana e, desta maneira, foram estabelecidas normas e técnicas para que possamos impedir um incêndio de ocorrer ou diminuir os danos provocados por um (BAUMEL, 2013).

Em casos de incêndio, as pessoas tendem a se descontrolar e perder o senso da razão em meio a um caos que se forma no ambiente, o que dificulta a evacuação do local ou o combate ao incêndio. Quando ocorrido em instituições escolares, a evacuação poderá ser agravada pela idade do público local que, em sua maior parte, trata-se de crianças e adolescentes, por suas limitações físicas e preparo para situações de emergência (PINTO, 2001).

Desta forma, a proteção e prevenção de incêndio se faz primordial para o bem-estar físico das pessoas e para preservação dos bens materiais e estruturais da edificação (SÃO PAULO, 2018a).

No Brasil, na década de 70, houveram dois grandes incêndios que chocaram a nação. Os edifícios Joelma e Andraus, localizados da cidade de São Paulo, foram incendiados e resultaram em 320 e 336 feridos respectivamente, com quase 180 mortos entre os dois (SEITO et al., 2008). Com este holocausto, as políticas de combate e prevenção contra incêndio foram intensificadas, mas ainda assim, quase 40 anos depois destas tragédias, houve outro incêndio de grande proporção em uma

boate da cidade de Santa Maria chamada Kiss.

A boate Kiss foi palco de um incêndio que matou mais de 200 pessoas e feriu mais de 600. Com o intuito de que cenários como o desta boate não voltassem a ocorrer, estabeleceu-se uma intensificação às normas de combate a incêndio, com a então nova lei batizada de Lei Kiss, em homenagem às vítimas deste incêndio.

Com o esforço da União, estados e municípios, as leis e regulamentações brasileiras estão constantemente se aprimorando, com o objetivo de resguardar vidas e bens materiais. No caso do estado de São Paulo, as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros (IT's) trabalham juntamente com as Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR's) para instaurar todas as medidas possíveis de combate e prevenção contra incêndio.

## 1.1 OBJETIVO

Analizar o sistema de prevenção e proteção contra incêndio em uma escola particular da cidade de São Vicente.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema deste estudo, foi devido ao envolvimento profissional e pessoal do autor desta monografia para com a instituição analisada. Como ex-aluno e profissional atuante da instituição, o autor analisa o sistema de combate a incêndio implantado pelo corpo de bombeiros de forma a avaliar se as medidas de prevenção e proteção estão a par do público que frequenta a instituição.

Menores de idade possuem mobilidade, força física e capacidade de tomada de decisão em ambientes de emergência reduzidas, tudo isso interfere em uma situação de abandono a uma edificação estudantil (VALENTIN, 2008).

Por esta razão, torna-se para o autor de demasiada importância que a instituição de ensino esteja assegurada com as medidas previstas em leis e seguindo todas as recomendações estabelecidas pelas normas estaduais e municipais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

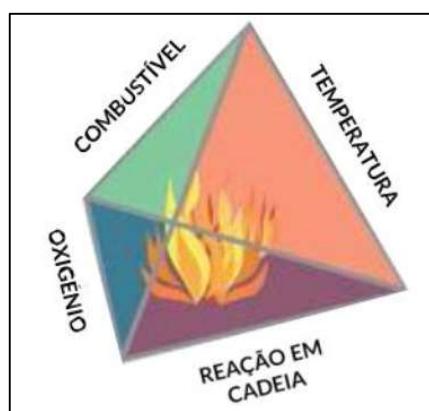
### 2.1 O FOGO

#### 2.1.1 Definição

É notável que, apesar dos constantes avanços da ciência do fogo, ainda não possuímos um consenso mundialmente aceito sobre a definição do fogo. Portanto adotaremos o conceito estabelecido internacionalmente pela ISO 8421 - 1 que diz que o fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos.

A representação gráfica do fogo, de acordo com São Paulo (2018b), é conhecida como Tetraedro do Fogo e demonstra as maneiras de extinção de um incêndio utilizando da remoção do calor, do combustível, do comburente ou da reação em cadeia. Os quatro elementos, demonstrados na Figura 1, que constituem o tetraedro devem estar em condições ideais e coexistirem para que o fogo se mantenha.

Figura 1 - Tetraedro do fogo



Fonte: BC Systems Fire (2017)

Diversos fatores interferem na formação e permanência do fogo em um material considerado combustível. Podemos citar como exemplos o estado do material em chamas como gases (Acetileno, amoníaco, hidrogénio, etc.), sólidos (tecido, madeira, plástico, etc.) ou mesmo líquidos (acetileno, gasolina, benzeno, etc.). Além do material proveniente da queima, levamos também em consideração a massa e/ou superfície específica, a quantidade de oxigênio disponível no ambiente e a umidade presente nos materiais ou ar (SEITO et al., 2008).

### 2.1.2 Classes de fogo

De acordo com São Paulo (2018b), define-se a classe pertencente ao fogo de acordo com o tipo de combustível utilizado e suas características individuais de queima. Características como a criação de resíduos pós queima também são levadas em conta para a classificação do fogo.

Existem quatro classes definidas como principais do fogo, são elas:

- Classe A: Presente em materiais considerados combustíveis sólidos tais como madeira, tecidos, papéis ou borracha. De acordo com a NBR 13.860, estes materiais queimam em superfície e profundidade, e costumam deixar resíduos após a combustão.
- Classe B: Este tipo de fogo se inicia em materiais líquidos e gases inflamáveis ou mesmo em combustíveis sólidos que se liquefazem ao entrar em contato com calor, tais como GLP, metano ou gasolina. Esta classe queima apenas em superfícies.
- Classe C: Nesta classe, o fogo ocorre em equipamentos e instalações elétricas energizadas. Normalmente as causas desta classe de fogo são curtos circuitos e superaquecimento de fios sobrecarregados.
- Classe D: Fogo em metais e materiais pirofóricos, tais como magnésio, alumínio, sódio zircônio e lítio.

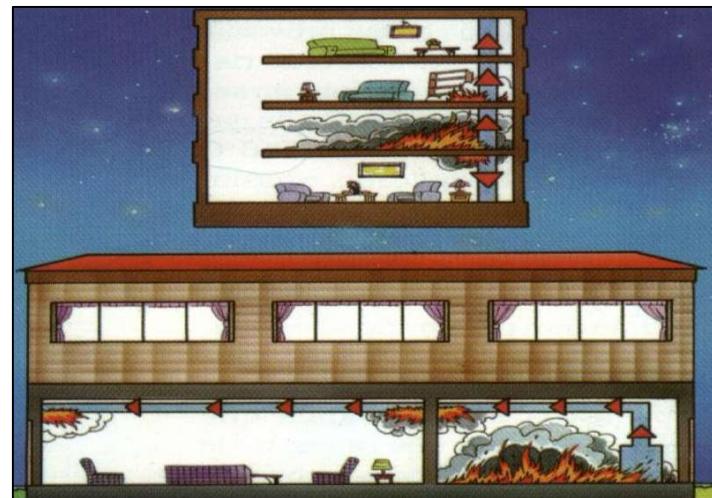
### 2.1.3 Mecanismos de transmissão do fogo

De acordo com Sarkis (2013), a propagação térmica é o estudo do fluxo de energia através dos corpos que se dá em função do tempo. A transição de energia ocorre quando uma massa mais quente transmite energia térmica para uma massa mais fria. Este estudo é chamado de calorimetria, havendo três modos de propagação. Podem ser por condução, convecção e irradiação.

A transmissão de calor por condução, assim como demonstrado na Figura 2,

se dá quando um material se aquece agitando as moléculas que estão mais perto da fonte de calor. Estas, por sua vez, transmitem o calor ao se chocarem com as demais moléculas do material, até que todo o material esteja igualmente aquecido (USP, 2019a).

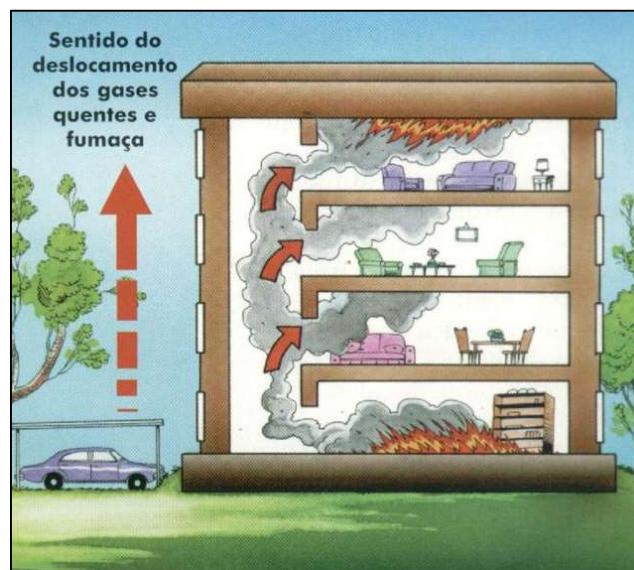
Figura 2 - Incêndio por condução



Fonte: Baumel (2016)

Na convecção, o calor gera uma alteração na densidade de um determinado fluido. Desta forma, a diferença calorífica entre o fluido quente com o fluido frio gera uma movimentação entre eles, de forma que o mais quente permaneça acima do mais frio (USP, 2019a). A Figura 3 demonstra como os gases quentes se comportam em uma situação de incêndio.

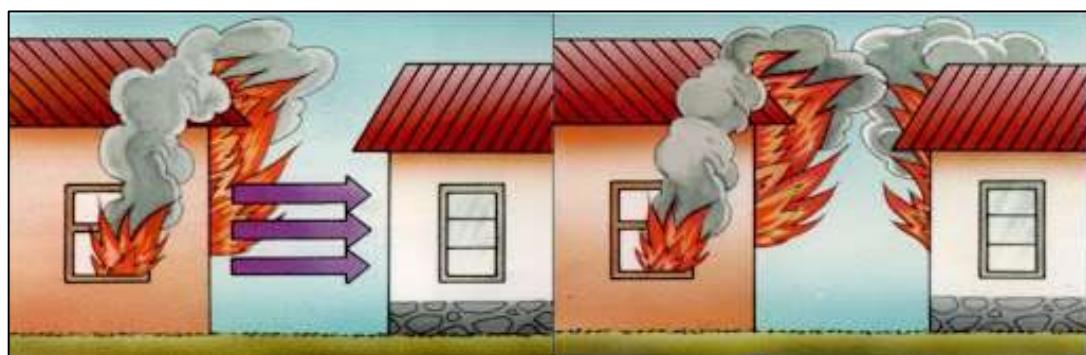
Figura 3 - Incêndio por convecção



Fonte: Baumel (2016)

Já na transmissão por irradiação, o calor é transferido por ondas eletromagnéticas entre os materiais. Ondas eletromagnéticas podem propagar-se independentemente do meio em que estão inseridas, portanto não se faz necessário que os materiais estejam em contato direto, basta que haja proximidade o suficiente. Desta forma, o material que possui maior temperatura irá irradiar mais que o que possui menor temperatura (USP, 2019a). A Figura 4 demonstra como este processo pode originar um incêndio.

Figura 4 - Incêndio por irradiação



Fonte: Baumel (2016)

É primordial o estudo sobre propagação de calor, pois este permite que encontremos formas de inibir o início de um incêndio. Desta maneira, é possível analisar mecanismos de prevenção da propagação de incêndio, determinando as medidas corretas de proteção para cada tipo de transmissão existente.

## 2.2 INCÊNDIO

### 2.2.1 Definição

A definição de incêndio é o fogo que se inicia sem controle, e que consequentemente gera danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio. Portanto, um incêndio não é mensurado através do tamanho das chamas, e sim por uma propagação rápida e descontrolada em um determinado espaço por tempo (SEITO et al., 2008).

### 2.2.2 Mecanismos de extinção do fogo

Para que se tenha fogo, é necessário que existam condições que favoreçam a ignição e propagação do mesmo, assim como visto no quadrilátero do fogo. Para que haja a extinção, faz-se necessário utilizar de mecanismos que inibam algum dos quatro componentes existentes do quadrilátero (USP, 2019a). São elas:

- Abafamento – Este é um dos métodos mais difíceis de ser aplicado, uma vez que necessita de utensílios específicos ou de um sistema próprio para que seja eficaz. Ele ocorre ao se retirar o comburente da reação em cadeia, que em sua maioria de casos acontece pela retirada de oxigênio (SÃO PAULO, 2011a). Pode-se citar como exemplo de técnicas de abafamento, a utilização de panos úmidos, cobertores isolantes, espumação química, espumação mecânica, gases inertes e etc.
- Resfriamento – É o método mais comumente utilizado para controle de incêndios. Utiliza do processo de absorção de calor para controle do fogo (SÃO PAULO, 2011a). O material mais utilizado para o controle por resfriamento é a água que, quando em contato com as chamas, reduz a temperatura do fogo até sua total extinção.
- Isolamento do combustível – Trata-se da remoção do material combustível que se encontra em chamas e também dos possíveis combustíveis que estiverem ao redor, para evitar a propagação (SÃO PAULO, 2011a).
- Quebra da reação em cadeia – Ao ausentar um dos três componentes principais (calor, combustível ou comburente) da reação, interromper a ligação entre eles ou desequilibrar as condições ideais para a permanência do fogo, o mesmo tende a extinguir-se. Para a utilização deste método, são normalmente utilizados agentes extintores.

## 2.3 MEDIDAS CONTRA INCÊNDIO

São mecanismos necessários para resguardar vidas e bens materiais, culturais

e ambientais. As medidas de prevenção possuem o intuito de impedir o início do incêndio, utilizando desde conscientização das pessoas do local, até equipamentos de detecção de um possível foco de incêndio. As medidas de proteção são necessárias quando as de prevenção foram insuficientes ou ineficientes. Neste caso, elas utilizam de equipamentos que possam diminuir o dano causado pelo fogo (PINTO, 2001).

As medidas de proteção são classificadas em passivas e ativas.

### **2.3.1 Medidas de proteção passiva**

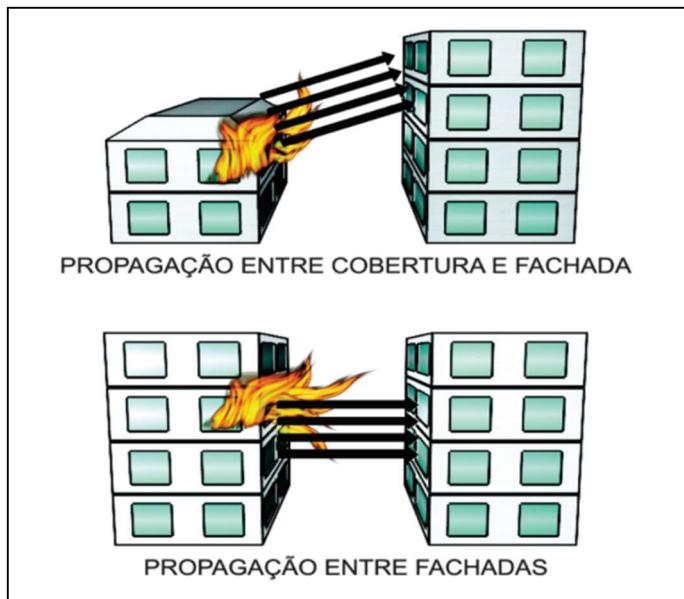
As medidas de proteção passiva são incorporadas a edificação durante a construção da mesma, e utilizadas por todos os moradores ou usuários do local (USP, 2019a). Elas atuam durante um incêndio ao serem capazes de retardar o crescimento do fogo, seja horizontal ou verticalmente, são também capazes de controlar a propagação da fumaça, auxiliar no abandono do local, dentre outras coisas (MARCATTI, 2008).

#### **2.3.1.1 Separação entre as edificações**

Como citado anteriormente, a propagação do fogo pode se dar por radiação, convecção ou condução. Uma das medidas de proteção passiva se trata do uso de isolamento estrutural entre edificações. De acordo com São Paulo (2011c), podemos criar um afastamento entre as fachadas das edificações, implementando assim um distanciamento seguro para a não propagação do fogo.

Para atender corretamente as regulamentações exigidas pelo Estado de São Paulo, o Corpo de Bombeiros disponibiliza a Instrução Técnica N°07/2019 que estabelece os critérios mínimos para isolamento de risco de propagações de incêndio, garantindo desta maneira que não haja o alastramento do fogo para edificações vizinhas.

Figura 5 - Isolamento por afastamento



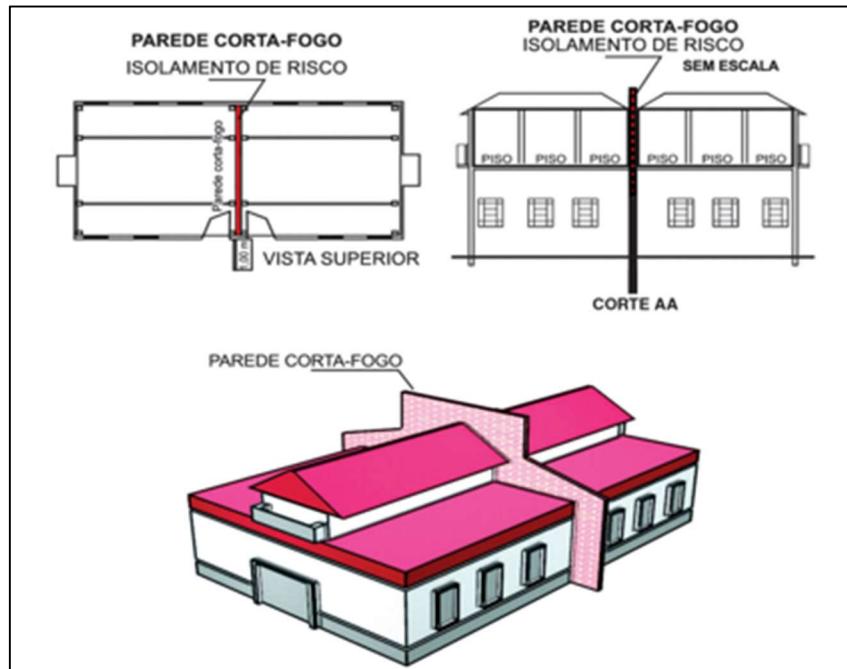
Fonte: São Paulo (2011)

### 2.3.1.2 Compartimentação

De acordo com USP (2019a) A compartimentação é uma técnica que possui o intuito de restringir o incêndio ao seu local de origem, para não se alastrar para as instalações ou edificações adjacentes.

A barreira estanque é uma das medidas adotadas, que se baseia na utilização de uma compartimentação horizontal ou vertical. A compartimentação horizontal é uma técnica que usa de paredes e portas corta-fogo para isolar o incêndio e não o propagar para outras construções. As paredes corta-fogo devem ser construídas entre o piso e o teto vinculada diretamente com a estruturação do edifício, e utilizando de reforços estruturais adequadamente selecionados para suporte. Estas paredes devem ser dimensionadas para que não cedam caso ocorra a destruição da cobertura do edifício durante o alastramento do incêndio. A resistência ao calor das paredes corta-fogo deve seguir o prescrito na NBR 10636, enquanto que a resistência ao calor dos elementos que estruturam ela devem estar de acordo com a IT N°08 do corpo de bombeiros (SÃO PAULO, 2004).

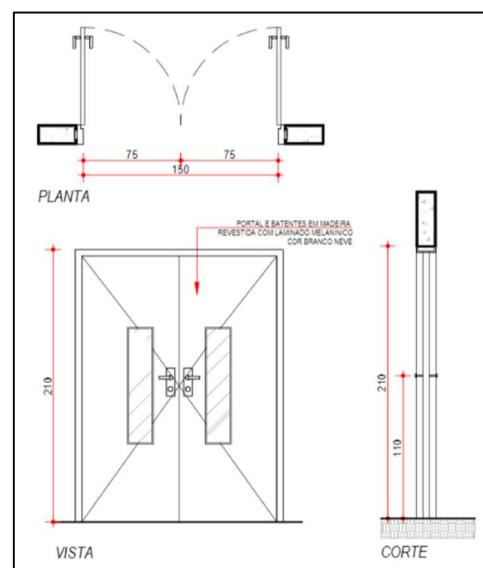
Figura 6 - Isolamento por parede corta-fogo



Fonte: São Paulo (2011)

Ainda de acordo com São Paulo (2004c), as portas corta-fogo são utilizadas para criar aberturas em paredes corta-fogo, com resistência mínima de 90 minutos ao fogo. Estas portas devem estar de acordo com o disposto na NBR 11742 e NBR 11711 sobre saída de emergência e compartimentação em ambientes destinados a industrialização e ao comércio, respectivamente.

Figura 7 - Exemplo de modelo de porta corta-fogo



Fonte: Goiás (2014). Adaptado.

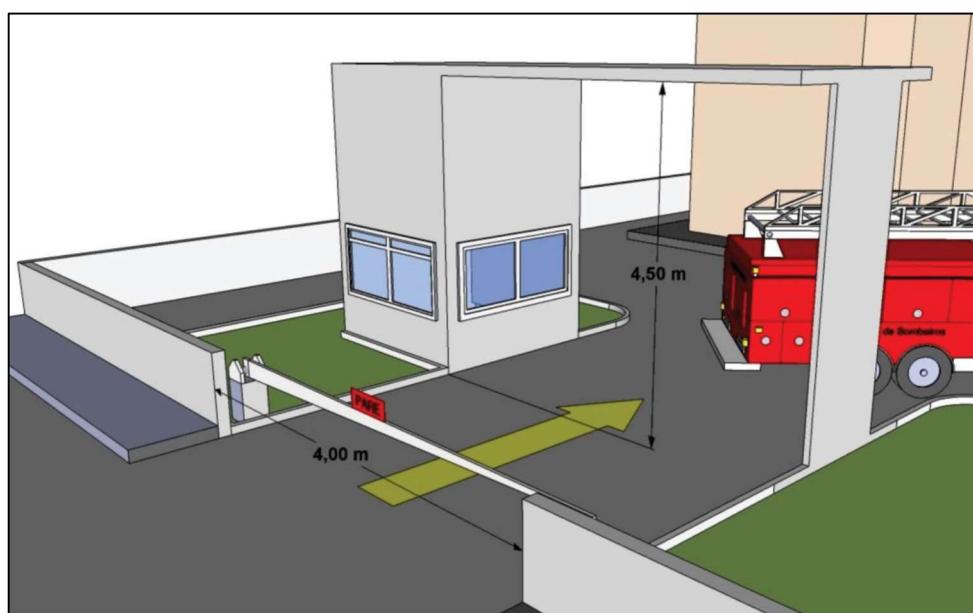
Já a compartimentação vertical usa de pisos resistentes ao fogo, selagem corta-fogo de passagem para cabos elétricos e tubulações, registros corta-fogo em dutos que interligam as pavimentações do edifício, dentre outros (SÃO PAULO, 2011).

#### 2.3.1.3 Acesso de viatura na edificação e áreas de risco

O acesso de viaturas de emergência se faz primordial como uma forma de proteção ao edifício, para isso de acordo com São Paulo (2019c) é necessário que o mesmo siga as dimensões mínimas estabelecidas para acesso do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), são elas:

- Possuir largura mínima de 6 metros;
- Suportar viaturas com peso de 25 toneladas distribuídas em dois eixos;
- Ter altura livre mínima de 4,5 metros;
- Caso haja portão de acesso, este deve possuir as dimensões mínimas de 4 metros de largura e 4,5 metros de altura.

Figura 8 - Dimensões mínimas de acesso à edificação



Fonte: São Paulo (2019)

#### 2.3.1.4 Resistência ao fogo dos elementos de construção

Se faz também necessário o resguardo da edificação quanto a sua resistência ao fogo em seus elementos estruturais. Com a elevação da temperatura proveniente de um incêndio, os elementos estruturais sofrem alteração química e/ou física. Isto pode acarretar em uma diminuição da resistência mecânica dos materiais expostos a tais condições, possibilitando uma maior periculosidade para as pessoas que tentam abandonar o edifício ou combater o fogo (USP, 2019). Desta forma, é necessário considerar os materiais que serão utilizados no período de construção do edifício para que ele resista ao maior tempo possível.

O Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) destes materiais é prescrito na Instrução Técnica N°08/2019, e tem o dever de orientar a construção de maneira a evitar seu colapso estrutural em meio a um incêndio. O TRRF deve garantir o tempo:

- Necessário para que o edifício seja evacuado com segurança;
- De ação das equipes de emergência, sejam elas internas ou externas à edificação;
- Diminuir a possibilidade de desmoronamento da edificação, para salvaguardar as pessoas de edificações vizinhas, caso haja um desmoronamento.

A IT 08 (2019) traz em seu anexo uma Tabela A que possui a finalidade de informar o TRRF àquela edificação, ao saber em qual grupo se encontra a edificação (do A ao M), a profundidade do subsolo e a altura da edificação. Esta tabela está presente na figura abaixo.

Figura 9 - Tempos requeridos de resistência ao fogo

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Profundidade do subsolo hs			Altura da edificação h						
			Classe S <sub>2</sub> hs > 10 m	Classe S <sub>1</sub> hs ≤ 10 m	Classe P <sub>1</sub> h ≤ 6 m	Classe P <sub>2</sub> 6 m < h ≤ 12 m	Classe P <sub>3</sub> 12 m < h ≤ 23 m	Classe P <sub>4</sub> 23 m < h ≤ 30 m	Classe P <sub>5</sub> 30 m < h ≤ 80 m	Classe P <sub>6</sub> 80 m < h ≤ 120 m	Classe P <sub>7</sub> 120 m < h ≤ 150 m	Classe P <sub>8</sub> 150 m < h ≤ 250 m
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30	60	90	120	120	150	180
B	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
C	Comercial varejista	C-1	90	60	60	60	60	90	120	150	150	180
C	Comercial varejista	C-2 e C-3	90	60	60	60	60	90	120	150	150	180
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-3	90	60	30	60	60	90	120	120	150	180
E	Eduacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60	30	30	60	90	120	120	150	180
F	Locais de reunião de público	F-1, F-2, F-5, F-6, F-8 e F-10	90	60	60	60	60	90	120	150	180	-
F		F-3, F-4 e F-7	90	60	ver item A.2.3.3.		30	60	60	90	120	-
F		F-9	90	60	30	60	60	90	120	-	-	-
G	Serviços automotivos	G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5	90	60	30	60	60	90	120	120	150	180
G		G-1 e G-2 abertos lateralmente	90	60	30	30	30	30	60	120	120	150
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1 e H-4	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
H		H-2, H-3 e H-5	90	60	30	60	60	90	120	150	180	180
I	Industrial	I-1	90	60	30	30	30	60	120	-	-	-
I		I-2	120	90	30	30	60	90	120	-	-	-
I		I-3	120	90	60	60	90	120	120	-	-	-
J	Depósitos	J-1	60	30	ver item A.2.3.4.		30	30	60	-	-	-
J		J-2	90	60	30	30	30	30	60	-	-	-
J		J-3	90	60	30	60	60	120	120	-	-	-
J		J-4	120	90	60	60	90	120	120	-	-	-
L	Explosivos	L-1, L-2 e L-3	120	120	120	-						-
M	Especial	M-1	150	150	150	-						-
M		M-5	120	90	60	60	90	120	120	120	150	-
M		M-3	120	90	90	90	120	120	120	150	-	-

NOTAS:

1. Casos não enquadrados serão definidos pelo SvSci do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo;
2. O TRRF dos subsolos não pode ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo (ver item 5.10);
3. Para edificações de madeira: verificar item 5.20;
4. Para indústria ou depósito com inflamáveis, considerar I-3 e J-4, respectivamente.

Fonte: São Paulo (2019)

### 2.3.1.5 Controle de materiais de acabamento e revestimento

Outro índice a ser considerado, é o controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR), pois possuem um alto impacto de frear ou de propagar um incêndio, dependendo do material a ser utilizado. Desta maneira, o CMAR do edifício necessita possuir características que auxiliem no combate ou retardamento do incêndio, quando ocorrer (COUTINHO E CORRÊA, 2016).

De acordo com São Paulo (2018d) o CMAR é testado de duas maneiras distintas, de forma a analisar seu desempenho. A primeira delas é por meio do ensaio de incombustibilidade que analisa se tais materiais são propensos a sofrer ignição. Já a segunda, é o ensaio de propagação superficial de chamas, que tem por objetivo classificar os materiais de acordo com seu revestimento, com relação à velocidade que as chamas poderão se propagar em meio a superfície do material e quanto calor elas poderão apresentar durante sua queima.

Desta maneira, para que o CMAR seja efetivo, se faz necessário que a escolha inicial dos materiais a serem utilizados na edificação seja feita de maneira correta, seguindo as orientações dispostas na Instrução Técnica N°10/2019 que apresenta, em seu Anexo A, a classificação de materiais e, em seu Anexo B, quais os materiais devem ser utilizados corretamente na edificação (CARVALHO, 2019).

### 2.3.1.6 Saídas de emergência

No caso de haver um incêndio, é importante que haja um sistema projetado para que os residentes e/ou trabalhadores da edificação possam sair em segurança do local, para isso, no início do projeto de construção, é arquitetado um sistema de saída de emergência. De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 9077, que fala sobre Saídas de Emergência em Edifícios, o acesso a saída deve ser constituído por um corredor de passagem horizontal, para se chegar a uma escada, rampa ou área de refúgio, podendo ser dentro ou fora da edificação tendo a finalidade de resguardar vidas. Varandas, balcões, passagens, terraços, vestíbulos e corredores também podem formar os acessos de saída.

É importante frisar que as saídas de emergência também são acesso para o Corpo de Bombeiros e demais departamentos competentes. Desta forma, a rapidez com que os ocupantes da edificação evacuam o local é primordial durante a idealização do projeto, uma vez que fatores como a presença de chamas e fumaça, a quantidade de ocupantes evacuando ao mesmo tempo e os aspectos comportamentais das pessoas neste contexto, tornam-se fatores complexos, diferentemente de situações não emergenciais (VALENTIN, 2008).

A Instrução Técnica N°11/2019 tem por objetivo auxiliar no controle de saídas de emergência ao determinar quais as condições mínimas necessárias para o dimensionamento correto das saídas. Para isso leva-se em consideração a população total da edificação, utilizando os coeficientes da Tabela 1 da IT 11, disposta em seu anexo A. Desta forma, se faz necessário conter todas as áreas do pavimento que possua circulação ou residência de pessoas para a correta execução do cálculo.

De acordo com São Paulo (2019f), a largura dos acessos, escadas, descargas

e afins devem levar em conta a unidade de passagem (UP), que é a largura mínima para que haja um fluxo de pessoas, sendo 0,55 metros, a capacidade de uma unidade de passagem, sendo este o número de pessoas que passam por esta unidade a cada 1 minuto, e a largura mínima de saída necessária. O cálculo é efetuado através da fórmula abaixo.

$$N = \frac{P}{C} \quad (1)$$

Onde:

N é o número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro imediatamente superior.

P é população, conforme coeficiente determinado na Tabela 1 da IT 11, demonstrado na Figura 10.

C é a capacidade da unidade de passagem, determinado na Tabela 1 da IT 11, demonstrado na Figura 10.

Figura 10 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência

Ocupação (O)		População (A)	Capacidade da Unidade de Passagem (UP)		
Grupo	Divisão		Acessos/ Descargas	Escadas/ Rampa	Portas
<b>A</b>	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório (C)	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento (D)			
<b>B</b>		Uma pessoa por 15 m <sup>2</sup> de área (E) (G)			
<b>C</b>		Uma pessoa por 5 m <sup>2</sup> de área (E) (J) (M)	100	75	100
<b>D</b>		Uma pessoa por 7 m <sup>2</sup> de área (L) (N)			
<b>E</b>	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m <sup>2</sup> de área de sala de aula (F) (N)	30	22	30
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m <sup>2</sup> de área de sala de aula (F) (N)			

Fonte: São Paulo (2019f). Adaptado.

Ainda segundo a IT 11, temos a definição das portas de saídas de emergência quanto a sua largura mínima exigida, também chamada de "luz", tendo:

- 0,80 metros, valendo por uma unidade de passagem;
- 1 metro, valendo por duas unidades de passagem;

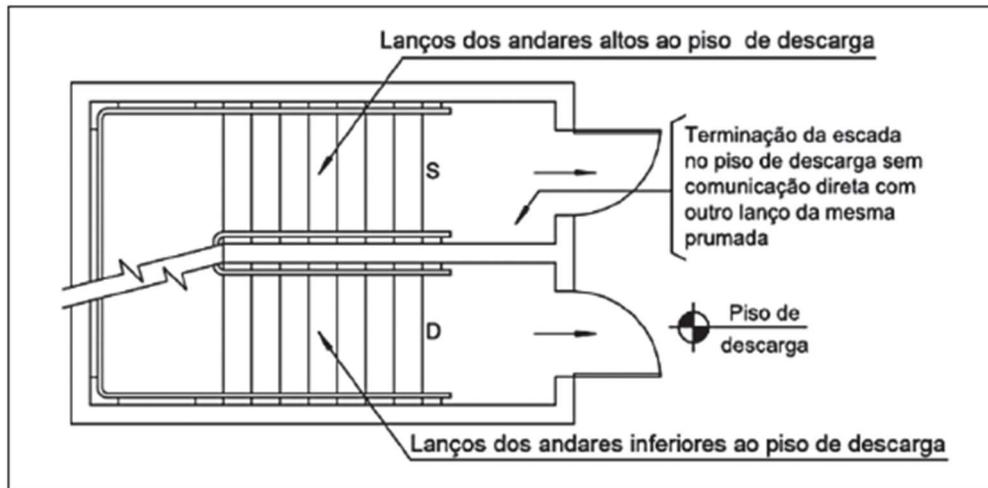
- 1,5 metros, em duas folhas, valendo por 3 unidades de passagem;
- 2 metros, em duas folhas, valendo por 4 unidades de passagem.

Vale ressaltar que as portas que forem maiores que 1,2 metros deverão possuir 2 folhas, e as que forem maior ou igual a 2,2 metros exigirão coluna central (SÃO PAULO, 2019f).

Segundo São Paulo (2019f), para que seja feita a evacuação em edificações que possuam escadarias, é necessário que haja ao menos uma escada de emergência, e que esta atenda aos seguintes requisitos:

- A escada deve ser feita de compartimentação e materiais incombustíveis;
- Os materiais devem também possuir resistência ao fogo, estando em conformidade com a Instrução Técnica N°08/2019;
- Possuir materiais de acabamento e de revestimento que atendam a Instrução Técnica N°10/2019;
- Possuir corrimãos em ambos os lados da escadaria;
- Ser capaz de acessar a todas as pavimentações do edifício, mas sendo obrigatório seu término no piso de descarga, devendo ser compartimentada horizontal e verticalmente, de acordo com a Instrução Técnica N°09/2019;
- Possuir um piso antiderrapante, com no mínimo 0,5 de coeficiente de atrito dinâmico, para que não haja acidentes em caso de emergência;
- Se caso for necessário o uso de mais de uma escadaria de emergência, estas não poderão ter comunicação entre si, devendo obrigatoriamente possuir uma compartimentação entre ambas, seguindo a recomendação da Instrução Técnica N°09/2019;
- Não serão aceitas escadas que possuam degraus em leque ou em espiral como escada de segurança.

Figura 11 - Segmentação das escadas no piso da descarga



Fonte: São Paulo (2019f)

Desta forma, os acessos, as portas e as escadas de emergência devem ser sinalizadas corretamente e minuciosamente arquitetadas, pois muitas vezes são as medidas finais para salvar vidas, uma vez que podem ter falhado todas as demais medidas de segurança, havendo a necessidade de treinar e orientar os ocupantes da edificação para que seja feita a evacuação de forma tranquila e ordenada (BERTO, 1991).

### 2.3.1.7 Sinalização de emergência

A sinalização possui duas funções distintas, mas de igual importância, a primeira delas é a redução dos riscos em potencial para a criação de um incêndio, alertando às pessoas que as visualizam. A segunda é garantir que todas as ações possíveis para a extinção do incêndio sejam feitas, sinalizando instrumentos que possam ser usados no combate ao fogo (USP, 2019a).

As sinalizações de emergência fazem uso de placas com símbolos, mensagens e cores definidas através da Instrução Técnica N°20/2018, e devem ser colocadas na edificação em pontos estratégicos a fim de auxiliar ao combate e à prevenção de um incêndio (SÃO PAULO, 2018n).

De acordo com USP (2019a), elas podem ser subdivididas em sinalizações básicas e sinalizações complementares. As básicas se restringem a:

- Proibição: possui a finalidade de proibir ações que possam conduzir ao início de um incêndio ou incitar o seu agravamento. Esta sinalização deve possuir formato circular, com coloração branca ao fundo e faixas vermelhas com a cor do símbolo em preto. Estas características podem ser verificadas na Figura 12. Este tipo de sinalização deve ser instalado nas paredes com altura mínima de 180 milímetros do piso e estar em local visível, tendo um distanciamento máximo de 15 metros entre si. (SÃO PAULO, 2018n).

Figura 12 - Sinalização de emergência para proibição



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

- Alerta: esta sinalização tem por intuito alertar para áreas e materiais que possuem a potencialidade de causar danos ou colocar em risco a vida ou a saúde das pessoas, seja por incêndio, explosões, choques elétricos ou contaminação por produtos com teor de periculosidade. Esta sinalização possui formato triangular, com coloração amarela ao fundo e símbolo em cor preta, conforme se constata na Figura 13. Este tipo de sinalização deve ser instalado nas paredes com altura mínima de 180 milímetros do piso e estar em local visível, tendo um distanciamento máximo de 15 metros entre si. (SÃO PAULO, 2018n).

Figura 13 - Sinalização de emergência para alerta



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

- Orientação e salvamento: indicam as rotas de saída e ações necessárias para o seu acesso e uso. A sinalização deve ter forma quadrada ou retangular, a coloração ao fundo deve ser em verde com detalhes em branco e o símbolo deve ser fotoluminescente (com capacidade de se enxergar no escuro), assim como demonstrado na Figura 14 (SÃO PAULO, 2018n).

Figura 14 - Sinalização de emergência para orientação e salvamento



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

- Equipamentos: aponta a localização dos equipamentos, que auxiliam no combate ao incêndio, e do alarme local. Esta sinalização deve possuir um formato quadrado com coloração de fundo em vermelho. Assim como as sinalizações de orientação e salvamento, também deverá ser fotoluminescente. Um exemplo deste tipo de sinalização se encontra na Figura 15 (SÃO PAULO, 2018n).

Figura 15 - Sinalização de emergência para equipamentos (Adaptado)



Fonte: São Paulo (2018n)

Ainda conforme USP (2019a), as sinalizações complementares são compostas por faixas de cor, símbolos ou mensagens complementares às sinalizações básicas que devem ser empregadas da seguinte forma:

- Indicar a continuação de rotas de fuga, assim como demonstrado na Figura 16.

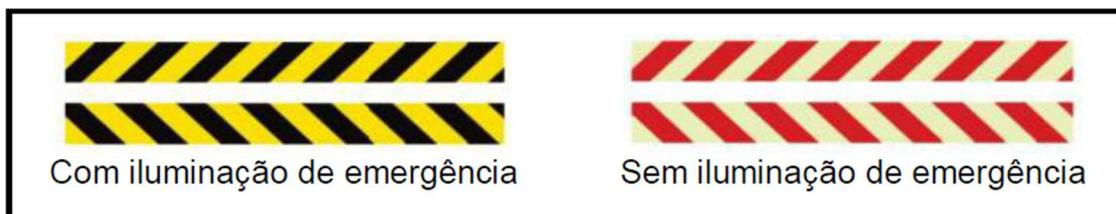
Figura 16 - Sinalização complementar de indicação da rota de fuga



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

- Indicar os riscos na utilização das rotas de fuga e os obstáculos tais como pilares, arestas de paredes, vigas, dentro outros. Um exemplo desta sinalização se encontra na Figura 17.

Figura 17 - Sinalização complementar de indicação de obstáculos



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

- Para complementar as mensagens dadas pelas sinalizações básicas, que em sua maioria foi dada através de símbolos. A Figura 18 demonstra um exemplo deste tipo de sinalização.

Figura 18 - Sinalização complementar nas saídas de emergência



Fonte: São Paulo (2018n). Adaptado.

### 2.3.2 Medidas de proteção ativa

A medidas de proteção ativas são aquelas que vêm para complementar as medidas passivas. Seu funcionamento pode se dar por meio manual ou automático e não se baseia no projeto de construção da edificação, mas sim na instalação de sistemas que possam detectar, retardar ou até eliminar um incêndio. Sob esta óptica, é importante frisar que existem diferentes tipos de proteções ativas, com finalidades distintas, mas de igual importância. Elas podem ser de detecção de um foco de incêndio, avisando aos condôminos ou trabalhadores do local utilizando de orientação visual, como iluminações de emergência, ou mesmo sonoras usando de sirenes ou alto falantes para comunicação. Além disso, ela também pode ser de contenção do incêndio, impedindo o alastramento das chamas e/ou da fumaça (SEITO et al.,2008).

De acordo com USP (2019a), os principais sistemas de proteção ativa são de:

- Proteção por extintores de incêndio;
- Proteção por hidrantes e mangotinhos;
- Proteção por chuveiros automáticos;
- Detecção e alarme de incêndio;
- Iluminação de emergência;
- Controle do movimento da fumaça;
- Comunicação de emergência.

#### 2.3.2.1 Extintores de incêndio

De acordo com Seito et al. (2008), os extintores, como um sistema de proteção ativa, possuem como característica sua portabilidade e seu fácil manuseio. A escolha do tipo de extintor leva em consideração a origem do incêndio e os materiais combustíveis que a ignizaram.

Para que este agente seja utilizado de maneira correta, leva-se em consideração alguns fatores como: a classificação dos extintores, a localização e os sistemas de inspeção periódica (SEITO et al., 2008).

#### 2.3.2.1.1 *Classificação dos extintores*

Segundo Seito et al. (2008), para se classificar corretamente os extintores, é necessário ter conhecimento sobre os tipos de agentes extintores, sua capacidade extintora, seus mecanismos de transporte e seu sistema de acionamento.

- Tipos de agente extintor

Dependendo da classe de fogo há um determinado tipo de extintor que poderá ser utilizado para combatê-lo, assim como outros que não poderão ser utilizados pois poderá colocar em risco a integridade física do usuário que utiliza o agente e a edificação. Os agentes mais utilizados são: água, espuma mecânica, pó químico, soda-ácido, gás carbono e halogenados (GRANDO, 2017).

- a) Extintor por água: São os mais utilizados e atendem principalmente o fogo de classe A. Este extintor não poderá ser utilizado em fogo de classe C, pois pode agravar a situação pela presença de correntes elétricas.
- b) Extintor de espuma mecânica: Utiliza de um líquido gerador de espuma (LGE), que é um tipo de detergente concentrado, em que a espuma é gerada pela reação do LGE com água e ar. Este agente extintor é empregado a combater fogos de classe A e B.
- c) Extintor por gás carbônico (CO<sub>2</sub>): A grande vantagem na utilização deste agente é que não possui condução elétrica, portanto pode ser usado para combater fogos do tipo B e C em segurança.
- d) Extintor por pó químico: Pode ser composto por fosfato moniamônico para fogos do tipo A, B e C, ou por bicarbonato de sódio agindo apenas em fogos B e C. Em fogo do tipo A ele reage como abafamento, enquanto que para fogos do tipo B e C ele age por reação química.

- e) Extintor halogenado: De acordo com a NBR 11.762, este método é o mais eficiente, porém o de maior custo. Podendo ser usado em fogos de classe A, B e C sua aplicação é por abafamento, não deixa resíduos e é indicado para ser utilizado em locais com equipamentos elétricos.

Figura 19 - Seleção do agente extintor segundo a classe de fogo

Incêndio	Agente Extintor					
	Água	Pó BC	Pó ABC	CO <sub>2</sub>	Halogenados	Espuma Mecânica
Classe A	Eficiente	Não	Eficiente	Pouco Eficiente	Pouco Eficiente	Eficiente
Classe B	Não	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente
Classe C	Não	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Não
Método de Extinção	Resfriamento	Quebra da reação em cadeia	Quebra da reação em cadeia	Abafamento	Abafamento	Abafamento

Fonte: ANVISA (2014)

- Capacidade extintora

Esta informação se apresenta no quadro de instruções do extintor e se trata da medida de eficiência do agente extintor interno a ele quanto ao fogo, e é classificado em A, B, C ou D.

- Transporte

De acordo com USP (2019a), são classificados em portáteis ou sobre rodas. No caso dos portáteis, os extintores são projetados para serem carregados pela operação e utilizados manualmente, sendo que sua massa total não pode ultrapassar 20 kg. Já o extintor sobre rodas também é de acionamento manual, porém é alocado a um conjunto de rodas que o possibilita uma massa maior ao ser transportado pela operação, que não poderá ultrapassar 250 kg.

Figura 20 - Extintor sobre rodas e extintor portátil



Fonte: Grupo Confidere (2017)

- Sistema de acionamento

O acionamento do agente extintor pode se dar por pressurização direta, pressurização indireta, auto-geração ou auto-expulsão (USP, 2019a).

- a) Pressurização direta: Há constantemente uma pressão interna e somente um único recipiente comportando o gás repelente do extintor e o agente em si.
- b) Pressurização indireta: Não há uma pressão constante, pressurizando o agente apenas no momento que é necessário utilizá-lo, além disso, possui uma separação interna para o agente extintor e o gás repelente.
- c) Auto-geração: Quando a pressurização é dada por uma reação química do próprio agente extintor.
- d) Auto-expulsão: Quando a pressurização do agente extintor é por estar na forma de gás liquefeito.

#### *2.3.2.1.2 Localização e recomendações de segurança*

A Instrução Técnica N° 21/2019 e a NBR 12.693 estabelecem condições necessárias durante o projeto da edificação para instalação e operação dos extintores, seja portáteis ou sobre rodas. Desta forma, se faz necessário que haja o correto distanciamento, localização e distribuição para o combate a um princípio de incêndio.

- Distribuição

A correta distribuição dos extintores, de acordo com Seito et al. (2008), deve seguir os padrões abaixo:

- a) Possuir uma rápida visualização utilizando de sinalizações corretas;
- b) Abranger uma grande área de atuação;
- c) Estar próximo de entradas e saídas;
- d) Ter fácil acesso aos extintores.

- Localização

De acordo com a NBR 12.693, os extintores podem ser fixados dentro ou fora do local destinado a ser protegido. Sua instalação deve obedecer às seguintes condições:

- a) O suporte deve possuir a capacidade de resistir a até três vezes a massa total do extintor, sempre que forem posicionados em paredes ou colunas;
- b) A alça de manuseio deverá estar a um máximo de 160 milímetros do piso, não podendo ultrapassar este limite;
- c) O extintor deverá ter sua parte inferior a não menos que 20 milímetros do solo;
- d) O extintor portátil jamais deverá estar em contato direto com o solo.

- Distanciamento

Segundo a IT N°21/2019, para os extintores portáteis a distância percorrida por um operador deve obedecer a Figura 21.

Figura 21 - Distância máxima de caminhamento

A. RISCO BAIXO	25 m
B. RISCO MÉDIO	20 m
C. RISCO ALTO	15 m

Fonte: São Paulo (2018I)

Segundo a Instrução Técnica N° 14/2019, escolas em geral possuem uma carga de incêndio (CI) inferior a  $300 \text{ MJ/m}^2$ . Assim como pode ser observado na Figura 22.

Figura 22 - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação

Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	Escolas em geral	E-1/E-2/E-4/E-6	300

Fonte: São Paulo (2019). Adaptado.

Desta forma, utilizando da Norma Técnica (NT) N°01/2014 em seu Anexo A, apresentada na Figura 23, podemos considerar que escolas são edificações de baixo risco, e sendo assim, os extintores devem estar a um máximo de 25 metros de distância percorrida por um operador.

Figura 23 - Classificação das edificações quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de Incêndio $\text{MJ/m}^2$ (CI)
Baixo	$\text{CI} \leq 300\text{MJ/m}^2$
Médio	$300 < \text{CI} \leq 1.200\text{MJ/m}^2$
Alto	$\text{CI} > 1.200\text{MJ/m}^2$

Fonte: São Paulo (2014)

#### 2.3.2.1.3 Sistema de inspeção

De acordo com Seito et al. (2008), o sistema de manutenção periódica mantém a confiabilidade dos extintores quando seguido as recomendações abaixo:

- O tempo máximo permitido para uma inspeção é de 12 meses;
- A frequência com que se faz as inspeções depende das condições ambientais às quais o extintor está exposto, tais como poeiras, gases corrosivos, alta umidade, temperaturas extremas, dentro outras;
- Quanto maior o número de pessoas que se deslocam pelo local designado em que está instalado o extintor, maior será a frequência em que ele deverá ser inspecionado;
- Sempre manter atualizados os registros de inspeções anteriores, para maior controle e confiabilidade;
- Os extintores deverão sempre permanecer lacrados;
- Caso haja a necessidade do deslacre, deverá ser chamado uma nova equipe de inspeção;
- Os extintores não deverão apresentar defeitos físicos, tais como rachaduras, amassados ou trincas;
- Deverão apresentar as características técnicas do extintor, tais como a capacidade extintora, a classe do fogo a qual se atende e a carga nominal, assim como deverão apresentar o prazo de validade da recarga;
- Todos deverão possuir o selo de conformidade com o INMETRO.

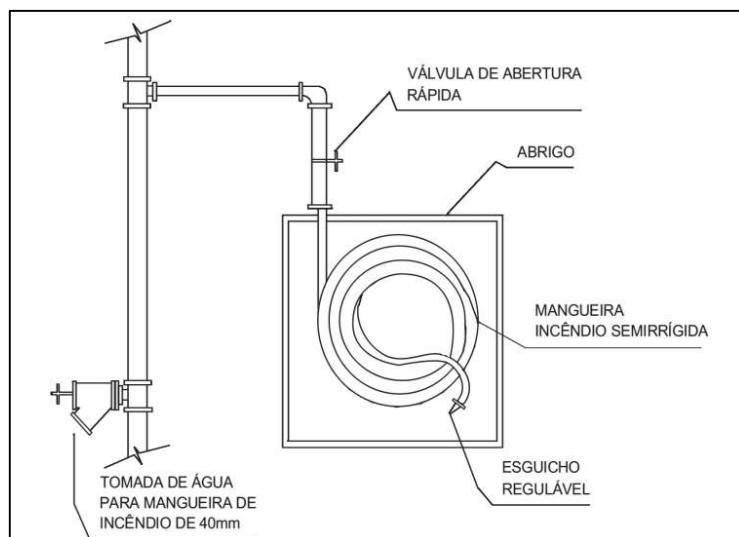
### 2.3.2.2 Hidrantes e mangotinhos

Seito et al. (2008), diz que um hidrante e/ou mangotinho se trata de um sistema de combate a incêndio que utiliza da liberação de jatos d'água para combater o fogo. Seu acionamento é manual e seu uso deverá ser por usuários antecipadamente treinados de acordo com a Instrução Técnica N°17 – Brigada de incêndio. Ambos os sistemas são compostos por um reservatório de água, abrigo, tubulações e mangueira.

Segundo a Instrução Técnica N°22/2018, a classificação dos sistemas de

combate a incêndio é tipo 1 para mangotinhos e tipo 2, 3, 4 e 5 para hidrantes, de forma que a vazão fornecida por cada um se faz de acordo com o grau de risco do ambiente em que ele protegerá.

Figura 24 - Exemplo de sistema de mangotinho



Fonte: São Paulo (2018m)

#### 2.3.2.2.1 Componentes

- Hidrante: O sistema de hidrantes pode possuir um reservatório d'água elevado, funcionando por pressão da gravidade, ou por um reservatório não elevado, funcionando por pressão através de uma bomba de recalque e uma tubulação fixa. A mangueira possui um comprimento máximo de 30 metros com jato compacto ou regulável, e sua instalação deve ser estratégica de forma a proteger a maior área possível (USP, 2019a).
- Mangotinho: Este sistema possui uma alta similaridade com o de hidrantes, porém com duas diferenças fundamentais. Sua mangueira será semirrígida, o que lhe permite maior maleabilidade, podendo esta ser enrolada ou não, e possui um esguicho regulável, para se ajustar de acordo com a situação de emergência, conforme a Figura 25 (USP, 2019a).

Figura 25 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueira de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (L/min)	Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	Simples	100	80
2	40	40	30	Simples	150	30
3	40	40	30	Simples	200	40
4	40	40	30	Simples	300	65
	65	65	30	Simples	300	30
5	65	65	30	Duplo	600	60

Fonte: São Paulo (2018m)

### 2.3.2.2.2 Localização

Hidrantes e mangotinhos deverão sempre estar localizados em pontos estratégicos, de forma a abranger a maior área possível. De acordo com a NBR 13.714 e a IT N°22/2018, a área protegida deverá levar em conta o comprimento da mangueira e não o alcance do jato d'água ao serem instalados. Além disso, deverá seguir as seguintes instruções:

- Estar localizado próximo a portas externas e/ou acessos às áreas protegidas, respeitando a distância máxima de 5 metros;
- Deverão estar instalados em posições centrais nas áreas a serem protegidas;
- Jamais deverão estar localizados em regiões como escadas ou antecâmaras de fumaça, para facilidade de acesso;
- Deverão estar instalados a um mínimo de 1 metro e a um máximo de 1,5 metros do piso;
- Para hidrantes posicionados em regiões externas a edificação, caso estejam afastados a um mínimo de 15 metros, poderá utilizar um máximo de 60 metros de mangueira, com lances de 15 metros, desde que seja feito um dimensionamento hidráulico;
- Sua localização e manuseio não poderá comprometer, em hipótese alguma, a desocupação do edifício;

- A sinalização de hidrantes e mangotinhos deverá seguir a recomendação dada pela NBR 13.435.

#### *2.3.2.2.3 Reservatório de hidrantes e mangotinhos*

O reservatório de água é um instrumento de barragem que acumula água para fins domésticos, industriais ou como medida de combate a incêndio. Segundo USP (2019a), os reservatórios elevados são aqueles que utilizam da gravidade como pressão, já os enterrados, semienterrados e ao nível do solo, necessitam de bomba hidráulica para o funcionamento.

A Norma Técnica (NT) N°22/2014 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) instrui que os reservatórios deverão seguir as instruções abaixo:

- Caso o reservatório seja utilizado também para outros tipos de abastecimentos, deverão ser instaladas medidas para que se mantenha uma reserva da capacidade efetiva do reservatório para uso em combate a incêndio;
- A limpeza e higienização do reservatório deverá seguir o recomendado pela IT N°22, de forma que deverá ser reservado um mínimo de 50% do suprimento de água de modo a garantir um volume com capacidade efetiva;
- O material do reservatório deverá possuir resistência ao fogo e resistência mecânica;
- O reservatório poderá ser a piscina da edificação, desde que esta garanta a reserva efetiva;
- Deverá possuir um sistema independente de drenagem e ladrão, devidamente dimensionados.

#### *2.3.2.2.4 Sistema de inspeção*

De acordo com a NT N°22/2014, são atividades periódicas realizadas pelo

pessoal da brigada ou por funcionários treinados, em um intervalo não maior que três meses, e possui a finalidade de garantir o funcionamento pleno do sistema.

A inspeção não poderá comprometer ou interromper, a nenhum momento, o funcionamento das medidas em análise pela equipe, e, portanto, são normalmente visuais.

A vistoria necessitará saber se:

- O posicionamento dos hidrantes e/ou mangotinhos estão com conformidade com o apresentado na planta da edificação;
- O reservatório possui o volume de água adequado para estar dentro da capacidade efetiva como medida de combate a incêndio;
- Os hidrantes e/ou mangotinhos estão obstruindo de alguma maneira a passagem de pessoas e se estão em fácil acesso para manuseio;
- Estes estão em pleno funcionamento e dentro da finalidade a qual foram previstos.

### 2.3.2.3 Sistema de detecção e alarme de incêndio

De acordo com a Instrução Técnica N°19/2018, o alarme de incêndio é um sistema sonoro que visa alertar os ocupantes da edificação e da brigada de incêndio quanto a um foco de incêndio. Seu funcionamento pode ser manual ou automático, e para ocupações com atividades sonoras intensas, será necessário utilizar sinalizações visuais como complementação ao alarme.

#### 2.3.2.3.1 *Sistema manual*

Os acionadores de alarme de incêndio manuais devem ser posicionados em locais como corredores, saídas das áreas de trabalho ou de emergência, halls e outros que possuam um grande trânsito de pessoas, pois necessitam de um operador para acioná-lo em caso de emergência (USP, 2019b).

Ainda segundo a IT N°19/2018, alguns requisitos se fazem necessários na instalação de acionadores manuais, como:

- A altura mínima de instalação é de 0,90 metros e a máxima 1,35 metros do solo, uma vez que seja embutido ou sobreposto à uma parede;
- Devem ser instalados preferencialmente junto a hidrantes;
- Não será permitido ultrapassar a marca de 30 metros, percorridos por um operador, entre o acionador manual e a respectiva área a qual ele destina proteger;
- Deve possuir sua própria fonte de alimentação elétrica, independente da edificação;
- Em edificações que possuam mais de uma pavimentação, é fundamental que haja um acionador manual por pavimento;

Figura 26 - Exemplo de acionadores manuais



Fonte: Bosch (2012)

#### *2.3.2.3.2 Sistema automático*

Assim como consta na NBR 17.240, os sistemas de alarme automáticos são acionados pela presença de fenômenos do fogo, tais como fumaça, calor e/ou chamas. Uma vez que algum desses fenômenos se manifeste, o alarme dispara um sinal elétrico para o painel central, que emite o som de alerta.

Existem dois tipos de sistema automático, o convencional e o endereçável (USP, 2019b).

- Convencional: Não localiza com precisão o local de origem do incêndio.
- Endereçável: Localiza com precisão o foco de incêndio, mas possui um custo de instalação superior ao sistema convencional.

Figura 27 - Exemplo de detectores automáticos de incêndio



Fonte: Siemens (2016)

#### *2.3.2.3.3 Tipos de sistemas de alarme contra incêndio*

Segundo USP (2019b), existe uma vasta gama de detectores de incêndio, alguns dos mais utilizados são:

- Detectores de fumaça pontuais;
- Detectores de fumaça por aspiração;
- Detectores de temperatura;
- Detecção de chama tremulante;
- Detecção de radiação ultravioleta;
- Detecção de radiação infravermelha;
- Detectores lineares.

#### 2.3.2.3.4 Dispositivo de saída

Os dispositivos de saída de sistemas de alarme de incêndio, possuem a finalidade de emitir o som de alerta enviado pelo painel central. De acordo com *National Fire Alarm and Signaling Code* (NFPA) 72, o nível de ruído local para dispositivos de saída de alarmes deve ser de, no mínimo, 15 dB acima do ruído do local em que está instalado.

Segundo a NBR 10.152 - 2000, escolas possuem um ruído médio entre 35 a 55 dB, portanto o alarme deverá ser ajustado para um valor de 70 a 80 dB em escolas em geral.

Figura 28 - Valor em dB para ambientes escolares

Locais	dB(A)
Escolas	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 – 45
Salas de aula, Laboratórios	40 – 50
Circulação	45 – 55

Fonte: ABNT (1999). Adaptado.

#### 2.3.2.4 Iluminação de emergência

Uma situação de emergência dada por um incêndio acarretará, em alguns casos, em corte da energia elétrica da edificação. Este corte poderá ser pela falta ou falha de energia elétrica fornecida para a edificação, ou mesmo um desligamento voluntário por parte dos operadores do local para evitar um curto-circuito e/ou choque elétrico nas pessoas que irão combater o incêndio. Caso haja o corte de energia, se fará necessário o uso de iluminação de emergência, seja de forma a permitir a evacuação dos ocupantes, sinalizar as rotas de saída ou prolongar por algum tempo o trabalho do local designado (ABNT, 1999).

De acordo com USP (2019b), os principais locais com necessidade de possuir uma iluminação de emergência são:

- Corredores;
- Escadas;
- Rampas;
- Saídas;
- Áreas de trabalho;
- Áreas técnicas;
- Áreas de primeiros socorros;
- Áreas de comércio.

Ainda segundo USP (2019b), há três tipos principais de iluminação e são destinadas para funções específicas. São elas:

- Iluminação de aclaramento: Tem por finalidade garantir a claridade mínima para a evacuação das pessoas da edificação. Conforme a Instrução Técnica N°18/2018, os pontos dispostos para este tipo de iluminação não poderão ultrapassar a marca de 15 metros entre si e 7,5 de uma parede. Em áreas com até 50 m<sup>2</sup> e com uma população inferior a 50 pessoas não necessitarão de iluminação por aclaramento, desde que as saídas deem imediatamente para o corredor.

Figura 29 - Exemplo de Iluminação de emergência por aclaramento



Fonte: Aureon (2018)

- Iluminação de balizamento: Trata-se de uma iluminação destinada a indicar as rotas de saída para evacuação da edificação, através de símbolos e/ou letras. Caso esta iluminação possua 3 lux, se faz dispensável a utilização de uma iluminação por aclaramento no mesmo recinto.

Figura 30 - Exemplo de iluminação de emergência por balizamento



Fonte: Aureon (2018)

- Iluminação auxiliar: É utilizada para estender o funcionamento da iluminação de trabalho do ambiente, como por exemplo em centros médicos, aeroportos, metrôs, dentre outros.

Todo sistema de iluminação de emergência necessita ter uma fonte própria de eletricidade, e poderá ser utilizado em passagens verticais e horizontais de forma a auxiliar as pessoas em evacuação e os combatentes de incêndio (SEITO et al., 2008).

## 2.4 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

De acordo com USP (2019a), atualmente há vigente algumas normas e regulamentações, sejam elas em âmbito público ou privado, que regem as ações e medidas a serem tomadas para proteção e prevenção à incêndios. Algumas destas normas não estão em conformidade com outras, porém possuem legitimidade para serem implantadas.

### 2.4.1 Instruções e Normas técnicas

A associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elabora um conjunto de aspectos técnicos da segurança contra incêndio, os quais são revisados pelo Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio - CB-24 da ABNT (USP, 2019a).

Das normas elaboradas pela ABNT neste âmbito, destacam-se:

- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios;
- NBR 9441 - Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio;
- NBR 10897 – Proteção contra Incêndio por chuveiros automáticos;
- NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência;
- NBR 11742 - Porta Corta-fogo para Saída de Emergência;
- NBR 12615 - Sistema de Combate a Incêndio por Espuma;
- NBR 12692 - Inspeção, Manutenção e Recarga em Extintores de Incêndio;
- NBR 12693 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio;
- NBR 13435 - Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico;
- NBR 13437 - Símbolos Gráficos para Sinalização contra Incêndio e Pânico;
- NBR 13714 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;
- NBR 13848 – Acionador manual para utilização em sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- NBR 14276 - Programa de Brigada de Incêndio;
- NBR 14349 - União para Mangueira de Incêndio - Requisitos e métodos de ensaio;
- NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;
- NBR 14880 – Saídas de emergência em edifícios – Escadas de segurança – Controle de fumaça por pressurização;

- NBR 16626 – Classificação da reação ao fogo de produtos de construção;
- NBR 17240– Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio.

As Instruções Técnicas (IT's) utilizadas como base neste trabalho são formuladas pelo Corpo de Bombeiro juntamente com a Polícia Militar do Estado de São Paulo. Seu objetivo é normalizar edificações para se adequar a correta segurança contra incêndio. São elas:

- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 01/2019 – Procedimentos Administrativos;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 02/2019 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 03/2019 - Terminologia de segurança contra incêndio;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 04/2019 - Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 05/2019 - Segurança contra incêndio - urbanística;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 06/2019 - Acesso de viatura na edificação e áreas de risco;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 07/2019 - Separação entre edificações (isolamento de risco);
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 08/2019 - Segurança estrutural contra incêndio;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 09/2019 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 10/2019 - Controle de materiais de acabamento e de revestimento;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 11/2019 - Saídas de emergência;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 12/2019 - Centros esportivos e de exibição –

- requisitos de segurança contra incêndio;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 13/2019 - Pressurização de escada de segurança;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 14/2019 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 15/2019 - Controle de fumaça;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 16/2019 - Gerenciamento de riscos de incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 17/2019 - Brigada de incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 18/2019 - Iluminação de emergência;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 19/2019 - Sistema de detecção e alarme de incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 20/2019 - Sinalização de emergência;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 21/2019 - Sistema de proteção por extintores de incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 22/2019 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 23/2019 - Sistemas de chuveiros automáticos;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 24/2019 - Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 25/2019 - Líquidos combustíveis e inflamáveis;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 26/2019 - Sistema fixo de gases para combate a incêndio;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 27/2019 - Armazenamento em silos;
  - INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 28/2019 - Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP);

- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 29/2019 - Comercialização, distribuição e utilização de gás natural;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 30/2019 - Fogos de artifício;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 31/2019 - Segurança contra incêndio para heliponto e heliporto;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 32/2019 - Produtos perigosos em edificações e áreas de risco;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 33/2019 - Cobertura de sapé, piaçava e similares;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 34/2019 - Hidrante urbano;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 35/2019 - Túnel rodoviário;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 36/2019 - Pátio de contêineres;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 37/2019 - Subestação elétrica;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 38/2019 - Segurança contra incêndio em cozinha profissional;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 39/2019 - Estabelecimentos destinados à restrição de liberdade;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 40/2019 - Edificações históricas, museus e instituições culturais com acervos museológicos;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 41/2019 - Inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 42/2020 - Projeto Técnico Simplificado (PTS);
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 43/2019 - Adaptação às normas de segurança contra incêndio – edificações existentes;
- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 44/2019 - Proteção ao meio ambiente;

- INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 45/2019 - Segurança contra incêndio para sistemas de transporte sobre trilhos;

#### **2.4.2 Leis federais**

A Norma Regulamentadora (NR) N° 23 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) é ministrada como instrução para empresas quanto a medidas a serem adotadas nos locais de trabalho e treinamento de trabalhadores para combate a incêndio, utilizando de equipamentos de combate ao fogo, procedimentos de abandono à edificação e acionamento de alarmes e mecanismos de emergência. A norma também prevê as medidas de dimensionamento para saídas de emergência, suas sinalizações, dentre outros (BRASIL, 2018).

A NR 23 prevê o cumprimento das normas estaduais e técnicas aplicáveis quanto aos empregados para combate a incêndio, desde que estes sejam devidamente treinados para manusear equipamentos e reagir a situações de emergência.

No dia 30 de março de 2017 foi sancionada a lei Nº 13.425, chamada de "Lei Kiss" em detrimento ao infeliz incidente ocorrido na Boate Kiss que matou 242 pessoas e feriu mais de 600 em um incêndio. Esta lei estabelece algumas medidas de prevenção e combate a incêndio em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.

#### **2.4.3 Regulamentações estaduais**

O Decreto Estadual N° 63.911 foi sancionado no dia 10 de dezembro de 2018, e estabelece regulamentações de segurança contra incêndio em edificações e áreas de risco pelo estado de São Paulo (SP) e fornece providências correlatas. Foi implantado pelo então Governador Márcio França e é complementado pelas Instruções Técnicas (IT).

#### 2.4.3.1 Classificação das edificações

- Ocupação: A Figura 31 representa o inserido no Anexo A do Decreto Estadual N° 63.911/18, quanto às edificações separando por ocupação ou uso do espaço, e subdividindo-os em outros grupos mais específicos dependendo do tipo de ocupação (SÃO PAULO, 2018).

Figura 31 - Classificação das edificações e áreas de risco por ocupação

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternais, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados

Fonte: São Paulo (2018). Adaptado.

- Altura: A Figura 32 apresenta o ainda disposto no Anexo A do Decreto Estadual N° 63.911/18 sobre a classificação de edificações, mas agora com o foco na altura da edificação (SÃO PAULO, 2018).

Figura 32 - Classificação das edificações e áreas de risco por altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00\text{ m}$
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00\text{ m} < H \leq 12,00\text{ m}$
IV	Edificação de Média Altura	$12,00\text{ m} < H \leq 23,00\text{ m}$
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00\text{ m} < H \leq 30,00\text{ m}$
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: São Paulo (2018). Adaptado.

- Carga de incêndio: O Anexo A do Decreto Estadual N° 63.911/18 dispõem de uma tabela em comum com a apresentada pela Corpo de Bombeiros em Norma Técnica (NT) N°01/2014, que se apresenta na Tabela 5 sobre carga de incêndio. Nesta tabela é possível correlacionar o risco da edificação quanto a sua carga máxima de incêndio em megajoules por metro quadrado (MJ/m<sup>2</sup>) (SÃO PAULO, 2018).

A Figura 33 dispõe de exigências mínimas para com edificações já existentes com relação a área construída e a altura da mesma, considerando quando a construção foi feita. Elas podem encaixar-se de duas maneiras: se possuem área construída menor que 750m<sup>2</sup> e se possui altura menor que 12m.

Figura 33 - Exigências mínimas para edificações existentes

PERÍODO DE EXISTÊNCIA DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO	ÁREA CONSTRUÍDA ≤ 750 m <sup>2</sup> E ALTURA ≤ 12 m	ÁREA CONSTRUÍDA > 750 m <sup>2</sup> e/ou ALTURA > 12 m
QUALQUER PERÍODO ANTERIOR À VIGÊNCIA DO ATUAL REGULAMENTO	Conforme Tabela 5	Conforme ITCB 43 – Adaptação às Normas de Segurança contra Incêndio - Edificações Existentes
<b>NOTAS GERAIS:</b> <p>a – Os riscos específicos devem atender às ITCB respectivas e às regulamentações do SvSCI;</p> <p>b – As instalações elétricas e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais.</p>		

Fonte: São Paulo (2018)

Para edificações que possuam altura ou áreas maiores a estes limites, devem seguir as orientações da IT N°43/2018 - “Adaptação às Normas de Segurança contra Incêndio – Edificações Existentes” do CBPMESP.

#### 2.4.4 Instruções técnicas do CBPMESP

As Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), também chamadas de IT's, são instruções elaboradas para implantação de normas relacionadas a combate a incêndio (SÃO PAULO, 2011a).

Segundo Valentin (2008), as primeiras Instruções Técnicas foram promulgadas

em 22 de abril de 2002. São 45 Instruções Técnicas ao todo, as quais foram revisadas em 2018 com a atualização da IT N° 45/2018 - "Segurança contra incêndio para sistemas de transporte sobre trilhos".

#### **2.4.5 Lei Complementar nº 1.257/2015**

A Lei Complementar Nº 1.257 de 6 de janeiro de 2015 estabeleceu, no estado de São Paulo, que o CBPMESP possui autoridade e permissão para vistoriar imóveis, verificar medidas de prevenção e proteção contra incêndio e outras medidas que antes eram de poder apenas da Polícia Militar. Sendo assim, caso a edificação não esteja agindo dentro da norma, o Corpo de Bombeiros poderá dar advertência, multa ou até mesmo a cassação do AVCB/CLCB da edificação (USP, 2019a).

A ação combinatória do Corpo de Bombeiros com o Setor de Fiscalização da Prefeitura Municipal facilita a atuação para ambas as instituições, enriquecendo o processo de inspeção.

### 3 MATERIAIS E METODOS

Neste capítulo, serão abordados os princípios utilizados para avaliar o sistema de proteção contra incêndio de uma instituição escolar. Primeiramente, será feita uma apresentação sucinta da estrutura do colégio e suas instalações, seguida pela análise dos mecanismos instalados na edificação.

Devido à pandemia que assolou o mundo no ano de 2020, ano em que foi realizada esta análise, o colégio ao qual se objetiva este estudo foi paralisado e as visitas à instituição foram limitadas. Por conta disto, algumas informações não puderam ser obtidas ou testadas.

As informações pessoais do colégio e dos funcionários foram ocultadas por orientação da diretoria avaliadora deste trabalho.

#### 3.1 Material

Para este estudo foi utilizado um caderno de anotação, calculadora e uma trena laser para medição de comprimento e altura dos acessos e saídas internas, altura e distância entre hidrantes, extintores, acionadores manuais, iluminação e sinalizações e medição de área da edificação. O instrumento apresenta-se na Figura 34.

Figura 34 - Trena laser



Fonte: Autoria Própria (2020)

### 3.2 Instituição objeto da análise

O colégio encontra-se ao centro da cidade de São Vicente e foi fundado em 31 de março de 1964. Atualmente, possui o funcionamento no período vespertino, educando crianças do primeiro ao ensino médio. A instituição possui 204 discentes e 36 funcionários, entre todos os cargos ocupados.

As medidas técnicas de proteção contra incêndio foram instaladas no dia 17 de novembro de 2015. Ao todo, a edificação conta com 24 salas, entre ambientes de aula e locais de trabalho utilizado pelos funcionários.

O colégio situasse a uma distância não superior a 250 metros de uma unidade do Corpo de Bombeiros o que lhe proporciona conforto para um possível caso de emergência. As características pertinentes estão resumidamente expostas abaixo, na Figura 35.

Figura 35 - Dados da edificação

Ano de Construção	31/03/1964
Área Total do Terreno	2600,00 m <sup>2</sup>
Área Construída	2119,90 m <sup>2</sup>
Material Construtivo	Concreto Armado e Alvenaria
Altura Máxima da Edificação	10 metros
Número de Pavimentações	2
Ocupação	Educacional
Intervalo de Funcionamento	07:00h às 19h00
Número Atual de Alunos	204
Número de Funcionários	36
Distância do Corpo de Bombeiros	250 metros
Validação do AVCB	17/10/2015

Fonte: Autoria Própria (2020)

A edificação possui acesso por duas das ruas que envolvem a quadra em que ela se encontra, podendo assim entrar ou sair do colégio pela Rua A ou pela Rua C. A Figura 36 ilustra a vista superior do colégio.

Figura 36 - Mapa de localização da edificação.



Fonte: Google Earth (2020)

O terreno possui duas pavimentações, além disso, possui uma divisão de blocos, assim como demonstrado nas Figuras 37 e 38 abaixo.

Figura 37 - Áreas do terreno por metro quadrado do pavimento térreo

<b>Pavimento Térreo</b>	
<b>Blocos</b>	<b>Metragem (m<sup>2</sup>)</b>
1	357,57
2	392,92
3	144,70
4	276,48
<b>Total</b>	<b>1171,67</b>

Fonte: Autoria própria (2020)

Figura 38 - Áreas do terreno por metro quadrado do pavimento superior

<b>Pavimento Superior</b>	
<b>Blocos</b>	<b>Metragem (m<sup>2</sup>)</b>
1	314,60
2	392,92
<b>Total</b>	<b>707,52</b>

Fonte: Autoria própria (2020)

Para exemplificar a divisão da instituição em blocos, foi realizado um esboço da planta arquitetônica, através do software AutoCad®, o qual se encontra disponível no Anexo A.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Classificação da edificação**

A instituição alvo desta análise é de cunho educacional, e será feita sua classificação preconizando o Decreto Estadual N° 63.911/2018, quanto à sua ocupação, altura, área construída e carga de incêndio.

#### **4.1.1 Ocupação**

Utilizando a Figura 31 - Classificação das edificações e áreas de risco por ocupação (presente no Anexo A, Tabela 1 do Decreto), a instituição é classificada no Grupo E, ocupação/uso Educacional e cultura física, na divisão E - 1, Escola geral.

#### **4.1.2 Altura**

A classificação quanto à altura utilizará a Figura 32 - Classificação das edificações e áreas de risco por altura, presente na Tabela 2 do Decreto. A instituição alvo de análise possui uma altura não superior a 10 metros e, portanto, se enquadra no Tipo III, Edificação Baixa-média altura.

#### **4.1.3 Relação de área construída e altura.**

O colégio possui uma área construída de 2119,90 m<sup>2</sup> e, portanto, deverá estar em conformidade com a Instrução Técnica N° 43 - Adaptação às Normas de Segurança contra Incêndio - Edificações Existentes, de acordo com a Tabela 2.10 - Exigências mínimas para edificações existentes, presente na Tabela 4 do Decreto.

#### **4.1.4 Carga de incêndio**

De acordo com a Figura 22 - Tabela de cargas de incêndio específicas por

ocupação, presente na Instrução Técnica - N° 14/2019, a instituição é classificada em uma carga de incêndio (CI) de até 300 MJ/m<sup>2</sup>, englobando Escolas em geral, dos Tipos E-1/E-2/E-4/E-6. Desta forma, é seguro afirmar que de acordo com a Figura 23 - Classificação das edificações quanto à carga de incêndio da Norma Técnica - N° 01/2019, a mesma se encontra dentro da classificação de baixo risco.

## 4.2 Informações sobre o sistema de segurança

### 4.2.1 Extintores

O colégio possui ao todo 16 extintores de incêndio, sendo todos do tipo portátil. Os tipos de extintor presentes estão listados na Figura 39.

Figura 39 - Extintores presentes na instituição

Tipo	Capacidade	Nº de Extintores
<b>ÁGUA PRESSURIZADA</b>	<b>2 - A</b>	<b>7</b>
<b>PÓ QUÍMICO SECO - BC</b>	<b>20 - B : C</b>	<b>9</b>

Fonte: Autoria Própria (2020)

A manutenção dos extintores estava em dia, com previsão para uma nova inspeção para agosto de 2023, e sua capacidade extintora estava no máximo. Assim como mostram as Figuras 40 e 41.

Figura 40 - Data de manutenção dos extintores



Fonte - Autoria Própria (2020)

Figura 41 - Carga dos extintores



Fonte - Autoria Própria (2020)

Como a instituição se caracteriza no grau de risco baixo de incêndio, utilizaremos a determinação da distância máxima a ser percorrida para extintores do tipo A e B. Sendo assim, para o tipo 2-A, a distância máxima é de 20 metros, e para o tipo 20-B é de 15 metros. No caso desta edificação, constatou-se através de medição por trena eletrônica que as distâncias reais entre extintores não superaram 14 metros, sendo assim, encontra-se de acordo com a Instrução Técnica N° 16/2019.

Ainda segundo a IT, os extintores portáteis deverão estar a uma altura não superior a 1,60 metros e sua parte inferior deverá estar a uma distância de no mínimo 20 centímetros do piso acabado.

Durante a análise pôde-se observar que a maioria dos extintores respeitaram a exigência, porém, dois deles encontraram-se irregulares, estando diretamente sobre o piso. Assim como demonstrado na Figura 42.

Figura 42 - Extintor irregular



Fonte: Autoria Própria (2020)

A coordenadora da instituição informou que estes extintores foram movidos temporariamente de lugar pois a parede que o suporta está em manutenção e pintura.

#### 4.2.2 Iluminação de Emergência

As iluminações de emergência foram posicionadas nas saídas, nos corredores e em áreas de grande movimentação. De acordo com a IT N° 18/2019 – “Iluminação de Emergência” do CBPMESP, pontos de iluminação de emergência devem ser

posicionadas a uma distância não maior que 15 metros entre si, podendo ser alimentada energeticamente por blocos autômatos ou por uma central.

As Figuras 43 e 44 mostram a instalação dos blocos e seu estado de conservação, nas imagens é possível constatar seu posicionamento sobre saídas e escadas. São dispostos blocos autônomos com autonomia de 1 hora a uma distância entre luminárias de até 14 metros, distribuídos respeitando a Instrução Técnica N° 18/2019.

Figura 43 - Iluminação de emergência sobre saídas



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 44 - Iluminação de emergência sobre escadas



Fonte: Autoria Própria (2020)

#### 4.2.3 Alarme e central

Os acionadores manuais de alarme estão distribuídos entre os blocos e pavimentos, e, conforme recomendado pela Instrução Técnica N° 19/2019, estão posicionados ao lado dos hidrantes, ilustrado na Figura 45.

Figura 45 - Acionador manual de emergência



Fonte: Autoria Própria (2020)

Para efeito da norma, os acionadores deverão ser posicionados a uma altura entre 0,90 a 1,35 metros do piso. Em análise constatou-se que esta norma foi seguramente cumprida pela instituição.

Há uma central com bateria de autonomia de 1 hora instalada na secretaria do colégio, local este de constante e permanente vigilância humana, respeitando a IT. Conforme ilustrado na Figura 46.

Figura 46 - Central de Alarme



Fonte: Autoria Própria (2020)

#### 4.2.4 Sinalização de emergência

Por toda a instituição, há sinalizações básicas de proibição, alerta, orientação e salvamento e de equipamentos contra incêndio, respeitando assim a Instrução Técnica N° 20/2019.

Figura 47 - Sinalização de Orientação e Salvamento



Fonte: Autoria Própria (2020)

Além disso, podemos constatar pelas Figuras 48 e 49 outros tipos de sinalização, como sinalização de equipamentos de combate a incêndio e sinalização de alerta, respectivamente.

Figura 48 - Sinalização de equipamentos de combate a incêndio



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 49 - Sinalização de Alerta



Fonte: Autoria Própria (2020)

#### 4.2.5 Acesso de viaturas

Segundo a Instrução Técnica N° 06/2019, a largura e altura mínima do acesso para viaturas devem ser, respectivamente, 6 e 4,5 metros. O estacionamento da instituição possui um portão frontal de 2,1 metros de altura e 3,0 metros de comprimento, conforme a Figura 55. Desta forma, a viatura deverá estacionar em via pública.

#### 4.2.6 Materiais de Acabamento e Revestimento

O edifício possui acabamento e revestimento do piso dentro da classe I, de acordo com a Instrução Técnica N° 10/2019. A classificação resumida dos materiais da edificação alvo deste estudo, se encontram na Figura 50.

Figura 50 - Materiais de Acabamento e Revestimento

Classe dos Materiais de Acabamento e Revestimento		
Ocupação:	Escola	
Piso	Parede e Divisória	Teto e Forros
Classe I	Classe II - A	Classe II - A

Fonte: Autoria Própria (2020)

De acordo com o Anexo A, Tabela A. 1 – “Classificação dos materiais de revestimento de piso” da IT, o material de classe I caracteriza-se por incombustível, com uma variação de temperatura inferior ou igual a 30°C, tornando seguro e dentro da norma para este fim. Assim como demonstrado na Figura 51, retirada da IT.

Figura 51 - Classificação dos materiais de revestimento de piso

Método de ensaio \ Classe	ISO 1182	NBR 8660	EN ISO 11925-2 (exposição = 15 s)	ASTM E 662
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-	-

Fonte: São Paulo (2019J). Adaptado.

Ainda segundo a mesma Instrução Técnica, as paredes, divisórias, teto e forros se enquadram na classe II – A, que de acordo com a Tabela A.2 – “Classificação dos materiais exceto revestimentos de piso” da IT, possui um  $Ip$  (índice de propagação superficial de chama) inferior ou igual a 25. Assim como demonstrado na Figura 52, retirada da IT.

Figura 52 - Classificação dos materiais exceto revestimentos de piso

Método de ensaio \ Classe	ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C};$ $\Delta m \leq 50\%;$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II	A	Combustível	$Ip \leq 25$
	B	Combustível	$Ip \leq 25$

Fonte: São Paulo (2019J). Adaptado.

#### 4.2.7 Segurança estrutural na edificação

A instituição foi construída e executada utilizando concreto armado e alvenaria. De acordo com a Instrução Técnica N° 18/2019, o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) de uma instituição educacional dependerá de sua altura, no caso da edificação alvo de estudo, deverá ser de no mínimo 30 horas, assim como monstra a Figura 53 retirada do Anexo B da IT.

Figura 53 - Tempos requeridos de resistência ao fogo

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Profundidade do subsolo $h_s$		Altura da edificação $h$					
			Classe S <sub>2</sub> $h_s > 10m$	Classe S <sub>1</sub> $h_s \leq 10m$	Classe P <sub>1</sub> $h \leq 6m$	Classe P <sub>2</sub> $6m < h \leq 12m$	Classe P <sub>3</sub> $12m < h \leq 23m$	Classe P <sub>4</sub> $23m < h \leq 30m$	Classe P <sub>5</sub> $30m < h \leq 80m$	Classe P <sub>6</sub> $80m < h \leq 120m$
<b>A</b>	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30	60	90	120	120
<b>B</b>	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60	60	90	120	150
<b>C</b>	Comercial varejista	C-1	90	60	60	60	60	90	120	150
<b>D</b>	Serviços profissionais, profissionais e técnicos	C-2 e C-3	90	60	60	60	60	90	120	150
<b>D</b>	Serviços profissionais, profissionais e técnicos	D-1 a D-4	90	60	30	60	60	90	120	120
<b>E</b>	Educativo e cultura física	E-1 a E-6	90	60	30	30	60	90	120	120

Fonte: São Paulo (2019h). Adaptado.

#### 4.2.8 Saídas de emergência

As rotas de fuga e altura mínima foram dimensionadas conforme a legislação vigente à época de construção da instituição.

O colégio conta com 4 saídas/acessos para fora da edificação. Para manter a discrição da instituição, foram omitidas partes de algumas fotos. As Figuras 54 à 57 mostram estes acessos e suas respectivas medidas.

Figura 54 - Portão automático



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 55 - Portão garagem



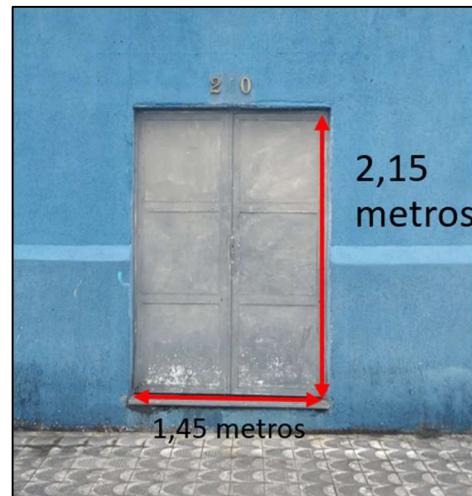
Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 56 - Acesso Bloco 4



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 57 - Portão dos fundos



Fonte: Autoria Própria (2020)

O acesso A funciona de maneira automatizada, necessitando de um controle para efetuar o translado interno/externo. Já os acessos B, C e D funcionam de maneira manual, utilizando de chaves. Além disso, os acessos A, B e C dão para a Rua A, rua esta que possui um corpo de bombeiros alocado, e o acesso D dá para a Rua C, conforme ilustrado na Figura 36.

De acordo com a Instrução Técnica N° 11/2019f, as larguras mínimas exigidas devem seguir a equação (1), para isso utilizaremos a área construída do pavimento térreo que é de 1171,67 m<sup>2</sup>. A capacidade de Unidade de Passagem (C) adotada será de 100, uma vez que a edificação se enquadra na divisão E-1 a E-4, assim como demonstrado na Figura 10.

Inicialmente calculamos o número máximo de pessoas para a metragem total construída da edificação.

$$P = \frac{1171,67 \text{ m}^2}{1,50 \text{ m}^2} \therefore$$

$$P \cong 782 \text{ pessoas}$$

Assim podemos demonstrar que:

$$N = \frac{782}{100}$$

Uma vez calculado o valor de N, deverá ser adotado o valor imediatamente acima, para fins de segurança. Desta forma:

$$N = 8$$

Devemos então multiplicar o número de unidades de passagem (N) pelo valor de cada unidade (UP), e assim definirmos o valor mínimo do comprimento total dos acessos. Desta forma temos:

$$L_{mín} = 8 \times 0,55 = 4,40 \text{ metros}$$

A Figura 58 demonstra a metragem dos acessos e o exigido pela norma.

Figura 58 - Largura dos acessos e unidade de passagem

Acesso	Largura	UP
1, 2 e 3	6,75	3,30
4	1,45	1,65
Total	8,20	4,95

Fonte: Autoria Própria (2020)

Uma vez que o total da soma dos comprimentos de acesso da instituição é 8,20 metros, e adotando o comprimento mínimo necessário de 4,40 metros, uma vez que ele é mais restrito, pode-se afirmar que a edificação está dentro das normas vigentes.

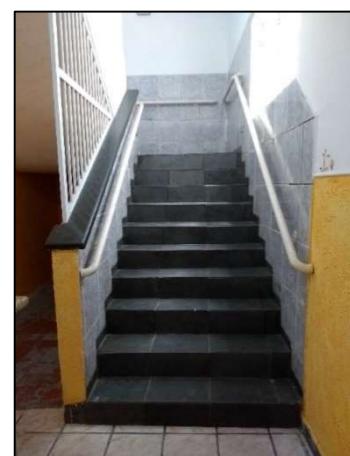
Como a instituição utiliza de escadaria, é necessário calcular qual a UP para este caso. Há duas escadas, uma dando acesso aos blocos 1 e outra ao bloco 2 do pavimento superior, conforme as Figuras 59 e 60.

Figura 59 - Escadaria do bloco 1



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 60 - Escadaria do bloco 2



Fonte: Autoria Própria (2020)

Desta forma, calcularemos a UP utilizando da Figura 10, em que a capacidade para escadas deverá ser igual a 75 UP.

A largura mínima de escadas e rampas devem ser dimensionadas em detrimento do pavimento de maior população, desta forma utilizaremos o pavimento superior do bloco 1.

$$N = \frac{261,94}{75} \therefore$$

$$N \cong 4$$

$$L_{mín} = 4 \times 0,55 = 2,20 \text{ metros}$$

A figura abaixo relaciona a largura real das escadas e a largura mínima exigida pela norma em UP.

Figura 61 - Largura das escadas e unidade de passagem

<b>Escada</b>	<b>Largura</b>	<b>UP</b>
Bloco 1	1,46	2,20
Bloco 2	1,32	
<b>Total</b>	<b>2,78</b>	

Fonte: Autoria Própria (2020)

Além dos acessos (que levam à área externa da edificação), o prédio possui 2 saídas internas, que encaminham a população para uma área aberta e segura. A saída interna principal é formada por duas folhas de vidro temperado e possuem uma metragem de 1,47 metros de comprimento por 2,34 metros de altura, já a segunda saída interna possui 1,10 metros de comprimento por 2,10 metros de altura, e é constituído de folha única. Ambas as saídas internas são abertas manualmente pelo uso de chaves.

De acordo com São Paulo (2019a), deve-se seguir a Figura 62, presente no Anexo B da norma, que determina a distância máxima permitida para que uma pessoa percorra, independentemente do ponto em que a mesma esteja da edificação, até alcançar uma das saídas de emergência.

Figura 62 - Distância máxima percorrida até uma saída de emergência.

Grupo e divisão de ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-2, G-3, G-4, G-5, H, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m

Fonte: São Paulo (2019a)

De acordo com a Figura 62, para uma instituição de ensino que não possui chuveiros automáticos, com mais de um acesso e sem detector automático de fumaça, a distância máxima percorrida permitida é de 50 metros. No caso da instituição, o ponto mais distante de uma saída de emergência foi de aproximadamente 30,00 metros, portanto, caracteriza-se dentro dos parâmetros de exigência prevista em norma.

#### 4.2.9 Sistema de hidrantes

A instituição conta com um total de 5 hidrantes, devido ao comprimento da edificação, que são espalhados estrategicamente. Todos os hidrantes encontraram-se dentro da faixa de 1,20 a 1,60 metros do piso acabado, o que respeita a determinação da Instrução Técnica N° 22/2019. O primeiro pode ser encontrado logo na entrada do colégio, chamaremos este de H-1.

Figura 63 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 1



Fonte: Autoria Própria (2020)

O H-1 encontra-se no pavimento térreo do Bloco 1 e possui 2 mangueiras de 15 metros, isso resulta em uma área de cobertura suficiente para atender ao Bloco 1 e 4 os quais são adjacentes.

Ainda no Bloco 1, mas no pavimento superior, encontra-se o hidrante H-2, o qual também possui 2 mangueiras de 15 metros cada.

Figura 64 - Hidrante do pavimento superior Bloco 1

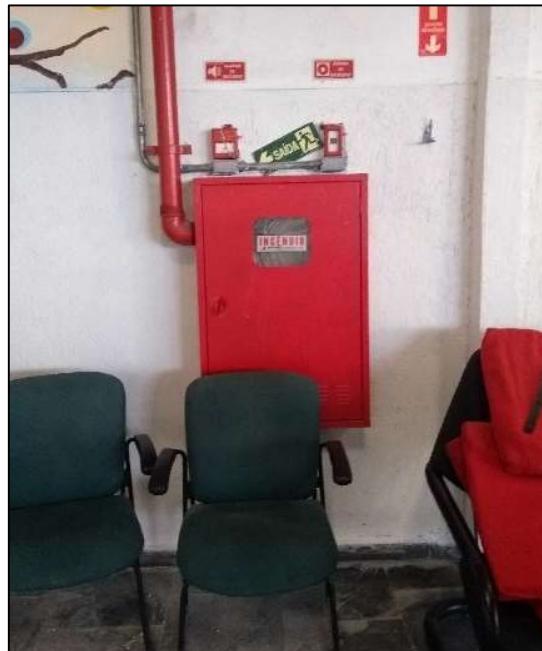


Fonte: Autoria Própria (2020)

Durante a análise, foi constatado não haver sinalização de piso sob os extintores e hidrantes. Apesar da Instrução Técnica N° 20/2019 deixar opcional esta sinalização para locais que não sejam áreas de fabricação ou locais de muita movimentação de mercadoria, os extintores e hidrantes devem sempre estar desobstruídos para facilitar o acesso durante uma emergência. Neste contexto, foi localizado irregularidade no hidrante H-3, localizado no terceiro bloco da edificação,

assim como demonstrado na Figura 65.

Figura 65 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 3



Fonte: Autoria Própria (2020)

Pela imagem é possível constatar que, além de um hidrante obstruído, também há uma sinalização mal posicionada e a ausência de um extintor em seu fixador.

O segundo bloco possui pavimentação superior e térrea, ambas com hidrantes próprios. O hidrante responsável pela cobertura do pavimento térreo é o H-4, o qual, assim como as demais anteriores, possui 2 mangueiras de 15 metros cada.

Figura 66 - Hidrante do pavimento térreo Bloco 2



Fonte: Autoria Própria (2020)

Já no pavimento superior, encontra-se o hidrante H-5 que, diferentemente dos demais, possui uma mangueira única de 20 metros, suficiente para todo o andar.

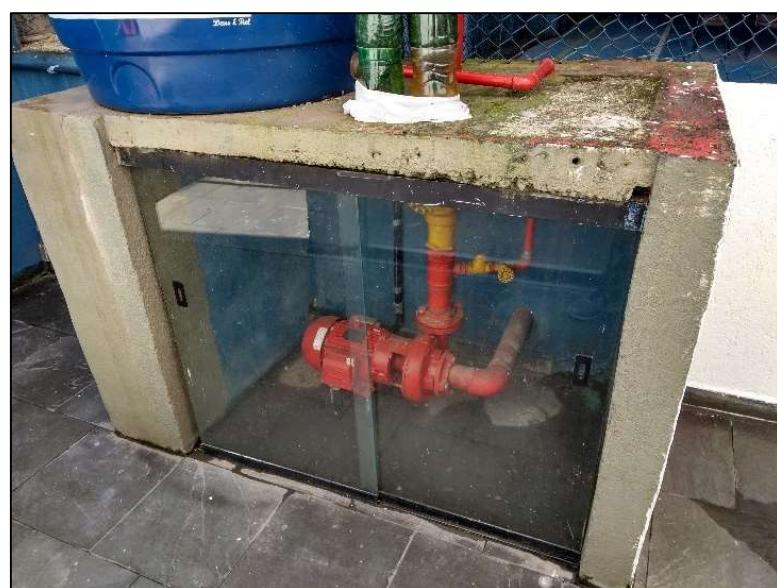
Figura 67 - Hidrante do pavimento superior Bloco 2



Fonte: Autoria Própria (2020)

Ao lado da quadra, no pavimento térreo do terceiro bloco, foi localizado o sistema de reserva de incêndio que acomoda a bomba para toda a edificação. Este sistema possui uma reserva de 8 m<sup>3</sup> de água com pressão suficiente para toda a instituição. Segue abaixo a Figura 68 da bomba e as Figuras 69 e 70 com os dados referentes a reserva e aos hidrantes.

Figura 68 - Bomba de incêndio



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 69 - Reservatório de água e bomba

<b>Reserva de incêndio</b>				
<b>Bomba</b>		<b>Capacidade (m³)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tubulação</b>
<b>Pressão (mca)</b>	<b>Vazão (lpm)</b>	<b>8,00</b>	<b>2</b>	<b>Ø 63mm</b>
<b>34,00</b>	<b>269,00</b>			

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 70 - Demonstrativo dos hidrantes

<b>Demonstrativo dos Hidrantes</b>						
<b>Denom.</b>	<b>Pressão (mca)</b>	<b>Vazão (lpm)</b>	<b>Mangueira</b>	<b>Tipo</b>	<b>Esguicho (mm)</b>	<b>Localização</b>
H-1	15,00	133,50	2(15m) x 38mm	2	13,00	Pav.Terr. (BL 1)
H-2	15,50	135,00	2(15m) x 38mm	2	13,00	Pav.Sup. (BL 1)
H-3	15,00	133,50	2(15m) x 38mm	2	13,00	Pav.Terr. (BL 3)
H-4	15,00	220,00	2(15m) x 38mm	2	13,00	Pav.Terr. (BL 2)
H-5	15,85	220,00	1(20m) x 38mm	2	13,00	Pav.Sup. (BL 2)

Fonte: Autoria Própria (2020)

#### 4.2.10 Brigada de incêndio

A IT N° 17/2019 – Brigada de incêndio, determina quais devem ser as diretrizes para dimensionar uma brigada de incêndio, assim como de que forma efetuar seu treinamento.

De acordo com a instrução técnica, a brigada deverá ser dimensionada seguindo o parâmetro populacional da edificação. Na instituição alvo deste estudo, serão avaliados os funcionários fixos, o grau de risco e a ocupação do edifício. A Figura 71 foi retirada da Tabela A1 da IT, e instrui quanto ao número mínimo de funcionários que deverão compor a brigada.

Figura 71 - Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento, níveis de treinamento e da

## instalação

Grupo	Divisão	Descrição	Grau de risco	População fixa por pavimento						Nível do treinamento (Anexo B)	Nível da instalação (Tabela A.2)
				Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10		
<b>E - Educacional e cultura física</b>	E-1	Escola em geral	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico	Básico
	E-2	Escola especial	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
	E-3	Espaço para cultura física	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	Básico
	E-4	Centro de treinamento profissional	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico	Básico
	E-5	Pré-escola	Baixo	2	4	6	8	8	80% da população fixa	Básico	Básico
	E-6	Escola para portadores de deficiências	Baixo	2	4	6	6	8	80% da população fixa	Básico	Básico

Fonte: São Paulo (2019q). Adaptado.

Como a instituição se classifica na divisão E-1, para uma população fixa por pavimentação ou compartimento de até 10, devemos considerar 4 brigadistas, conforme destacado na Figura 71.

De acordo com a nota 5 da Tabela A.1 da IT, quando a população fixa for superior a 10 pessoas, deverá ser acrescentado mais um brigadista para cada grupo de até 20 pessoas para riscos baixos, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para riscos médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para riscos altos.

Desta forma tem-se:

- População fixa até 10 pessoas = 4 brigadistas (destacado na tabela)
- População fixa acima de 10 = 36 (população permanente do colégio) - 10 = 26 pessoas = 26/20 (mais 1 brigadista para cada grupo de até 20 pessoas em risco baixo) = 1,3 = 2 brigadistas
- Número de brigadas = 4 brigadistas (população fixa até 10) + 2 brigadistas (população fixa acima de 10)
- Número de brigadistas = 6

Desta forma podemos notar que o número mínimo exigido para compor a brigada deverá ser de 6 funcionários. O treinamento deverá ser correspondente ao nível básico como mostrado na Tabela A.1 e seguirá os padrões exigidos pela Figura 72, retirado da Tabela B.2 da IT.

Figura 72 - Módulo e carga horária mínima por nível do treinamento

Nível do treinamento	Módulo	Carga horária mínima (horas)
Básico	Parte teórica de combate a incêndio: 01 a 14 Parte prática de combate a incêndio: 5, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 Parte teórica e prática de primeiros socorros: 15, 16, 17 e 18 (somente grandes hemorragias)	Teórica de combate a incêndio: 1 Prática de combate a incêndio: 2 Teórica e prática de primeiros socorros: 1
Intermediário	Parte teórica de combate a incêndio: 01 a 14, 19 e 20. Parte teórica de primeiros socorros: 15, 16, 17 e 18 (somente grandes hemorragias). Parte prática de combate a incêndio: 5, 7, 8, 9, 10, 11 e 12. Parte prática de primeiros socorros: 15, 16, 17 e 18 (somente grandes hemorragias).	Teórica de combate a incêndio: 2 Prática de combate a incêndio: 3 Teórica e prática de primeiros socorros: 3
Avançado	Parte teórica de combate a incêndio: 01 a 14, 19, 20 e 21. Parte teórica de primeiros socorros: 15, 16, 17 e 18. Parte prática de combate a incêndio: 5, 7, 8, 9, 10, 11 e 12. Parte prática de primeiros socorros: 15, 16, 17 e 18.	Teórica de combate a incêndio: 6 Prática de combate a incêndio: 8 Teórica de primeiros socorros: 4 Prática de primeiros socorros: 6

Fonte: São Paulo (2019q)

Em entrevista, o colégio informou que o último treinamento foi realizado em 2018 e que estão se mobilizando para que em 2021 seja feito um novo treinamento. Apesar de atualmente serem os mesmos funcionários do último treinamento, a IT informa que deverá ser realizado um novo treinamento a cada 1 ano ou quando há troca de pelo menos 50% dos funcionários da instituição.

A administração do colégio afirmou que seus funcionários recebem treinamento anual e que todos estão capacitados para operar as ferramentas de combate a incêndio. Porém, ao entrevistar os funcionários, alguns disseram não terem presenciado o treinamento e que não sabem operar instrumentos como hidrantes e extintores corretamente.

## 5 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho, constata-se que a análise do sistema de proteção contra incêndio de uma edificação escolar atingiu seu objetivo principal. É possível notar que a edificação encontra-se instrumentalmente preparada para quaisquer adversidades relacionadas a um incêndio, com hidrantes e extintores corretamente posicionados, certificados e com manutenção em dia, além das sinalizações, acionadores e iluminações de emergência. Porém, assim como um instrumento em conformidade, o treinamento da brigada se faz igualmente essencial, e neste ponto pôde-se observar discrepâncias entre a administração e os funcionários, devendo ser realizado novos treinamentos para combate a incêndio. Além disso, houveram alguns poucos casos de não conformidade com as normas instituídas nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, devendo estas serem corrigidas para melhorar a segurança de alunos e funcionários.

Toda a análise utilizou como instrumento principal de consulta o Decreto Estadual N° 63.911/2018, como regulamento de segurança contra incêndios das edificações e áreas de risco, estando a instituição em conformidade com as normas exigidas.

## REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Segurança contra incêndios em estabelecimentos de saúde.** 1ª edição. Brasília, 2014. 141p.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9.077:2001-** Saídas de Emergências em Edifícios, 2001

\_\_\_\_\_ . **NBR 10.898** - Sistemas de iluminação de emergência. 2013.

\_\_\_\_\_ . **NBR 12.693** - Sistemas de proteção por extintores de incêndio. 2013.

\_\_\_\_\_ . **NBR 13.434** - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, 2005.

\_\_\_\_\_ . **NBR 13714** - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos pra combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_ . **NBR 14.100** - Proteção contra incêndio – Símbolos gráficos para projeto. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_ . **NBR 14.276** - Brigada de incêndio – Requisitos, 2006

\_\_\_\_\_ . **NBR 14.432** - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento, 2001.

\_\_\_\_\_ . **NBR 14.608** - Exigência do bombeiro profissional civil, em todos os tipos de ocupação, exceto edificações residenciais uni- e multifamiliares em número proporcional à área construída, com cobertura de 24 horas diárias, 2007.

\_\_\_\_\_ . **NBR 17.240** - Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos, 2010.

**BC SYSTEM FIRE. Como atua o Stat-x, na extinção de um incêndio.** Disponível em: <<http://www.bc-systems.pt/stat-x-2/>>. Acesso em 30 jan., 2020.

BERTO, A.F. **Medidas de proteção contra incêndios: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios.** São Paulo: 1991. 351p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT n.º 221, de 06 de maio de 2018. **Norma Regulamentadora nº 23 – Proteção contra incêndio.** Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf>> Acesso em: 22 de dez. de 2019.

CARLO, U. D.; PEREIRA, W.; ALMIRON, H. A. **Sistema de proteção por extintores portáteis de incêndio.** In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) *A Segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

CARVALHO, E.O. **Análise do projeto técnico contra incêndio de uma escola de ensino médio.** Monografia (Especialização). Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 01- Procedimentos Administrativos.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 03 – Terminologia de segurança contra incêndio.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 04 – Acesso de viaturas nas edificações e áreas de risco.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 09 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 10 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 11 – Saídas de emergência.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 14 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 17 – Brigada de incêndio Parte 1 – Brigada de incêndio.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 18 – Iluminação de emergência.** São Paulo, 2019.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica 19 – Sistema de detecção e alarme de incêndio.** São Paulo, 2019.

- \_\_\_\_\_ . **Instrução Técnica 20** – Sinalização de emergência. São Paulo, 2019.
- \_\_\_\_\_ . **Instrução Técnica 21** – Sistema de proteção por extintores de incêndio. São Paulo, 2019.
- \_\_\_\_\_ . **Instrução Técnica 22** – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. São Paulo, 2019.
- COUTINHO, B. A.; CORRÊA, A. R. **A Interpretação do Controle de Materiais de Acabamentos e Revestimento no Processo de Segurança Contra Incêndio**. E&S - Engineering and Science. v.2. ed.6. Cuiabá, 2016. Disponível em: <[periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/download/4347/2992](http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/download/4347/2992)>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- CUNHA, L. C. L.; MARTINELLI, R. H. **Sistema de controle de fumaça**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.
- CUNHA, M,I,R. **Estudo de caso: levantamento dos riscos de incêndio em um ambiente escolar**. Monografia (Especialização). Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.
- FILHO, G. A. D. **Adequação das instalações de combate a incêndio da escola de música para atender ao TAC entre UFRN e corpo de bombeiros**. Natal, [s.n.] 2016. 88 p.
- GRANDO, F.M. **Análise do sistema de proteção contra incêndio de uma escola em um município no interior do Estado de São Paulo**. Monografia (Especialização). Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8421 Part - 1:1987 **Fire Protection Vocabulary - General Terms and phenomena of fire**. Gênova. 1987.
- JÚNIOR, A. B. C. J.; LEITE, W. C. **Brigadas de incêndio**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.
- LINO, A. G. H.; BAUMEL, L. F. S. **Plano de abandono escolar**. Paraná [s.n.], 2013. 35 p.
- MARCATTI, J.; FILHO, J. E. B.; FILHO, H. S. C. **Compartimentação e afastamento entre edificações**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil.

São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

ONO, R.; VALENTIN, M. V.; VENEZIA, A. P.P.G. **Arquitetura e urbanismo**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

PANNONI, F. D.; SILVA, V. P.; PINTO E. M; SILVA, A. A. **Segurança das estruturas em situação de incêndio**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

PINTO, E. M. **Proteção contra incêndio em edificações de madeira**. 2001. 157p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 2001.

OLIVEIRA, L. H.; GUIMARÃES, A. P.; GONÇALVEZ, O. M. **Sistema de combate a incêndio com água**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

RAMOS, M.M. Análise da Segurança Contra Incêndio em Escolas. Monografia (Especialização). Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

RICO, C.D.R. **Avaliação das medidas de segurança contra incêndio de uma Pré-escola**. Monografia (Especialização). Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual N° 63.911/2018**, de 10 de dezembro de 2018. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. São Paulo, 2018.

SARKIS, N.A. **Calorimetria**. São José dos campos-SP: Editora Poliedro. p. 264. 2013.

SEITO, A. I. **Fundamentos de fogo e incêndio**. In: SEITO, A. I. et al. (Ed.) A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. **Proteção contra incêndios e explosões**. São Paulo: [s.n.], 2019.

**ANEXO A**