

ÉVERTON OLIVEIRA DE CARVALHO

ANÁLISE DO PROJETO TÉCNICO CONTRA INCÊNDIO DE UMA  
ESCOLA DE ENSINO MÉDIO

São Paulo  
2019

ÉVERTON OLIVEIRA DE CARVALHO

ANÁLISE DO PROJETO TÉCNICO CONTRA INCÊNDIO DE UMA ESCOLA DE  
ENSINO MÉDIO

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

2019

## AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares e minha namorada pelo amor, carinho, paciência e suporte que tiveram comigo durante a realização deste trabalho.

Aos professores e colaboradores do curso, pela atenção, apoio, dedicação e ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de profissão, de curso e de trabalho pela amizade e pelas trocas de experiências, que aumentaram os conhecimentos obtidos durante o curso.

## RESUMO

Os sistemas de proteção contra incêndio são necessários para garantir preservação da vida dos ocupantes da edificação, do patrimônio, meio ambiente e edificações vizinhas. Este trabalho tem objetivo de analisar as medidas de proteção contra incêndio de uma escola de ensino médio inaugurada em 1980 e localizada na cidade de São Paulo. O autor escolheu o tema para estudo por desenvolver suas atividades profissionais em uma escola de ensino médio. Referenciando-se nas exigências estabelecidas pelo Decreto Estadual de São Paulo nº 56.819 de 10 de março de 2011 para obter os dados necessários para a análise, realizou-se uma vistoria técnica e entrevistas com funcionários, além de verificação do projeto contra incêndio. Após estabelecer as medidas de proteção exigidas de acordo com o referido Decreto, uma avaliação referente a exigência de cada uma delas foi realizada, usando as especificações das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo como regra. Por falta de dados fornecidos ou pela impossibilidade de vistoria de determinadas áreas, algumas verificações não puderam ser plenamente desenvolvidas. Os resultados demonstram que a escola possui todas as medidas de proteção contra incêndio determinadas, contudo, algumas estão em situação de não conformidade, necessitando de adequação. Conclui-se que, mesmo com todas as medidas de proteção exigidas, em situação de emergência, a escola não apresenta as condições mínimas para combate ao princípio de incêndio.

**Palavras-chave:** Incêndio, Proteção contra incêndio, Escola de ensino médio.

## ABSTRACT

Fire protection systems are needed to ensure preservation of occupant's lives, heritage, environment and neighboring buildings. This study aims to analyze the fire protection measures of a high school inaugurated in 1980 and located in the city of São Paulo. The author chose to study this theme because his professional activities are developed in a high school building. Based on the requirements established by the São Paulo State Decree number 56,819 of March 10, 2011 to obtain the necessary data for the analysis, a technical survey and interviews with employees were carried out, in addition to verifying the project against fire. After establishing protective measures required under the aforementioned decree, an evaluation of each requirement was made using the specifications technical instructions of the fire brigade of the military Police of the State of São Paulo as a rule. Due to the lack of data provided or the impossibility of inspection of certain areas, some verifications could not be fully developed. The results show that the school has all the fire protection measures determined, however, some are in a situation of non-conformity, necessitating adequacy. Was concluded that even with all the protective measures required, in an emergency situation, the school does not present the minimum conditions to combat the fire.

**Keywords:** Fire, Fire Protection, High School.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tetraedro do fogo.....	14
Figura 2 - Exemplos de transmissão de calor .....	17
Figura 3 - Etapas de evolução do incêndio .....	18
Figura 4 - Exemplos de compartimentação horizontal .....	22
Figura 5 - Exemplo de compartimentação vertical externa .....	23
Figura 6 - Dimensões mínimas do portão de acesso à edificação .....	25
Figura 7 - Exemplos de dados para o dimensionamento das saídas de emergência	29
Figura 8 - Exemplos de sinalização de emergência .....	32
Figura 9 - Exemplo de extintor CO <sub>2</sub> .....	34
Figura 10 - Aplicação dos extintores conforme classe de fogo .....	34
Figura 11 - Composição mínima da brigada por pavimento, níveis de treinamento e da instalação .....	36
Figura 12 - Iluminação de emergência de balizamento .....	37
Figura 13 - Modelo de Iluminação de emergência de aclaramento .....	38
Figura 14 - Tabela de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos.....	40
Figura 15 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva técnica mínima (m <sup>3</sup> ).....	41
Figura 16 - Resumo de recomendações para TRRF .....	42
Figura 17 - Exemplos de edificações isentas de TRRF .....	42
Figura 18 - Dados da escola .....	49
Figura 19 - Vista superior da escola .....	50
Figura 20 - Classificação das edificações quanto ao uso.....	51
Figura 21 - Classificação das edificações quanto à altura .....	52
Figura 22 - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação.....	53
Figura 23 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio .....	53
Figura 24 - Exigências para edificações existentes.....	54
Figura 25 - Comparação de medidas de proteção entre os Decretos Anterior e Vigente .....	55
Figura 26 - Largura do acesso de viatura.....	56

Figura 27 - Largura da via de acesso a viatura .....	57
Figura 28 - Tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) .....	58
Figura 29 - Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material .....	60
Figura 30 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência .....	61
Figura 31 - Componentes de acesso para rota de fuga .....	64
Figura 32 - Saídas de descarga .....	65
Figura 33 - Armários escolares nos corredores.....	67
Figura 34 - Saída de emergência com obstrução.....	68
Figura 35 - Distâncias máxima a serem percorridas .....	68
Figura 36 - Tipos de escadas de emergência por ocupação.....	69
Figura 37 - Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento.....	70
Figura 38 - Luminárias de emergência.....	71
Figura 39 - Luminária de balizamento desligada.....	72
Figura 40 - Acionador e sirene de incêndio.....	73
Figura 41 - Central de alarme de incêndio .....	74
Figura 42 - Indicação de altura da sinalização de emergências.....	75
Figura 43 - Indicação de rotas de fugas .....	75
Figura 44 - Sinalização de equipamentos de combate.....	76
Figura 45 - Sinalização de advertência .....	77
Figura 46 - Extintores de incêndio.....	78
Figura 47 - Extintor obstruído e com lacre rompido.....	79
Figura 48 - Abrigo do hidrante.....	80
Figura 49 - Selo de aprovação no teste hidrostático .....	81
Figura 50 - Componentes para cada hidrante .....	81
Figura 51 - Válvula de recalque.....	82
Figura 52 - Quadro elétrico modernizado .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo de exigências para instalação das sinalizações básicas.....	32
Tabela 2 - Determinação dos TRRF para elementos estruturais .....	58
Tabela 3 - Cálculo de alunos por sala de aula .....	62
Tabela 4 - Larguras mínimas requeridas.....	63
Tabela 5 - Cálculo de unidades de passagens da escola .....	65
Tabela 6 - Cálculo de UP para portas .....	66



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CMAR	Controle dos Materiais de Revestimento e Acabamento
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNV	Gás Natural Veicular
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução Técnica
NBR	Norma Brasileira
NE	Escada não enclausurada
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NR	Norma Regulamentadora
PF	Escada à prova de fumaça
RTI	Reserva técnica de incêndio
SCI	Segurança contra incêndio
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TRRF	Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo
UP	Unidade de Passagem
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1 FOGO .....	14
2.1.1 Definição de fogo.....	14
2.1.2 Elementos necessários para produzir fogo .....	15
2.1.3 Classes de fogo .....	16
2.1.4 Mecanismos de transmissão do fogo.....	17
2.1.5 Incêndio.....	18
2.1.6 Meios de extinção do fogo.....	19
2.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO .....	20
2.2.1 Medidas de proteção passiva.....	21
2.2.1.1 Compartimentação horizontal .....	22
2.2.1.2 Compartimentação vertical .....	23
2.2.1.3 Segurança estrutural contra incêndio.....	24
2.2.1.4 Acesso de viatura na edificação .....	25
2.2.1.5 Controle de materiais de acabamento e revestimento .....	26
2.2.1.6 Saídas de emergência .....	27
2.2.1.7 Sinalização de emergência .....	30
2.2.2 Medidas de proteção ativa.....	33
2.2.2.1 Extintores.....	33
2.2.2.2 Brigada de incêndio .....	35
2.2.2.3 Iluminação de emergência .....	37
2.2.2.4 Alarme de incêndio.....	38
2.2.2.5 Hidrantes e Mangotinhos .....	39
2.3 TEMPO REQUERIDO DE RESISTÊNCIA AO FOGO (TRRF) .....	41
2.4 LEGISLAÇÃO APLICADA A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM SÃO PAULO .....	43
2.4.1 Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017.....	43
2.4.2 A Norma Regulamentadora no 23 .....	43
2.4.3 O Decreto Estadual nº 56.819/2011 .....	44

2.4.4 Instruções Técnicas do CBPMESP .....	45
2.4.5 A Lei Complementar no 1.257/2015.....	45
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
3.1 MATERIAIS.....	47
3.1.1 Instrumentação e equipamentos.....	47
3.1.2 Documentação.....	47
3.2 MÉTODOS.....	47
3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	48
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....	51
4.1.1 Quanto à ocupação .....	51
4.1.2 Quanto à altura .....	52
4.1.3 Quanto à carga de incêndio.....	52
4.2 ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES .....	56
4.2.1 Acesso de viatura na edificação .....	56
4.2.2 Segurança estrutural contra incêndio .....	57
4.2.3 Controle de material de acabamento CMAR .....	59
4.2.4 Saídas de emergências e rotas de fuga.....	61
4.2.5 Brigada de incêndio. ....	70
4.2.6 Iluminação de emergência.....	71
4.2.7 Alarme de Incêndio.....	73
4.2.8 Sinalização de emergência. ....	74
4.2.9 Extintores de incêndio. ....	77
4.2.10 Hidrante e mangotinhos. ....	80
4.2.11 Instalações elétricas e SPDA. ....	83
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO A – PROJETO TECNICO CONTRA INCÊNDIO. ....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No processo de evolução do homem, nos primórdios, ele teve contato com o fogo, contudo, ainda não possuía o domínio sobre ele, de acordo com USP (2017a), sendo necessário alimentar as chamas de uma fogueira que era formada geralmente por raios. Após controlá-lo, o fogo possibilitou grande desenvolvimento para humanidade com várias aplicações como: preparação de alimentos, fusão de metais, incineração de resíduos etc.

Entre estes, ainda existem inúmeros benefícios trazidos com o domínio do fogo, mas quando se perde o controle sobre ele, um incêndio pode surgir. Um incêndio pode ser definido conforme ABNT (1997, p. 7): "Fogo fora de controle" e/ou "é o fogo sem controle, intenso, o qual causa danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio" (SÃO PAULO, 2018b, p. 16).

Duas grandes tragédias assolaram o Brasil nos anos 70, os incêndios dos edifícios Andraus e Joelma, ambos localizados na cidade de São Paulo. No edifício Andraus o incêndio gerou 336 feridos e 16 mortos e no Joelma, 169 mortos e 320 feridos (SEITO et al., 2008). Mesmo passados 40 anos dessas tragédias, grandes incêndios com perdas de vidas ocorreram no país. Um exemplo foi o incêndio na boate Kiss em 2013, na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, que deixou 242 mortos e 636 feridos (O GLOBO, 2013). Já em 2018, outro grande incêndio atingiu o Museu Nacional na Quinta da Boa Vista, em São Cristóvão, no Rio de Janeiro, que completaria 200 anos naquele ano. As chamas destruíram partes da instituição que foi residência de dois imperadores e um rei. Embora não tenha gerado mortos ou feridos, perdeu-se a maior parte de um acervo de mais de 20 milhões de itens da instituição (G1, 2018).

A ocorrência dos incêndios dos edifícios Joelma e Andraus causaram uma mudança na legislação de segurança contra incêndio. Os estados e municípios começaram a

editar novos códigos de obras e decretos estaduais de segurança contra incêndio (SCI). Além disso, foram criados comitês de estudos constituídos por profissionais da área, institutos de pesquisa, formação de técnicos e estudos acadêmicos sobre o tema (SEITO et. Al, 2008). Mesmo assim, com todo conhecimento disponível e legislação pertinente a SCI, grandes incêndios com perdas materiais e de vidas ainda acontecem.

## 1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar o projeto técnico contra incêndio de uma escola de ensino médio.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Este tema foi escolhido por que o autor deste trabalho desenvolve suas atividades profissionais em uma escola de ensino médio.

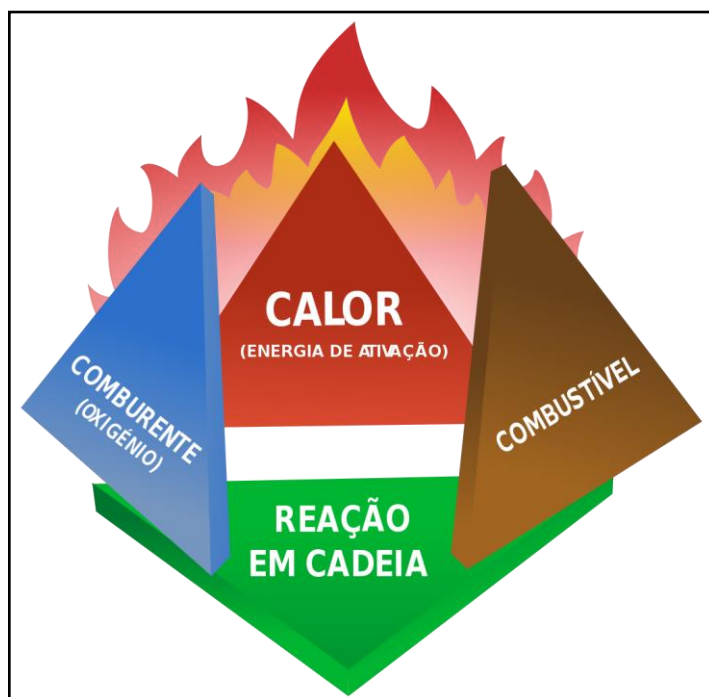
## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 FOGO

#### 2.1.1 Definição de fogo

Conforme a ABNT (1997), o fogo pode ser definido como um “processo de combustão, caracterizado pela emissão de calor e luz”. Ainda segundo São Paulo (2018b), além disso, para existir, o fogo necessita de quatro elementos, são eles: combustível, comburente, calor e reação em cadeia. A figura 1 exibe uma representação gráfica do conjunto de elementos para existência do fogo, o chamado “Tetraedro do fogo”.

**Figura 1** - Tetraedro do fogo



Fonte: Wikipédia (2016).

### **2.1.2 Elementos necessários para produzir fogo**

Os combustíveis são materiais que expostos a determinado nível de energia (calor ou radiação) liberam gases e/ou vapores, estes se misturam ao comburente (normalmente oxigênio) gerando uma mistura inflamável (explosiva), que se entrar em contato com uma fonte de energia ativante, ela se inflama. Os materiais combustíveis podem ser divididos em sólidos (madeira, tecido, plásticos, papel...), líquidos (gasolina, álcool, diesel, querosene...) e gasosos como gás liquefeito de petróleo (GLP), gás natural veicular (GNV), acetileno e etc (SEITO et al., 2008).

Já o comburente é uma substância oxidante, normalmente o oxigênio, que após se misturar com o combustível é responsável pela sustentação das chamas do fogo. A concentração de oxigênio no ambiente, segundo USP (2017b), determina a intensidade das chamas, não havendo chamas quando o ambiente for pobre de oxigênio e gerando chamas intensas, brilhantes e com altas temperaturas quando o ambiente é rico.

São Paulo (2018b), diz que o calor é uma forma de energia capaz de elevar a temperatura dos corpos. Ela é gerada a partir da transformação de outra energia, através de processo físico ou químico. Segundo USP (2017a), as fontes de calor são inúmeras, como as de processos físicos (aquecimento solar, descargas atmosféricas, sobrecarga de circuitos elétricos, atritos de peças, geração faíscas, entre outros), as de processos químicos (que geram reação exotérmica) e as de processos com reações biológicas, como a fermentação.

Com a reação em cadeia é possível que fogo se torne autossustentável, graças ao calor irradiado pelas chamas que atinge o material combustível, fazendo-o desprender gases e/ou vapores que se misturam com o oxigênio e queimam, produzindo fogo novamente, então criando um ciclo contínuo (USP, 2017a).

Mesmo com os elementos acima, Seito et al. (2008) afirma que para o fogo existir e permanecer, diversos fatores têm influência sobre ele, como as características intrínsecas do material (estado físico, massa específica, ponto de fulgor, ponto de ignição e composição química); a proporção de elementos - combustível e comburente - para gerar uma mistura inflamável; e, ainda, a presença de uma fonte de calor.

### 2.1.3 Classes de fogo

No Brasil foram adotadas quatro classificações referente à natureza do fogo (SÃO PAULO, 2018b). As classes de incêndio ou fogo, referenciam-se ao tipo de combustível, características de queima e de geração ou não de resíduos de combustão (USP, 2017a). Elas são distribuídas conforme lista abaixo:

- **Classe A** – relaciona-se ao fogo proveniente de materiais combustíveis sólidos, tais como: madeira, tecidos, papéis, borrachas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos (SEITO et. al., 2008).
- **Classe B** – fogo a partir de materiais líquidos, como gasolina, álcool e querosene, e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, como GLP, GNV e metano, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície.
- **Classe C** – fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados
- **Classe D** – metais combustíveis, tais como: magnésio, titânio, alumínio, zircônio, sódio, potássio e lítio.



Além destes, ainda existe uma classe de fogo para cozinhas industriais com gordura vegetal e/ou animal como combustível, a denominada classe K (USP, 2018b).

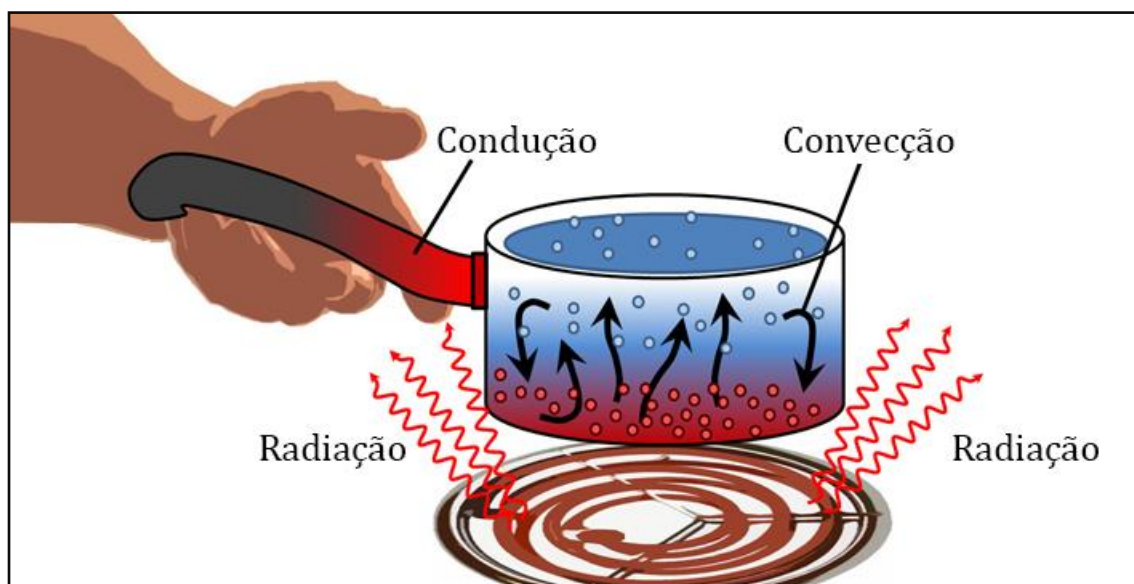
#### 2.1.4 Mecanismos de transmissão do fogo.

O fogo enquanto existe gera calor e este calor se propaga por três mecanismos fundamentais. São eles: condução, convecção e radiação (SEITO et al., 2008).

Condução é a transmissão de calor por meio de materiais sólidos, da parte com maior temperatura para a parte com menor temperatura, como uma colher de metal que quando exposta a uma fonte de calor em uma das suas extremidades, com o decorrer do tempo a outra ponta também se aquecerá (USP, 2017a).

Convecção é a propagação do calor através dos fluidos que pode ser um gás ou líquido. Estes ao serem aquecidos diminuem sua densidade fazendo o fluido quente subir e, o fluido frio, com maior densidade, descer.

**Figura 2** - Exemplos de transmissão de calor



Fonte: youFQA (2017).

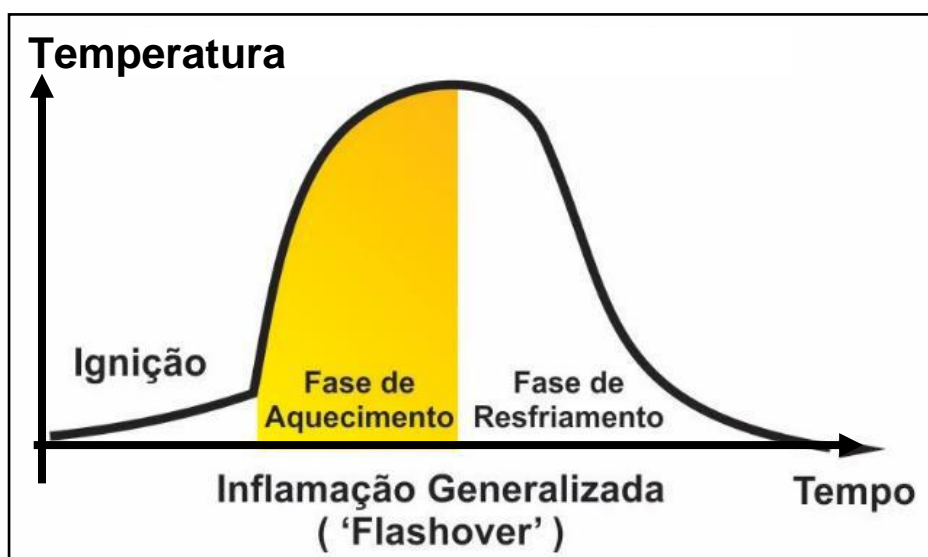
Seito et al (2008) define radiação de calor como a transmissão de energia por ondas eletromagnéticas. Elas podem se propagar por gases ou pelo vácuo. A figura 2 apresenta fotos de exemplos de propagação de incêndio com os mecanismos de transmissão de calor.

### 2.1.5 Incêndio

O incêndio segundo a *International Organization for Standardization* (ISO) 8421-1 (1987, p.2) “[...] é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço”. Então ele não é medido em relação ao tamanho do fogo (SEITO et al.,2008). Pequenos danos causados por fogo, no Brasil, denominam-se como princípio de incêndio.

De modo geral, o incêndio no início é bem pequeno. Seu desenvolvimento dependerá do material que se ignizará primeiro, da maneira como os componentes ao redor do material ignizado reagem ao fogo e como estão distribuídos no local (SEITO et al., 2008). A evolução dos incêndios pode ser dividida em três etapas distintas de uma curva temperatura x tempo, conforme ilustra a figura 3.

**Figura 3** - Etapas de evolução do incêndio



Fonte: São Paulo (2018a), adaptado.

O começo do incêndio é a primeira fase onde há um crescimento lento, que dura entre cinco a vinte minutos até à ignição – temperatura mínima na qual os materiais liberam gases ou vapores combustíveis capazes de gerar misturas inflamáveis que queimam sem a presença de fonte externa de calor (USP, 2018a).

Após esse acontecimento, há o aquecimento do ambiente proveniente do aumento das chamas. A temperatura continua a elevar e ao chegar em torno dos 600 °C os materiais que ali estão começam a liberar gases e vapores combustíveis que tomam todo o espaço do ambiente, na presença de combustíveis líquidos, eles contribuirão com vapores até que ocorra um fenômeno chamado *flashover*, que é a inflamação generalizada do ambiente. Esse será tomado por grandes labaredas. Se o incêndio for combatido antes desta etapa, a possibilidade de extingui-lo é alta (SEITO et al., 2008).

Ao final, em sua última fase, ocorre o resfriamento dele, que por ter consumido o material combustível a temperatura do local e do fogo diminuem gradualmente até o cessar das chamas (SEITO et al., 2008).

#### **2.1.6 Meios de extinção do fogo.**

Para se extinguir o fogo, existem essencialmente quatro maneiras distintas de atuar, todas atacam um dos elementos que geram o fogo – calor, comburente, combustível e reação em cadeia (USP, 2017a). São elas:

- **Abafamento:** esse método baseia-se na remoção, redução ou eliminação do comburente na mistura inflamável por meio de abafamento (SÃO PAULO, 2011a). Como exemplo, pode-se citar o extintor de CO<sub>2</sub>, que age por meio de remoção do oxigênio (comburente) do fogo para extingui-lo.

- **Resfriamento:** essa técnica consiste em reduzir a temperatura (calor) do fogo (SÃO PAULO, 2011a). O combate ao incêndio com hidrantes é um exemplo dessa técnica. A água em contato com as chamas reduz a temperatura do fogo.
- **Quebra da reação em cadeia:** Por meio da reação em cadeia, o fogo torna-se autossustentável (SÃO PAULO, 2011a). Segundo USP (2017a), para atacá-la é necessário adicionar inibidores químicos que interferem no desenvolvimento da reação em cadeia, como os gases halogenados.
- **Isolamento do material combustível:** basicamente é a remoção ou diminuição do material combustível que está em chamas, como também dos materiais combustíveis ao redor do fogo (SÃO PAULO, 2011a).

Os sistemas de combate a incêndios, como extintores, hidrantes e chuveiros automáticos, utilizam-se dos princípios acima para debelar o fogo.

## 2.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A segurança contra incêndio é um conjunto de medidas de prevenção e de proteção que visa a segurança da vida humana e a redução de perdas materiais, culturais e ambientais (USP, 2017a). Segundo Seito et al. (2008) as medidas de prevenção têm o propósito de impedir o início do incêndio, ou seja, a junção do calor com combustíveis, assim sua importância será maior tanto quanto for maior a quantidade, tipo e fracionamento do combustível armazenado. Além da cultura da população local referente a hábitos e atitudes preventivas contra incêndio.

As medidas de proteção atuam quando o incêndio é iniciado, são destinadas a dificultar o seu desenvolvimento, manter a estabilidade da construção e proteger as pessoas e bens materiais (USP, 2017a). De acordo com Seito et al. (2008),

geralmente são classificadas em duas, proteção passiva e ativa. Alguns exemplos de proteção passiva são: afastamento entre prédio, proteção estrutural, saídas de emergências, entre outros. Como proteção ativa pode-se citar os hidrantes, extintores e etc.

### **2.2.1 Medidas de proteção passiva**

As medidas de proteção passiva são aquelas que auxiliam a restringir o desenvolvimento do incêndio. Para que isso ocorra, devem ser incorporadas ao sistema construtivo (USP, 2017a). Em situação de incêndio, além de restringir o incêndio também auxiliam no abandono do local, controle de fumaça, entre outras finalidades (SEITO et al., 2008).

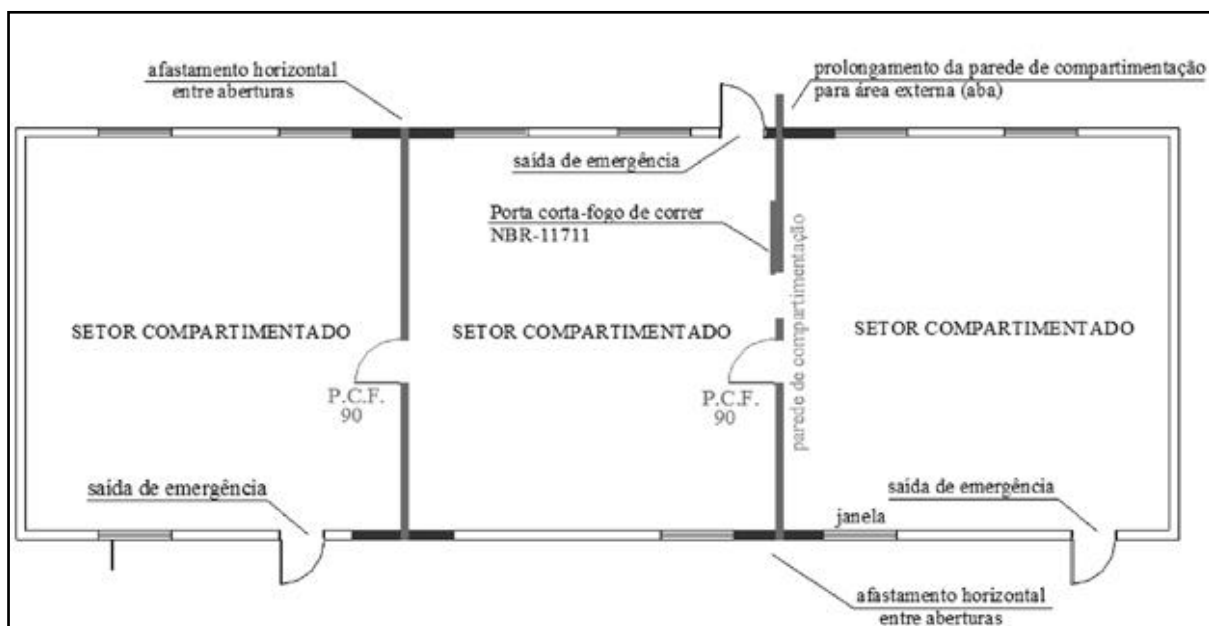
Os elementos vinculados a essa medida de acordo com USP (2017a) são:

- Compartimentação vertical, refere-se à pisos resistentes ao fogo, selagem corta-fogo de *shafts*, etc.
- Compartimentação horizontal, relaciona-se às paredes resistentes ao fogo, portas corta-fogo, etc.
- Resistência ao fogo da envoltória do edifício, bem como de seus elementos estruturais;
- Provisão de rotas de fuga seguras e sinalização adequada;
- Provisão de meios de acesso dos equipamentos de combate a incêndio e sinalização adequada;
- Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos;
- Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos;
- Distanciamento seguro entre edifícios.

### 2.2.1.1 Compartimentação horizontal

Os objetivos da compartimentação horizontal são: isolar o incêndio por meio do seu confinamento entre elementos corta-fogo e impedir a propagação do incêndio para outras áreas do mesmo pavimento. A dificuldade para combater um incêndio é maior se ele se propagar para várias partes do pavimento, além de aumentar a possibilidade de propagação vertical de incêndio, de alastramento para as edificações contíguas e, resultando em perigo à vida humana, à propriedade e à sociedade (USP, 2017a).

**Figura 4** - Exemplos de compartimentação horizontal



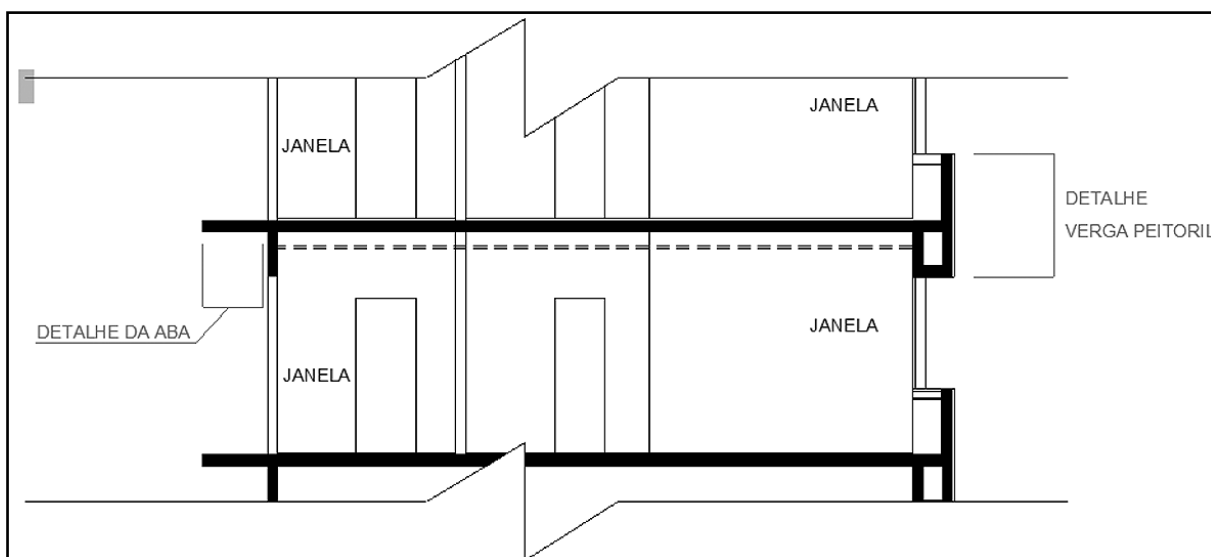
**Fonte:** Seito et al., (2008).

Os dispositivos utilizados na compartimentação horizontal, de acordo com São Paulo (2018a), são: paredes corta-fogo; portas corta-fogo; vedadores corta-fogo; registros corta-fogo (*dampers*); selos corta-fogo; dispositivos automatizados de enrolar corta-fogo; e afastamento horizontal entre aberturas. A figura 4 ilustra exemplos de compartimentação horizontal.

### 2.2.1.2 Compartimentação vertical

Já a compartimentação vertical tem como objetivo impedir o alastramento do incêndio entre os pavimentos da edificação, que pode ocorrer por aberturas verticais internas, como passagens de tubos, *shafts* e cabos elétricos, e/ou pela sua fachada, por meio de janelas. Para tal fim, segundo USP (2017a) são empregados: entrepisos corta-fogo; enclausuramento de escadas através de paredes e portas corta-fogo, já que a caixa da escada intercomunica pavimentos; registros corta-fogo nos dutos de ventilação, dutos de exaustão, entre outros, que intercomunicam os pavimentos; selos corta-fogo nas passagens de cabos elétricos e tubulações entre os pavimentos; resistência ao fogo na envoltória do edifício, onde se incluem as fachadas cegas, as abas verticais e as abas horizontais. Estas duas últimas, separando aberturas de pavimentos consecutivos e com adequada resistência ao fogo.

**Figura 5** - Exemplo de compartimentação vertical externa



Fonte: Seito et al., (2008).

A figura 5 exemplifica dois modos de compartimentação vertical pela fachada da edificação, o primeiro utiliza uma aba - prolongamento horizontal da laje, possui a função de impedir a propagação ascendente das chamas. O outro é o distanciamento entre a verga (viga disposta acima da janela) e peitoral, desta forma, o espaço gerado dificulta a passagem do fogo para os pavimentos superiores (SEITO et al., 2008).

### **2.2.1.3 Segurança estrutural contra incêndio**

De acordo com São Paulo (2018a), quando o incêndio atinge grandes proporções, o calor das chamas gera intensos fluxos de energia térmica que afetam os elementos estruturais da edificação. A resistência ao fogo é a capacidade dos elementos estruturais de resistir por dado tempo ao incêndio, a fim de preservar a estabilidade estrutural da edificação.

Ao decorrer do incêndio, o fogo atinge altas temperaturas que afetam os elementos estruturais. Desta forma, esforços são criados por conta das deformações térmicas, fazendo com que a estrutura perca resistência. Como todo, tais mudanças reduzem gradativamente a capacidade de suportar peso da edificação podendo ocorrer o colapso do elemento estrutural (SÃO PAULO, 2018a).

Os principais objetivos para garantir a resistência ao fogo dos elementos estruturais ainda, segundo São Paulo (2018a), são:

- Viabilizar o abandono das pessoas da edificação em condições de segurança;
- Garantir condições razoáveis para realização do socorro público, possibilitando o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo suficiente para execução das atividades de salvamento de pessoas e combate a incêndio;
- Impedir ou reduzir danos ao próprio prédio, às edificações no entorno, à infraestrutura pública e ao meio ambiente.

Em resumo, os elementos estruturais devem ser projetados conforme proporções da edificação, especialmente as de grande porte, para possuírem resistência ao fogo necessária ao tamanho do incêndio que possam vir a ser submetidas (SÃO PAULO, 2018a).



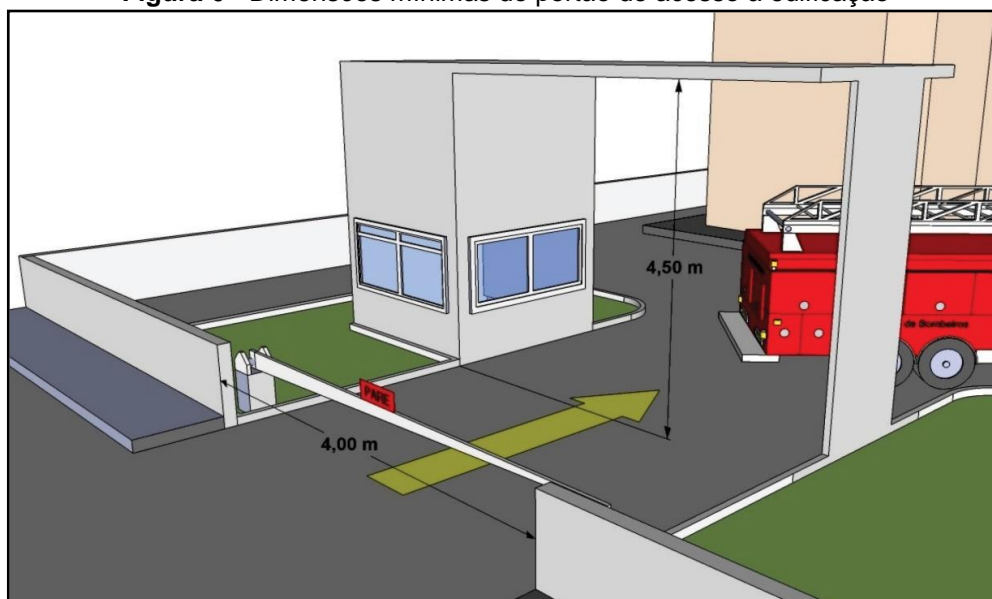
#### 2.2.1.4 Acesso de viatura na edificação

Conforme São Paulo (2018c) em caso de incêndio, a edificação precisa garantir condições mínimas para o acesso da viatura do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP). Para que ela se aproxime o máximo possível do incêndio para iniciar o combate ao fogo, utilizando-se do mínimo possível de mangueiras, também proporcionando um posicionamento próximo a fachada em caso de resgate por escadas (SÃO PAULO, 2018a).

São Paulo (2018c) estabelece os requisitos mínimos das vias de acesso à edificação, são eles:

- Via com largura mínima de 6 metros;
- Via capaz de suportar viaturas com peso de 25 toneladas distribuídas em dois eixos.
- Altura livre mínima de 4,5 metros.
- Quando existir portão de acesso à edificação, esse deve ter às dimensões mínimas de 4,0 m de largura por 4,5 m de altura.

**Figura 6 - Dimensões mínimas do portão de acesso à edificação**



Fonte: São Paulo (2018c).

Além dessas exigências também é recomendado que as vias de acesso com extensão superior à 45 m contenham retornos dos seguintes modelos: circular; em formato de “Y”; em formato de “T”. Na figura 6 observa-se as dimensões mínimas para acesso da viatura na edificação.

#### **2.2.1.5 Controle de materiais de acabamento e revestimento**

Os materiais de acabamento e revestimento empregados no edifício, quando em situação de incêndio, podem desempenhar papel principal no desenvolvimento do incêndio (SEITO et al., 2008). Desta forma, o controle de materiais de acabamento (CMAR), visa gerar padrões para que não ocorra condições apropriadas para evolução e alastramento do incêndio e geração de fumaça (SÃO PAULO, 2018e).

Para tanto, o CMAR deve possuir características em seus componentes que tenham este desempenho quando em contato com fogo.

Tais características dizem respeito à facilidade com que os materiais sofrem ignição, à capacidade de sustentar a combustão, à rapidez com que as chamas se propagam pelas superfícies, à quantidade e taxa de desenvolvimento de calor liberados no processo de combustão, ao desprendimento de partículas em chama/brasa e ao desenvolvimento de fumaça e gases nocivos (SEITO et al. p. 62, 2008).

O desempenho relacionado a sustentação de combustão e propagação de chamas do CMAR é testado com dois tipos básicos de ensaios de laboratórios, conforme São Paulo, 2018d. São eles:

- **Ensaio de incombustibilidade:** que possibilita verificar se os materiais são passíveis de sofrer a ignição e;

- **Ensaio da propagação superficial de chamas:** meio do qual, é possível classificar os materiais combustíveis de revestimentos em relação à velocidade de propagação superficial de chamas e a quantidade de calor desenvolvido neste processo.

Negrisoló (2011) recomenda o método de ensaio de densidade ótica para analisar o desempenho do CMAR com relação a geração de fumaça, visto que 70 a 80% das vítimas de incêndios decorram dos efeitos da fumaça.

Após realização dos ensaios de desempenho, os materiais são separados em classes conforme sua reação ao fogo (SÃO PAULO, 2018e). A instrução técnica nº 10/2018, determina, em seus anexos, a classificação dos materiais (Anexo A), e quais materiais devem ser utilizados na edificação (Anexo B), de acordo com seu grupo ou divisão. Ainda segundo São Paulo (2018e), no item 10.1, os materiais como vidro, concreto, gesso, produtos cerâmicos, pedra natural, alvenaria, metais e ligas metálicas, dentre outros, são considerados incombustíveis.

#### **2.2.1.6 Saídas de emergência**

As saídas de emergências visam o abandono da edificação, por meio de caminhos contínuos (rotas de fuga), de maneira rápida e segura, em situação de incêndio. As rotas de fuga devem ser percorridas pelos ocupantes da edificação até uma área segura, localizada dentro ou fora do edifício ou área de risco. Além disso, serve como acesso para bombeiros ou brigadistas chegarem até o local do incêndio com objetivo de combater as chamas ou resgatar de pessoas (USP, 2017a).

Os componentes que constituem as saídas de emergência são: acessos ou corredores; rotas de saídas horizontais (quando houver) e respectivas portas ou

espaço livre exterior, nas edificações térreas ou no pavimento de saída/descarga das pessoas nas edificações com mais de um pavimento; escadas ou rampas; descarga; e elevador de emergência (SÃO PAULO, 2018f).

Para se realizar o dimensionamento das larguras mínimas das saídas de emergências necessita-se saber a população que ocupará o pavimento em estudo. Para tanto, de acordo com São Paulo (2018f), deve-se incluir todas as áreas habitáveis disponíveis no pavimento para execução do cálculo e considerar o tipo de uso ou ocupação da edificação.

Desta forma, a largura das saídas pode ser definida, ainda, segundo São Paulo (2018f), pela equação 1.

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

Onde:

**N** é número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro imediatamente superior;

**P** é população, conforme coeficiente determinado conforme exemplos da figura 7

**C** é a capacidade da unidade de passagem (UP), descrita nos exemplos da figura 7

**Figura 7** - Exemplos de dados para o dimensionamento das saídas de emergência

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

**Fonte:** São Paulo (2018f). Adaptado.

As unidades de passagem referem-se a largura mínima para a passagem de um fluxo de pessoas, fixada em 0,55 m, já a capacidade de uma unidade de passagem nada mais é do que o número de pessoas que passa por esta unidade em 1 minuto. Assim, pode-se calcular a largura mínima da saída multiplicando o resultado de N - obtido na equação 1 - pelo fator 0,55 m, resultando na quantidade, em metros, da largura mínima total das saídas (SÃO PAULO, 2018f).

Ainda de acordo com São Paulo (2018f), no item 5.5.4.3, as portas utilizadas nas rotas de saídas de emergência devem conter largura mínima conforme lista abaixo:

- **80 cm**, valendo por **1** unidade de passagem;
- **1 m**, valendo por **2** unidades de passagem;
- **1,5 m**, em duas folhas, valendo por **3** unidades de passagem;
- **2 m**, em duas folhas, valendo por **4** unidades de passagem.

São Paulo (2018f) também determina as distâncias máximas a serem percorridas por uma pessoa até a saída mais próxima. A distância varia conforme o grupo ou divisão de ocupação da edificação, o andar em qual a população se encontra, a quantidade de saídas de emergência e a existência de chuveiros automáticos e detectores de fumaça.

#### **2.2.1.7 Sinalização de emergência**

A sinalização de emergência tem o propósito de fornecer informações aos ocupantes do edifício sobre os perigos existentes, com intenção de conter o risco de ocorrência de incêndios além de, em situação de emergência, indicar os equipamentos de combate a incêndio e orientar as pessoas para abandono por meio das rotas de fuga até uma área segura (USP, 2017a).

De acordo ABNT (2004), a sinalização de emergência pode ser classificada em duas: básica e complementar. Sendo a sinalização básica formada por quatro categorias com funções distintas. São elas:

- Sinalização de proibição: sua função é proibir ou coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento;
- Sinalização de alerta: tem objetivo de alertar para áreas e materiais com potencial risco;
- Sinalização de orientação e salvamento: indica as rotas de fuga e ações necessárias para o seu acesso;
- Sinalização de equipamentos de combate e alarme: indica o local e os tipos de equipamentos de combate a incêndio disponíveis.

Já a sinalização complementar de acordo com São Paulo (2018k), possui cinco categorias:

- Indicação continuada de rotas de saída, orientando o trajeto completo até uma saída de emergência;
- Indicação de obstáculos (pilares, arestas de paredes e vigas, desníveis de piso, fechamento de vãos com vidros ou outros materiais translúcidos e transparentes) e riscos de utilização das rotas de saída; mensagens específicas escritas que acompanham a sinalização básica, onde for necessária a complementação da mensagem dada pelo símbolo;
- Indicar as medidas de proteção contra incêndio existentes na edificação ou áreas de risco;
- Indicar a lotação admitida em recintos destinados à reunião de público.

A sinalização de emergência deve seguir uma série de requisitos no aspecto construtivo para ser aceita como tal. Alguns deles envolvem, por exemplo, o tipo de material, que pode ser placas de plásticos, chapas metálicas. Tais matérias devem possuir características como resistência a produtos químicos e limpeza, resistência ao intemperismo. Outra característica importante da sinalização é a tinta empregada na impressão que deve possuir efeito fotoluminescente – capacidade de emitir luz, após exposição a luz solar – para cores brancas e amarelas nos símbolos (SÃO PAULO, 2018k)

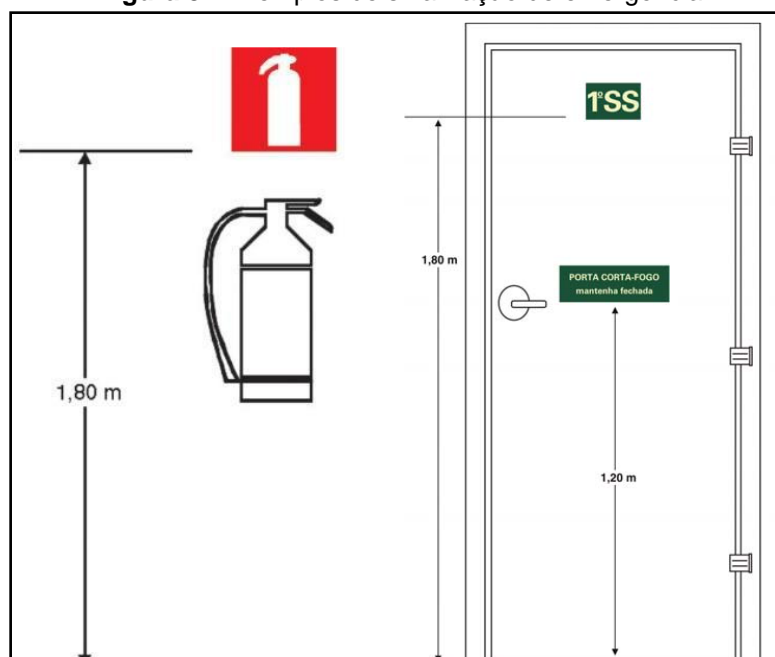
De acordo com USP (2017a), existe uma série de exigências para aplicação da sinalização de emergência básica. Elas podem ser resumidas conforme ilustra a tabela 1.

**Tabela 1** - Resumo de exigências para instalação das sinalizações básicas

Tipo	Altura	Localização	Distanciamento entre sinalizações
Proibição	> 1,80 m do piso acabado à base inferior da sinalização	+ de um ponto ao longo do perímetro da área de risco	< 15 m
Alerta	> 1,80 m do piso à base inferior da sinalização	Próximo ao risco isolado (1 sinalização) ou ao longo da área de risco generalizado (+ 1 sinalização)	< 15 m
Orientação e Salvamento	> 1,80 m do piso (geral); < 10cm acima da verga da porta (saída) ou na porta, centralizada a > 1,80 m do piso acabado.	Ao longo das rotas de fuga (+ 1 sinalização)	< 15 m
Equipamentos de combate	> 1,80 m do piso acabado.	Imediatamente acima do equipamento.	Instalar sinalização adicional, quando houver dificuldade de visualização direta do equipamento, conforme estabelecido na norma.

**Fonte:** USP, 2017a. Adaptado

A figura 8 ilustra a aplicação da sinalização de emergência para equipamento de combate e orientação e salvamento.

**Figura 8** - Exemplos de sinalização de emergência

**Fonte:** São Paulo, (2018k). Adaptado.



### **2.2.2 Medidas de proteção ativa**

As medidas de proteção ativa, em situação normal, permanecem em alerta, vindo a funcionar em situação de emergência, por meio de acionamento manual, por exemplo o uso de hidrantes, ou automático, como a detecção de fumaça. São compostas de equipamentos e instalações dispostas pela área da edificação (SEITO et al., 2008). A lista a seguir, de acordo com USP (2017a), contém os componentes das medidas de proteção ativa:

- Sistema de proteção por extintores de incêndio;
- Sistema de proteção por hidrantes e mangotinhos;
- Sistema de proteção por chuveiros automáticos;
- Sistema de detecção e alarme de incêndio;
- Sistema de iluminação de emergência;
- Sistema do controle do movimento da fumaça;
- Sistema de comunicação de emergência.

#### **2.2.2.1 Extintores**

Os extintores de incêndio são itens básicos para segurança contra incêndio, são exigidos nas edificações independentemente do tipo de projeto que vier ser elaborado, seja projeto técnico ou projeto técnico simplificado. Isso é possível graças suas características de portabilidade, facilidade de uso, manejo e operação. Tem a função de iniciar o combate ao princípio de incêndio (SEITO et al., 2008).

Os extintores podem ser portáteis ou sobrerrodas. Seu interior é preenchido com substâncias químicas, em variados estados – líquido, sólido ou gasoso, com propriedades de extinção do fogo por meio de abafamento, resfriamento, combinação

deles ou quebra da reação em cadeia, denominados agentes extintores. Os principais agentes extintores são: água; espuma mecânica; dióxido de carbono; pó químico seco e agentes halogenados (SÃO PAULO, 2018b). Na figura 9, observa-se um exemplo de extintor de gás carbônico.

**Figura 9** - Exemplo de extintor CO<sub>2</sub>



**Fonte:** Engefogo (2018).

O uso dos extintores é definido pelo tipo de fogo que irá debelar. A figura 10 ilustra a aplicação do extintor conforme classe de fogo.

**Figura 10** - Aplicação dos extintores conforme classe de fogo

CLASSE DE FOGO	AGENTE EXTINTOR					
	ÁGUA	ESPUMA MECÂNICA	DIÓXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )	PÓ BC	PÓ ABC	HALOGE- NADOS
A	(A)	(A)	(NR)	(NR)	(A)	(A)
B	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
C	(P)	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)
D	Deve ser verificada a compatibilidade entre o metal combustível e o agente extintor					
(A) apropriado à classe de fogo   (NR) não recomendado à classe de fogo   (P) proibido à classe de fogo						

**Fonte:** Seito et al., (2008)

Os extintores são distribuídos nas áreas da edificação levando em consideração a distância do ponto mais afastado até ele, para esta distância é dado o nome de distância máxima de caminhamento. Ela varia em função do risco da edificação sendo admitidos os valores de 25, 20 e 15 metros para os riscos baixo, médio e alto respectivamente. Além disso, os extintores devem proteger todos os andares da edificação. Cada andar deverá possuir, no mínimo, dois extintores na proporção de uma unidade para classe A e outra para classe B e C (SÃO PAULO 2018I).

São Paulo (2018I) estabelece a capacidade extintora mínima que cada tipo de extintor portátil deve ter para ser considerado uma unidade extintora. A lista abaixo apresenta as capacidades extintoras mínimas:

- Carga d'água: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A;
- Carga de espuma mecânica: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A:10-B;
- Carga de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>): extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 5-B:C;
- Carga de pó BC: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 20-B:C;
- Carga de pó ABC – extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 2-A:20-B:C;
- Carga de halogenado: extintor com capacidade extintora de, no mínimo, 5-B:C.

#### **2.2.2.2 Brigada de incêndio**

Segundo São Paulo (2018b), a brigada de incêndio é um grupo de pessoas composta pelos ocupantes da edificação, podendo ser voluntárias ou não. Possui treinamento e capacitação em medidas preventivas e de combate a incêndio, prestação de primeiros socorros e abandono de pessoas. Seu escopo de trabalho é a edificação ou área de risco que ocupam.

Ainda de acordo com São Paulo (2018b), para haver brigada de incêndio, determina os requisitos mínimos para dimensionamento dos integrantes, conteúdo e quantidade de horas mínimas de treinamento em prevenção e combate ao princípio de incêndio, abandono e primeiros socorros, como também a reciclagem deles. Para tanto, São Paulo (2018h) considera a população fixa, o tipo de ocupação e grau de risco da edificação para calcular o número mínimo de brigadistas. A brigada tem como objetivo, em caso de emergência, atuar para proteção da vida dos ocupantes, patrimônio e meio ambiente, até a chegada no local de equipe especializada (SÃO PAULO, 2018b).

Após a chegada da equipe especializada (Corpo de Bombeiros, por exemplo), os brigadistas (pessoas que integram a brigada) assumem a função de apoio à equipe prestando informações sobre a edificação para facilitar o combate ao incêndio. Pode-se apresentar plantas que demonstrem: ruas de acesso; saídas, escadas, corredores e elevadores de emergência; válvulas de controle de gás e outros combustíveis; chaves de controle elétrico; localização de produtos químicos perigosos; entre outros (SÃO PAULO, 2018b).

**Figura 11** - Composição mínima da brigada 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		
II e cultura física	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

**Fonte:** São Paulo (2018h). Adaptado.

### 2.2.2.3 Iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência é constituído por fonte de energia própria, ou seja, não precisa da energia da edificação para funcionar. Visa o aclaramento de áreas escuras de passagens horizontais e verticais, incluindo áreas técnicas e de trabalho, na ausência de energia, para permitir que as pessoas abandonem de maneira segura a edificação bem como no acesso ao local pelo corpo de bombeiros (SEITO et al., 2008).

Para tanto, deve garantir níveis mínimos de iluminamento que são determinados por São Paulo (2018i), de 5 lux para escadas rampas e áreas com obstáculos no piso, nos corredores, e em áreas planas sem obstáculos ou emendas de carpetes ou outras irregularidades o valor considerado é de 3 lux.

Existem dois tipos de iluminação de emergência, balizamento ou aclaramento. A iluminação de balizamento, figura 12, é responsável pela indicação de rotas de fuga, orientação da direção e o sentido do abandono das pessoas em situação de emergência (SÃO PAULO, 2018i).

**Figura 12** - Iluminação de emergência de balizamento



**Fonte:** Aureon (2018).

Enquanto a iluminação de balizamento tem a função de orientação, a de aclaramento, figura 13, tem função de iluminar as rotas de fuga, garantindo um nível de iluminamento no qual as pessoas possam abandonar o edifício de maneira rápida e segura (SÃO PAULO, 2018i).

**Figura 13 - Modelo de Iluminação de emergência de aclaramento**



**Fonte:** Aureon (2018).

De acordo com São Paulo (2018i) existem diretrizes que a iluminação de emergência deve seguir, como o distanciamento máximo entre os pontos de iluminação de aclaramento de 15 metros e de 7,5 metros, entre parede e o ponto de iluminação. E sua fonte de alimentação elétrica que poderá ser por gerador, central de baterias ou conjunto de blocos autônomos.

#### **2.2.2.4 Alarme de incêndio**

O alarme de incêndio é um conjunto de componentes que tem a função de avisar sonoramente e/ou visualmente a população da edificação ou área de risco, em situação de emergência, além de alertar a brigada de incêndio para que sejam

iniciadas as ações de emergência, combate ao incêndio, abandono ou salvamento de pessoas. O sistema entra em funcionamento com acionamento manual, via acionadores, ou, acionamento automático, por meio de detectores de incêndio. Após acionado, o sistema inicia a emissão de sons que deverão ser audíveis em todo edifício. Em locais que possuam, por natureza da ocupação, níveis sonoros que interfiram no aviso sonoro do alarme, deve-se ser instalado aviso visual em complemento aos sonoros (SÃO PAULO, 2018j).

O sistema de alarme de incêndio deve seguir as diretrizes da instrução técnica nº 19/2018. Ela determina o distanciamento máximo de 30 metros entre acionadores; a altura padrão de 0,90 m a 1,35 m, no qual os acionadores devem ser instalados. A alimentação elétrica que deve ter duas fontes diferentes: uma principal, constituída pela rede elétrica da edificação, e outra, auxiliar, formada por bateria, *nobreak* ou gerador. Além disso, a fonte auxiliar deve possuir autonomia mínima, caso falte energia, de 24 horas para supervisão e 15 minutos para alarme. A central de incêndio deve permanecer sob vigilância constante humana com fácil visualização (SÃO PAULO, 2018j)

#### **2.2.2.5 Hidrantes e Mangotinhos**

O sistema de hidrantes e mangotinhos é um sistema fixo de combate a incêndio que deve ser acionado manualmente para funcionar. Ataca o fogo utilizando a água como agente extintor. A vazão fornecida por eles dependerá do risco do local que visa proteger, com foco na extinção do princípio de incêndio (SEITO et al, 2008).

São Paulo (2018a) descreve os sistemas que compõem os sistemas de hidrantes e mangotinhos, conforme lista abaixo:

- Sistema de reservatórios: constituídos de reservatórios de água, podendo ser subterrâneo, ao nível do piso ou elevado;
- Sistema de pressurização: sua função é o transporte de água pelas tubulações, pode ser pressurizada por gravidade, bombas ou tanque de pressão.
- Sistema de distribuição: é o conjunto de tubulações, peças hidráulicas e acessórios, como registros de gaveta, ângulo aberto e recalque, válvula de retenção, esguichos, tubulações de aço e etc;
- Sistema de acionamento: refere-se ao acionamento das bombas de incêndio, as quais podem ser acionadas por botoeiras do tipo liga-desliga, pressostatos ou chaves de fluxo.

Consoante São Paulo (2018a), os mangotinhos são sistemas de combate a incêndio que podem substituir o uso de hidrantes internos convencionais. A principal vantagem dele em comparação aos hidrantes é facilidade de operação, podendo ser operado de forma rápida por apenas uma pessoa. Sua vazão d'água é menor do que a do hidrante, proporcionando baixo consumo, o que garante ao operador uma autonomia maior do sistema. Por isso, o corpo de bombeiros (CB) recomenda seu uso, ademais em locais onde a operação é executada por pessoas não habilitadas, por exemplo uma dona de casa em um edifício residencial.

O dimensionamento do sistema de mangotinhos é idêntico ao sistema de hidrantes, que pode ser conferido na figura 14 (SÃO PAULO, 2018a).

**Figura 14** - Tabela 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)



E para se determinar qual sistema (tipo) a edificação ou área de risco deve ter, São Paulo (2018m) reúne por grupos de tipo de ocupação ou uso, por tamanho de área da edificação ou área de risco e, em alguns casos, por carga de incêndio. Na figura 15 se observa um exemplo da tabela com as classificações. Nela também é determinado a quantidade volumétrica mínima para reserva técnica de incêndio (RTI).

**Figura 15** - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva técnica mínima (m³)

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO				
	A-2, A-3, C-1, D-1 (até 300 MJ/m²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m²), D-4 (até 300 MJ/m²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H-1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m²), D-3 (acima de 300 MJ/m²), D-4 (acima de 300 MJ/m²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m²), I-2 (acima de 800 MJ/m²), J-3 (acima de 800 MJ/m²), L-1 e M-1	G-5, I-3, J-4, L-2, L-3 e M-7	
Até 2.500 m²	Tipo 1 RTI 5 m³	Tipo 2 RTI 8 m³	Tipo 3 RTI 12 m³	Tipo 4 RTI 28 m³	Tipo 4 RTI 32 m³
Acima de 2.500 até 5.000 m²	Tipo 1 RTI 8 m³	Tipo 2 RTI 12 m³	Tipo 3 RTI 18 m³	Tipo 4 RTI 32 m³	Tipo 4 RTI 48 m³

**Fonte:** São Paulo (2018m). Adaptado.

### 2.3 TEMPO REQUERIDO DE RESISTÊNCIA AO FOGO (TRRF)

O TRRF basicamente é o tempo mínimo em minutos que os elementos construtivos devem resistir, em ensaio laboratorial, as condições térmicas de um incêndio padrão, avaliando-se o desempenho dos elementos em relação a sua integridade, estanqueidade e isolamento, a fim de garantir a segurança estrutural da edificação (ABNT, 2001). De acordo com São Paulo (2018d), determina-se o TRRF pelo uso ou ocupação e altura da edificação. A figura 16 apresenta um quadro com o resumo do TRRF exigido.

**Figura 16** - Resumo de recomendações para TRRF

OCUPAÇÃO/ USO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO				
	$h \leq 6m$	$6m \leq h \leq 12m$	$12m \leq h \leq 23m$	$23m \leq h \leq 30m$	$h > 30m$
Residência	30	30	60	90	120
Hotel	30	60	60	90	120
Supermercado	60	60	60	90	120
Escritório	30	60	60	90	120
Shopping	60	60	60	90	120
Escola	30	30	60	90	120
Hospital	30	60	60	90	120
Igreja	60	60	60	90	120

**Fonte:** Seito et al. (2008).

O TRRF pode ser dispensados em algumas edificações que apresentarem risco baixo à vida humana (SEITO et al., 2008). Exemplos de isenção de TRRF são ilustrados na figura 17.

**Figura 17** - Exemplos de edificações isentas de TRRF

ÁREA	USO	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA	ALTURA	MEIOS DE PROTEÇÃO
$\leq 750m^2$	Qualquer	Qualquer	Qualquer	---
$\leq 1.500m^2$	Qualquer	$\leq 1.000MJ/m^2$	$\leq 2$ pavimentos	---
Qualquer	Centros esportivos Terminais de pass.	Qualquer	$\leq 23m$	---
Qualquer	Garagens abertas	Qualquer	$\leq 30m$	---
Qualquer	Depósitos	Baixa	$\leq 30m$	---
Qualquer	Qualquer	$\leq 500MJ/m^2$	Térrea	---
Qualquer	Industrial	$\leq 1.200MJ/m^2$	Térrea	---
Qualquer	Depósitos	$\leq 2.000MJ/m^2$	Térrea	---
Qualquer	Qualquer	Qualquer	Térrea	Chuveiros automáticos
$\leq 5.000m^2$	Qualquer	Qualquer	Térrea	Fachadas de aproximação

**Fonte:** Seito et al. (2008).

## 2.4 LEGISLAÇÃO APLICADA A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM SÃO PAULO

### 2.4.1 Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017.

A Lei nº 13.425 de 30 março de 2017 “estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público” (BRASIL, 2017).

Brasil (2017) estabelece fiscalização das medidas preventiva de combate a incêndio com vistoria no local pelo corpo de bombeiro militar (CBM). Em caso de não conformidade, os estabelecimentos poderão ser penalizados com advertência, multa, interdição ou embargo, previstos nas legislações estaduais.

Ademais, os profissionais responsáveis pelo projeto técnicos contra incêndio, engenheiro e/ou arquitetos, deverão apresentá-los ao órgão fiscalizador do exercício profissional, o projeto aprovado pela prefeitura municipal, com os respectivos cálculos estruturais, instalações prediais e urbanista (BRASIL, 2017).

Outra medida tomada pela lei é a exigência de matérias relativas à prevenção contra incêndio nas grades curriculares dos cursos de engenharia e arquitetura, bem como os cursos tecnológicos e de ensino médio correlatados (BRASIL, 2017).

### 2.4.2 A Norma Regulamentadora nº 23

O Ministério do Trabalho criou as normas regulamentadoras (NRs) para garantir os níveis mínimos de saúde e segurança dos trabalhadores. São exigidas em caráter

obrigatório para contratos de trabalho, independentemente da empresa ser pública ou privada, desde que sejam regidos pela Consolidações das Leis do Trabalho (CLT).

A NR 23 determina que os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis. Ademais, devem treinar seus trabalhadores para utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, estabelecer medidas de abandono seguras para os trabalhadores, dispor de dispositivos de alarme. Também exige que as saídas de emergência sejam compatíveis com a quantidade pessoas do local, estejam desobstruídas entre outras medidas (BRASIL, 2011).

#### **2.4.3 O Decreto Estadual n°56.819/2011**

O Decreto estadual n°56.819 de 10 de março de 2011 tem função de estabelecer: "objetivos e os conceitos gerais de segurança contra incêndio, sobre a classificação das edificações e prescreve as tabelas de exigências das medidas de segurança contra incêndio que devem ser implantadas nas edificações[...]" (SÃO PAULO, 2011a).

São Paulo (2011a) divide as áreas de risco e edificações pelo seu uso ou ocupação (residencial, comercial, entre outras), pela altura e pela carga de incêndio. Após caracterizá-los, são determinadas as medidas de proteção contra incêndio necessárias, considerando também a área e data de construção da edificação (se anterior ou posterior à vigência do referido decreto).

As edificações existentes, consoante São Paulo (2011a), são construções concluídas antes da vigência do regulamento, portanto estão submetidas as medidas mínimas de proteção aquelas com altura inferior a 12m e área de até 750m². E para construções

com altura ou áreas superiores a estes limites, devem ser seguidas as orientações da Instrução Técnica nº 43/2018 – “Adaptação às Normas de Segurança contra Incêndio – Edificações Existentes” do CBPMESP. Quando não, o regulamento determina medidas de proteção conforme especificado em suas tabelas anexadas.

Nota-se que o Decreto regulamenta quais medidas de proteção devem ser adotadas na edificação ou área de risco, enquanto as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (exigência contida no Decreto Estadual nº 56.819/2011) contêm os procedimentos técnicos para execução das medidas do Decreto.

#### **2.4.4 Instruções Técnicas do CBPMESP**

É responsabilidade das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros (IT) detalhar, tecnicamente, todas as medidas de segurança contra incêndio, determinando regras de implantação das medidas de proteção (SÃO PAULO, 2011a). Em 2018, as instruções técnicas chegaram a 45, todas atualizadas naquele ano, com a criação da nova “IT nº 45/2018 - Segurança contra incêndio para sistemas de transporte sobre trilhos”.

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

A Lei Complementar nº 1.257, de 6 de janeiro de 2015, institui o código estadual de proteção contra incêndios e emergências entre outras providências correlatas. Ela tem o objetivo de proteger a vida humana, meio ambiente e patrimônio, sistematizando normas com requisitos mínimos para prevenção e proteção contra incêndio e emergência.

A lei determina as atribuições e competências ao CBPMESP, algumas delas são: prevenir, combater e extinguir incêndios; advertência, notificação e multa ao infrator, além de comunicar a fiscalização das prefeituras sobre áreas ou edificações que apresentem risco a segurança dos ocupantes.

O sistema possui uma integração entre as prefeituras locais do Estado e do CBPMESP, o que fortalece o sistema de prevenção contra incêndio.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAIS**

##### **3.1.1 Instrumentação e equipamentos**

Para a realização da vistoria na escola, foram empregados os instrumentos e equipamentos como materiais: uma câmera fotográfica, para registro de imagens; uma trena de fita metálica de 10 m de comprimento, para mensurar as dimensões da edificação; e um *smartphone* com recurso de aplicativo de texto (bloco de notas) para registro das medições realizadas.

##### **3.1.2 Documentação**

Além dos equipamentos supracitados, para análise da escola, o estudo baseia-se nos seguintes documentos: no Decreto Estadual de São Paulo nº 56.819/2011, nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiro da Polícia Militar do Estado de São Paulo, nas normas técnica (NBRs) vigentes e no projeto técnico contra Incêndio da escola.

#### **3.2 METÓDOS**

Ao verificar o projeto técnico contra incêndio e os sistemas de proteção existente na escola, realizou-se uma análise em relação ao funcionamento e exigências do sistema de proteção contra incêndio como método do estudo de caso. Os dados para análise foram colhidos através de vistoria *in loco* na escola, entrevistas com colaboradores,

medições dos espaços, fotos, verificação dos elementos e materiais construtivos, e verificação das medidas de proteção existente na escola.

### 3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é sobre uma escola de ensino médio, dentro do terreno de uma instituição sem fins lucrativos localizada no município de São Paulo. Possui área total de terreno de 35.350,00 m<sup>2</sup> com 23.320,35 m<sup>2</sup> de área construídas. As áreas construídas são divididas em 4 blocos ou edificações, a escola de ensino médio, em estudo, pertence ao bloco 2 (prédio quadrado), em seu segundo pavimento com área total de 2.372,00 m<sup>2</sup>. Ademais o bloco 2, possui quatro pavimentos.

Os prédios foram inaugurados em 1980, como um centro de atividades contendo centro educacional, profissional e práticas desportivas (bloco 1); um ambulatório e centro de recuperação física (bloco 2); uma academia de ginástica (bloco 3), e uma área de serviços e utilidades (bloco 4). Houve uma mudança de ocupação no bloco 2, no qual a escola de ensino médio, segundo pavimento, e faculdade de educação, terceiro pavimento, substituíram o ambulatório, permanecendo apenas no pavimento térreo o departamento de recuperação física.

O bloco 2 possui elementos construtivos compostos por vigas e colunas de concreto armado, com paredes internas de bloco de concreto vazado de dois furos, revestidos com emboço e pintados com tinta acrílica. Seu teto é rebaixo com forro de lã de vidro, com laje entre pavimentos e cobertura com laje revestida de manta impermeabilizante. A planta do Anexo A apresenta o projeto técnico contra incêndio desse pavimento.

A escola funciona com duas modalidades de ensino: na parte da manhã, das 7h00 às 12h20, ensino fundamental II e, na parte da tarde, das 13h30 às 18h50, ensino médio,



que será o objeto do estudo. A instituição possui 15 salas de aulas, sendo apenas 11 delas utilizadas. O sistema de ensino apresenta salas ambientes para lecionar as matérias. O quadro de funcionários é composto por 23 colaboradores (professores, inspetores, coordenadores pedagógicos, auxiliares educacionais, equipe de limpeza e equipe de manutenção). Não há funcionamento da escola durante o período noturno. A figura 18 apresenta um resumo de dados de interesse para o estudo sobre a instituição:

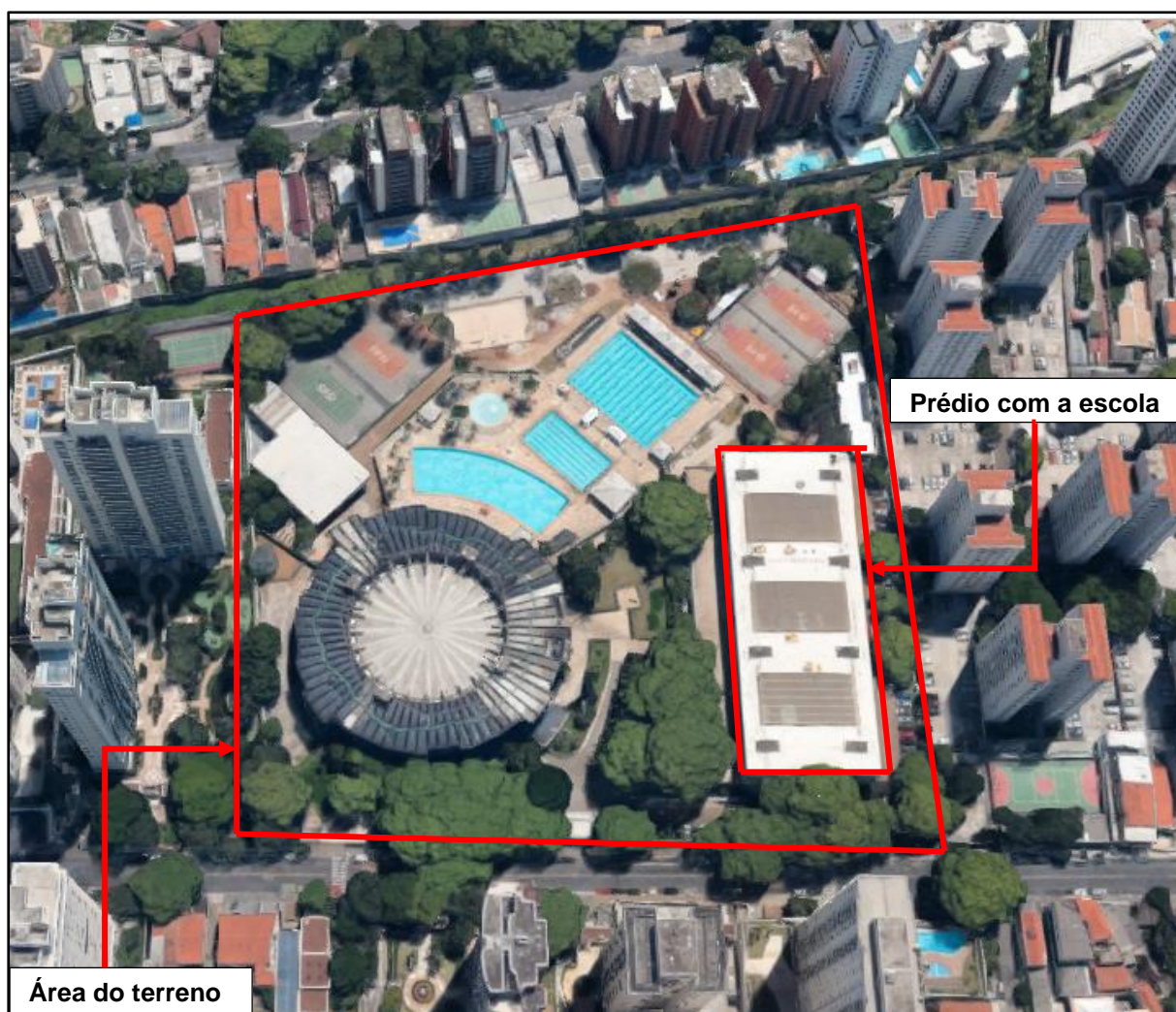
**Figura 18 - Dados da escola**

<b>Ano de construção</b>	1980
<b>Área do terreno</b>	35.350,00 m <sup>2</sup>
<b>Área da escola</b>	2.372,00 m <sup>2</sup>
<b>Sistema Construtivo</b>	Concreto armado, estrutura de aço e bloco de concreto vazado (2 furos)
<b>Altura da edificação</b>	10,65 m
<b>Número de pavimentos</b>	4
<b>Tipo de ocupação ou uso</b>	Educacional
<b>Horário de funcionamento</b>	7h00 às 12h20, manhã, e das 13h30 18h50, tarde.
<b>Faixa etária atendida</b>	14 a 17 anos
<b>Número de alunos</b>	352
<b>Número de funcionários</b>	23
<b>Distância do Corpo de bombeiros</b>	Aproximadamente 4,5 km (12 min)
<b>Data de validade do AVCB</b>	Outubro/2021

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

A região é predominantemente residencial, com edificações residenciais contíguas nas divisas laterais e defronte ao terreno. Na parte detrás do terreno existe um conjunto de prédios, separados por uma linha de transmissão elétrica. A figura 19 apresenta a vista superior da escola e das edificações vizinhas.

**Figura 19** - Vista superior da escola



**Fonte:** Google Maps (2019)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

#### 4.1.1 Quanto à ocupação

O Decreto Estadual nº 56.819/2011 classifica as edificações de acordo com o seu tipo de ocupação ou uso. A tabela 1 do anexo do decreto classifica a edificação em estudo como Grupo E, ocupação/uso Educacional e cultura física, Divisão E-1, Escola de primeiro, segundo e terceiro graus, conforme Figura 20:

**Figura 20** - Classificação das edificações quanto ao uso

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

Fonte: São Paulo (2011b) adaptado.

#### 4.1.2 Quanto à altura

A classificação quanto à altura da edificação é estabelecida segundo a tabela 2 do Decreto. A escola está localizada em um prédio que contém 4 pavimentos, a altura entre o piso mais baixo e o piso do último pavimento é igual a 10,65 metros, portanto classificada como Tipo III, Edificação baixa média altura, como visto na figura 21.

**Figura 21** - Classificação das edificações quanto à altura

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

Fonte: São Paulo (2011b).

#### 4.1.3 Quanto à carga de incêndio

Para classificar a edificação quanto à carga de incêndio, faz-se necessário consultar a tabela de cargas de incêndio por ocupação do anexo A da IT nº 43/2018 do CBPMESP, tendo o valor de 300 MJ/m<sup>2</sup> definido para o uso de escolas em geral, divisão E-1, como pode ser observado na figura 22.

**Figura 22** - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m <sup>2</sup>
<b>Educacional e cultura física</b>	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 (2018g). Adaptado.

Definida a carga de incêndio da escola, por meio da tabela 3 dos anexos do Decreto nº 56819/2011 determina-se o risco da edificação. Contudo o valor de 300 MJ/m<sup>2</sup> pode ser classificado em dois tipos de risco, baixo ou médio, como apresentado na figura 23. Para análise deste estudo, considerou-se o critério mais restritivo, ou seja, risco médio, a fim de garantir a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

**Figura 23** - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de Incêndio MJ/m <sup>2</sup>
Baixo	Até 300 MJ/m <sup>2</sup>
Médio	Entre 300 MJ/m <sup>2</sup> e 1.200 MJ/m <sup>2</sup>
Alto	Acima de 1.200 MJ/m <sup>2</sup>

Fonte: São Paulo (2011b).

A edificação em estudo foi construída antes da vigência do decreto e possui área maior que 750 m<sup>2</sup>, portanto deve conter as medidas exigidas para edificações existentes, conforme consta nos anexos do referido decreto em sua tabela 4 (figura 24)

De acordo com a IT nº 43/2018, as edificações existentes devem atender a legislação vigente à época da construção ou regularização, além de aplicarem, no mínimo, as medidas de proteção, conforme a referida instrução, consideradas básicas.

**Figura 24** - Exigências para edificações existentes

PERÍODO DE EXISTÊNCIA DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO	ÁREA CONSTRUÍDA $\leq 750 \text{ m}^2$ E ALTURA $\leq 12 \text{ m}$	ÁREA CONSTRUÍDA $> 750 \text{ m}^2$ e/ou ALTURA $> 12 \text{ m}$
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> a – Os riscos específicos devem atender às ITCB respectivas e às regulamentações do SvSCI; b – As instalações elétricas e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais.		

Fonte: São Paulo (2011b)

Segundo a IT nº 43/2018, as medidas de segurança incêndio consideradas como exigências básicas nas edificações com área superior a  $750 \text{ m}^2$  ou altura superior a 12 m, independente da data de construção e da regularização, são:

- a. extintores de incêndio;
- b. iluminação de emergência;
- c. sinalização de emergência;
- d. alarme de incêndio;
- e. instalações elétricas em conformidade com as normas técnicas;
- f. brigada de incêndio;
- g. hidrantes;
- h. saída de emergência;
- i. selagem de *shafts* e dutos de instalações, para edificações com altura superior a 12 m;
- j. controle de material de acabamento e revestimento (CMAR), para as edificações regularizadas anteriormente ao Decreto Estadual nº 46.076/01, no caso das ocupações do Grupo B e Divisões F-1, F-5, F-6, F-10 e H-2.

Todavia, por ser inaugurada em 1980, a escola está submetida a legislação vigente à época, tendo que atender ao Decreto Estadual nº 20811/1983. Uma comparação entre a legislação vigente à época e a atual é apresentada na Figura 25.

**Figura 25** - Comparação de medidas de proteção entre os Decretos Anterior e Vigente

<b>Grupo E – Educacional e Cultural, Divisão E-1</b>		
<b>Medidas de Proteção contra incêndio</b>	<b>Decreto nº 20811/1983 Edificações existentes Altura do prédio 10,65 metros Altura &gt; 10 m e/ou área &gt; 750 m<sup>2</sup></b>	<b>Decreto nº 56.819/2011 Edificações novas Altura do prédio 10,65 metros Altura entre 6 e 12 m e/ou área &gt; 750 m<sup>2</sup></b>
<b>Acesso de viatura na edificação</b>	-	X
<b>Segurança estrutural contra incêndio</b>	-	X
<b>Compartimentação vertical</b>	-	-
<b>Controle de materiais de acabamento</b>	-	X
<b>Saídas de emergência</b>	X	X
<b>Plano de emergência</b>	-	-
<b>Brigada de incêndio</b>	-	X
<b>Iluminação de emergência</b>	X	X
<b>Alarme de incêndio</b>	X	X
<b>Sinalização de emergência</b>	X	X
<b>Extintores</b>	X	X
<b>Hidrantes e mangotinhos</b>	X	X
<b>Chuveiros Automáticos</b>	-	-
<b>Controle de fumaça</b>	-	-

**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).

Não obstante, o Decreto nº 56819/2011 ainda determina em suas notas gerais da tabela 6E que devam as instalações elétricas e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) estar em conformidade com as normas técnicas oficiais.



A análise deste estudo utiliza-se das medidas de proteção do Decreto nº 56819/2011 para realização do trabalho.

## 4.2 ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES

### 4.2.1 Acesso de viatura na edificação

A escola possui cinco portões de acesso, entretanto apenas um atende as dimensões mínimas exigidas pela IT nº 06/2018, tendo 8,45 m de largura e vão livre de altura (figura 26Figura 26).

**Figura 26** - Largura do acesso de viatura



**Fonte:** Arquivo pessoal (2018).



As vias de passagens possuem, em seu trecho mais estreito, 6,5 metros como consta na figura 27. Segundo relatos de alguns professores, a escola, durante o ano letivo, realiza diversas excursões, em que os ônibus rodoviários, geralmente três, usualmente estacionam na via de acesso. A soma dos pesos dos ônibus garante o suporte a carga mínima de 25 toneladas.

**Figura 27** - Largura da via de acesso a viatura



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

#### 4.2.2 Segurança estrutural contra incêndio

A exigência para TRRF da escola é obtida por meio da tabela A dos anexos da IT nº 08/2018 conforme figura 28. Sendo 30 minutos o TRRF mínimo exigido.

A escola foi construída com aço estrutural e concreto armado em seus pilares, vigas e lajes contínuas, de acordo com a IT nº 08/2018, devem-se ser consultadas as normas brasileiras NBR 14323, NBR 15200 e NBR 5628 para dimensionamento do

projeto de estrutura de aço em situação de incêndio, projeto de estruturas de concreto e ensaio de resistência ao fogo respectivamente.

**Figura 28** - Tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Profundidade do subsolo $h_s$		Altura da edificação (h)	
			Classe $S_2$ $h_s > 10m$	Classe $S_1$ $h_s \leq 10m$	Classe $P_1$ $h \leq 6m$	Classe $P_2$ $6m < h \leq 12m$
<b>A</b>	Residencial	A-1 a A-3	90	60	30	30
<b>B</b>	Serviços de hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60
<b>C</b>	Comercial varejista	C-1	90	60	60	60
		C-2 e C-3	90	60	60	60
<b>D</b>	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-4	90	60	30	60
<b>E</b>	Educacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60	30	30

Fonte: São Paulo (2018i)

Segundo plantas do projeto técnico contra incêndio do anexo A e medidas realizadas na vistoria as dimensões mínimas são comparadas as dimensões da NBR 15200, assim obtendo-se o respectivo TRRF.

**Tabela 2** - Determinação dos TRRF para elementos estruturais

Elemento construtivo	Critério	Dimensão na planta e/ou verificada	Dimensão adota pela NBR15200	TRRF NBR 15200 (min)
Laje contínua	h	170 mm	150 mm	180
Pilar de concreto	$b_{min} / C_1$	250/ -	230/55	180
Viga contínua	$b_{min} / C_1$	250/ -	250/25	90

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Onde:

h – é a dimensão mínima para garantir função corta-fogo

$b_{min}$  - é a largura mínima do elemento

$c_1$  – é a distância

Até o momento da vistoria, a escola não forneceu o projeto executivo de construção. Por ser tratar de uma rede de escola, o projeto fica em posse da sede escolar. Contudo foi garantido que sua construção foi realizada com técnicas convencionas podendo estimar o TRRF, conforme a tabela 2. Porém, a garantia dos valores obtidos só poderá ser feita com a análise do projeto executivo.

As paredes que formam as salas do pavimento são feitas de dois tipos de elementos construtivos. O primeiro com blocos de concreto vazado (2 furos) de 19 cm revestidas com emboço e pintadas com tinta acrílica a base d'água que apresenta 3 horas de TRRF. Já o outro tipo, foi realizado com chapas de gesso tipo *drywall* com 16 cm de largura e distância entre montantes de 0,4 metros, sendo seu TRRF de resistência ao fogo CF – corta fogo, igual a CF60.

Os elementos construtivos atendem parcialmente às exigências em relação à segurança estrutural.

#### **4.2.3 Controle de material de acabamento CMAR**

O CMAR estabelecido pela IT nº 10/2018 pode ser visualizado na figura 29, cuja imagem traz a tabela B.1 do anexo B da referida instrução. Com uma indicação das classes de materiais que a escola necessita.

**Figura 29** - Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material

		Finalidade do Material			
		Piso (Acabamento <sup>1</sup> / Revestimento)	Parede e Divisória (Acabamento <sup>2</sup> / Revestimento)	Teto e forro (Acabamento/ Revestimento)	Fachada (Acabamento/ Revestimento)
Grupo/ Divisão	A-3 <sup>5</sup> e Condomínios Residenciais <sup>5</sup>	Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A <sup>7</sup>	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A <sup>8</sup>	Classe I, II-A, ou III-A <sup>6</sup>	
	B, D, E, G, H, I-1, J-1 <sup>4</sup> , J-2, C-1, F-1, F-2, F-3, F-4, F-6, F-8, F-9, F-10	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A	Classe I, II-A, ou III-A <sup>9</sup>	Classe I, II-A	Classe I a II-B
	C-2, C-3, F-5, F-7, F-11, I-2, I-3, J-3, J-4, L-1, M-2 <sup>3</sup> e M-3	Classe I, II-A, III-A, ou IV-A	Classe I, II-A	Classe I, II-A	

Fonte: São Paulo (2018)

A edificação possui nas salas de aulas e corredores janelas feitas de esquadrias de alumínio e vidro, paredes de bloco de concreto vazado e placas de gesso tipo *drywall*, peitoril e verga das janelas de concreto armado, teto de laje continua de concreto armado rebaixado com forro de lã de vidro (1250 x 625mm x 15mm), piso vinílico em manta, sendo algumas das salas feitas com piso elevado com placa de aço preenchida de concreto celular leve. Os banheiros possuem paredes de alvenaria com blocos de concreto com revestimento cerâmico, divisórias de granito polido entre os *boxes* e piso cimentício com revestimento cerâmico e teto de laje continua de concreto armado rebaixo com gesso.

Não há como avaliar o requisito, pois até a data da vistoria a escola não forneceu o projeto executivo de construção. Desta forma, não existem garantias sobre o CMAR da edificação.

#### 4.2.4 Saídas de emergências e rotas de fuga

As saídas de emergência são dimensionadas conforme a população ocupante da edificação, para tanto, a IT nº 11/2018 estabelece as exigências necessárias para a escola conforme a figura 30 abaixo

**Figura 30 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência**

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

**Fonte:** São Paulo (2018f)

Utilizando os valores de capacidade da unidade de passagem, a população por sala de aula e a equação 1, quantidade de unidades de passagens, é possível verificar se o prédio atende os requisitos quanto às saídas de emergência.

A quantidade de alunos pode ser determinada pela divisão da área das salas de aula pelo coeficiente requerido na IT11 conforme figura 30. O resultado obtido apresenta-se na tabela 3. Neste estudo, verificou-se apenas as salas que os alunos utilizam no horário de aula.

**Tabela 3** - Cálculo de alunos por sala de aula

<b>Salas</b>	<b>Área (m²)</b>	<b>Alunos/m²</b>	<b>Alunos</b>
Sala 1	57,1	1,5	39
Sala 2	56,7	1,5	38
Sala 3	57,12	1,5	39
Sala 4	59,01	1,5	40
Sala 5	59,01	1,5	40
Sala 6	58,02	1,5	39
Sala 7	58,43	1,5	39
Sala 8	58,63	1,5	40
Sala 9	49,74	1,5	34
Sala 10	66,79	1,5	45
Sala 11	58,03	1,5	39
Sala 12 (lab. de biologia)	56,92	1,5	38
Sala 13 (sala de convivência)	56,92	1,5	38
Sala 14 (lab. de ciência e tecnologia)	56,92	1,5	38
Sala 15 (sala multidisciplinar)	57,94	1,5	39
Total			585

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

A área denominada terreiro das artes pertence a faculdade instalada no pavimento superior da edificação. Ademais, a escola opera com 11 classes formadas por 32 alunos cada, totalizando 352 alunos, para comparação foi adotado os maiores valores de alunos em correspondência ao número de salas (11) com total de 437 alunos. A fim de garantir maior proteção, o dimensionamento das saídas de emergência levou em conta o critério mais restritivo, ou seja, o maior número de alunos, 437 alunos.

A escola funciona em dois períodos manhã/tarde, para ensino fundamental, e tarde/noite, para ensino médio, e o dimensionamento se baseia apenas nos alunos do ensino médio. Contudo, os colaboradores trabalham 8 horas diárias, havendo em

determinada hora do dia a presença de todos colaboradores na escola. Assim, a população total será acrescida em 23 pessoas, totalizando 460 pessoas.

Para calcular a quantidade de unidades de passagens faz-se necessário a aplicação da equação 1. Em seguida, determina-se as larguras mínimas em metros ( $L_{min}$ ) exigida.

$$N = \frac{P}{C}$$

A tabela 4 apresenta o resultado mínimo para as saídas de emergência

**Tabela 4** - Larguras mínimas requeridas

Local	População (P)	Capacidade da		
		unid. De	N = P/C	$L_{min}$
		passagem (C)		
Acessos/descargas	460	100	5	2,75
Portas	460	100	5	2,75
Escadas e rampas	460	75	7	3,5

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

A escola está situada no segundo pavimento da edificação, e possui 5 componentes de acesso para rotas de fugas, 2 escadas enclausuradas à prova de fumaça (PF), 2 escadas não enclausuradas (NE) e 1 rampa, ilustrados na figura 31. Estão dispostos conforme projeto técnico no anexo A.

**Figura 31 - Componentes de acesso para rota de fuga**

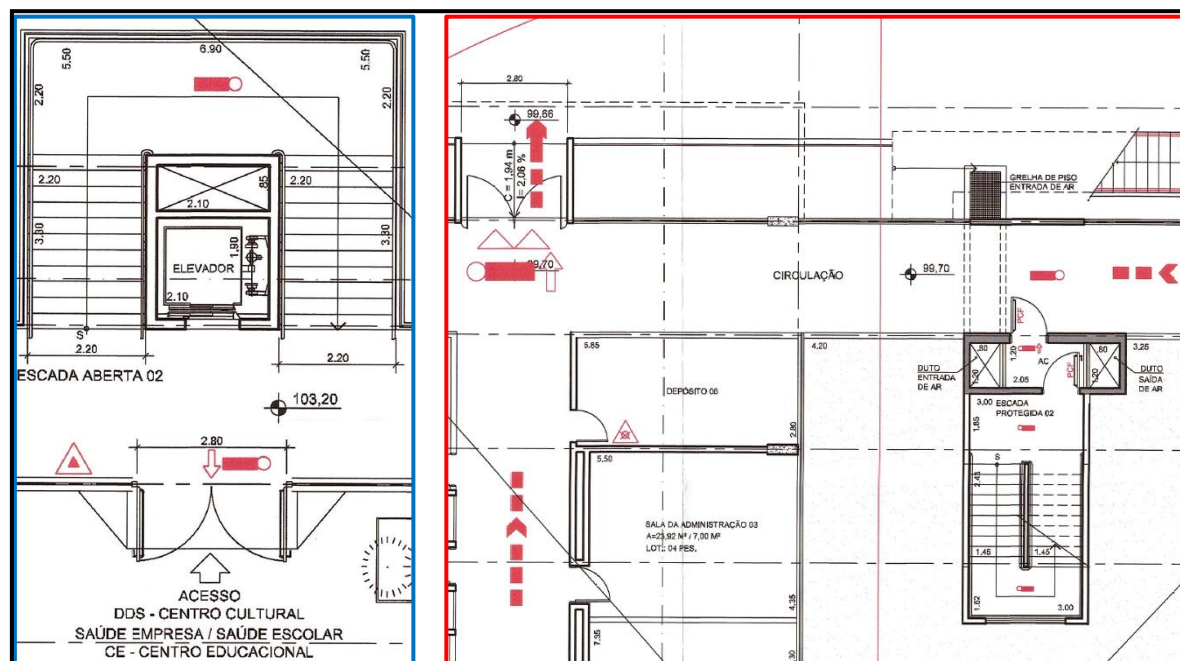


**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

A rampa e as escadas NE têm como nível de descarga o primeiro pavimento, cujo possui 3 portas para acesso à área externa segura. Já as escadas PF possuem como nível de descarga o pavimento térreo, tendo duas portas que acessam a área segura externa, figura 32.



Figura 32 - Saídas de descarga



Fonte: Escola (2019) adaptado

As tabelas 5 e 6 apresentam as dimensões dos componentes relatados acima e as respectivas UPs.

Tabela 5 - Cálculo de unidades de passagens da escola

Local	Largura (m)	UP
Escada PF 1 PCF90	0,92	1
Escada PF 2 PCF90	0,82	1
Rampa	2,7	5
Escada NE 1	2,2	4
Escada NE 2	2,2	4
Total	-	15

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

De acordo com os resultados, as UPs para escadas e portas atendem às exigências da instrução técnica, visto que para portas e escadas/rampas o requerido é 5 UPs e a escola possui para escada/rampas 15 UPs e, para portas 20 UPs.

**Tabela 6** - Cálculo de UP para portas

<b>Local</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Folhas</b>	<b>UP</b>
Térreo porta 1	2,3	2	4
Térreo porta 2	2,3	2	4
1º pav. Porta 1	2,4	2	4
1º pav. Porta 2	2,4	2	4
1º pav. Porta 3	2,8	2	4
Total			20

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Considerou-se os corredores no entorno das salas de aula como acesso as rotas de fuga, no total de 6 corredores. Deles, dois possuem 2,8 metros e o restante com 3 metros de largura, todavia três corredores de 3 metros contêm armários escolares para os alunos, figura 33, reduzindo sua largura em 1 m.

Desta forma, a somatória das larguras é igual a 14,6 m ou 26 UPs, assim a largura mínima ultrapassa o valor determinado de 2,5 UPs ou 4,49 m de largura mínima para acessos, atendendo o exigido pela IT 11.

**Figura 33** - Armários escolares nos corredores



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Contudo, ressalta-se a necessidade de manutenção nas portas dos níveis de descarga, porta 2 do térreo e porta 1 do 1º pavimento, que estavam com uma das folhas emperradas na data da vistoria, reduzindo assim pela metade a UP. Ainda há de salientar o cuidado em manter as saídas de emergência desobstruídas, pois foram encontrados equipamento obstruindo a porta 1 do 1º pavimento. Como apontado na figura 34.

**Figura 34 - Saída de emergência com obstrução**

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

A distância máxima a ser percorrida por uma pessoa até a saída mais próxima para a escola é definida pela figura 35. A escola não possui chuveiros automáticos, nem detectores de fumaça, além de estar localizada no segundo pavimento do prédio.

**Figura 35 - Distâncias máxima a serem percorridas**

Grupo/ 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 (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	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-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 (2018f)

No pavimento da escola constatou-se a distância máxima de 39 m até a saída mais próxima e, nos pisos de descarga as distâncias máximas de 12 m para o pavimento térreo e 3,2 m para o 1º pavimento. Cumprindo a exigência da IT nº 11/2018.

Por possuir 10,65 m de altura e quatro pavimentos, a escola tem escadas para deslocamento vertical. A construção deverá ser dotada de escadas de emergência conforme tipo de ocupação e altura. Sua construção deve atender ao exigido na IT11 conforme figura 36.

A escola possui dois tipos de escadas, NE e PF, dispostas conforme projeto técnico no anexo A. Cada tipo de escada deve atender ao exposto na IT11. As escadas possuem a maioria dos requisitos constantes na IT, apresentando apenas não conformidade, a escada NE, em relação aos corrimãos, cujo existem apenas na parte interna da escada. Já a escada PF, possui antecâmara com comprimento mínimo de 1,2 m, que é menor ao exigido de 1,8 m, e proporção superior a máxima permitida de 1:4 para dimensionamento dos dutos de ventilação, possuindo proporção de 2:3.

**Figura 36** - Tipos de escadas de emergência por ocupação

Dimensão			
Altura (em metros)		$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$
Ocupação		Tipo de escada	Tipo de escada
Grupo	Divisão		
E	E-1	NE	NE
	E-2	NE	NE
	E-3	NE	NE
	E-4	NE	NE
	E-5	NE	NE
	E-6	NE	NE

Fonte: São Paulo (2018f) adaptado.

Ainda que a escola possua dois tipos de escadas atendendo ao exigido referente ao tipo de escada. Os dois tipos de escadas apresentam irregularidades. Desta forma, a escola atende parcialmente às exigências da IT nº 11/2018.

#### 4.2.5 Brigada de incêndio.

Para dimensionamento e nível de treinamento da brigada, é considerado a população fixa (trabalhadores), o tipo de ocupação e grau de risco da edificação (figura 37), neste caso, considerou-se o número máximo de funcionários, 23.

Para realização do cálculo deve-se considera quatro brigadistas para população fixa até 10 pessoas e mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas, conforme nota 5 da Tabela A.1 do anexo A, totalizando cinco brigadistas.

**Figura 37 - Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento**

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		
E - Educacional e cultura física	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 (2018h)

Em entrevista, os funcionários relataram que possuem seis brigadistas treinados no nível básico de treinamento. Distribuídos na proporção de três professores, dois inspetores e um oficial de manutenção. Ressalta-se que, por determinação da sede escolar, os brigadistas são treinados anualmente ou quando houver mudança em mais de 50% do quadro de brigadistas. Atendendo as exigências da IT n.º 17/2018.

Contudo, a IT 17, para grupo E-1, exclui a população flutuante (alunos) do dimensionamento. Em uma situação real de emergência, a quantidade total de pessoas para abandono da edificação é a soma das duas populações, ou seja, 460 pessoas. Desta forma, uma brigada ideal, considerando o critério anterior da figura 37, a quantidade mínima de brigadista seria de 34 componentes. Número superior ao quadro de funcionários.

#### 4.2.6 Iluminação de emergência.

A escola possui pontos de aclaramento e balizamento de marcas distintas (figura 38). As distâncias máximas entre pontos e paredes estão dentro do estabelecido, sendo 1,5 m a maior distância mensurada. Já entre pontos de iluminação, existem um trecho com 22,70 metros entre pontos de aclaramento, sendo necessário a instalação de um ponto intermediário para atendimento da IT 18.

**Figura 38** - Luminárias de emergência

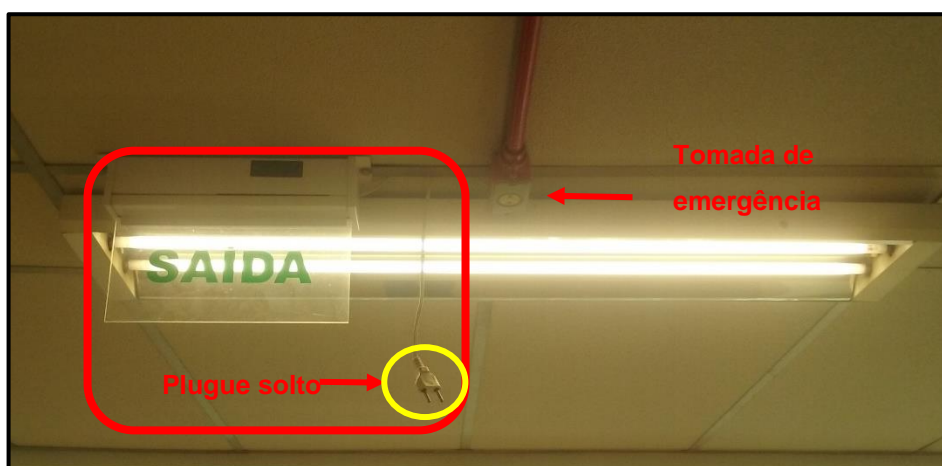


Fonte: Arquivo pessoal (2019)



Algumas luminárias são do tipo bloco autônomo, dependendo da alimentação elétrica da escola para carregar sua bateria, isso se faz por meio de um plugue macho da luminária que se conecta a tomadas da rede elétrica de emergência (fig. 36). Salienta-se a necessidade de orientação aos alunos para que não desliguem as luminárias, pois na data da vistoria foram encontradas luminárias desligadas conforme visto na figura 39.

**Figura 39** - Luminária de balizamento desligada



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Ademais, a fim de que não ocorra o desligamento das luminárias, recomenda-se a remoção do plugue de alimentação elétrica, efetuando-se uma emenda direta na rede dentro dos condutores de energia, sendo o acesso restringido apenas a equipe técnica.

Não foram obtidos dados referentes ao projeto técnico de iluminação de emergência e especificações técnicas, tal condição não permite a avaliação ao atendimento das exigências quanto a esses requisitos.

Desta forma, o sistema de iluminação deve ser reparado para poder atender os requisitos da IT cima citada.



#### 4.2.7 Alarme de Incêndio.

No pavimento da escola estão dispostos quatro acionadores e sirenes juntos aos hidrantes (figura 40Figura 40), sendo um acionador por corredor da escola com distância máxima de 24 m do maior percurso entre o acionador e ponto mais afastado, atendendo ao disposto na IT19. Contudo, dois acionadores estão instalados acima da altura padrão de 0,9 m a 1,35m. Um deles está a 1,38 m e o outro a 1,4m. Condição de não conformidade com a IT 19.

**Figura 40** - Acionador e sirene de incêndio



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Segundo relato dos funcionários, foram feitos testes de funcionamento do sistema em dezembro de 2018. O sistema apresentou funcionamento normal, sendo acionado o alarme, a sirene imediatamente acima dele dispara, após aproximados 1 minuto e 30 segundos, as sirenes de toda edificação disparam. Cumprindo o exigido pela IT 19.

A central de alarme, figura 41, fica na portaria principal do prédio sob vigilância 24h. Sua alimentação elétrica é por meio da rede local com um banco de baterias, em caso de falta de energia.

Não foram obtidos dados referente a autonomia da bateria. Por fim, o sistema não atende integralmente às exigências quanto a IT 19.

**Figura 41 - Central de alarme de incêndio**



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

#### **4.2.8 Sinalização de emergência.**

A sinalização de emergência deve seguir as orientações e exigências da IT nº 20/2011 do CBPMESP.

Em relação à sinalização de orientação e salvamento, existem nas portas das saídas de emergência, acima delas, iluminação de balizamento que substitui a sinalização de saída de emergência indicando a saída e no nível de descarga também há a mesma situação. Nos dois lados das paredes dos corredores da escola há placas do tipo S2 indicando o sentido da rota de fuga mais próxima, conforme observado na figura 42.

Ademais, as placas estão instaladas nas paredes a 1,80m de altura do piso acabado, figura 43, e a distâncias inferiores a 15m entre elas.

**Figura 43** - Indicação de rotas de fugas



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

**Figura 42** - Indicação de altura da sinalização de emergências



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Com relação à sinalização dos equipamentos de combate a incêndio, todos extintores, hidrantes e alarmes de incêndio possuem sinalização própria acima do equipamento de acordo com a recomendação de altura mínima igual a 1,8 metros. Porém, os extintores e hidrantes não apresentaram sinalização de solo, conforme pode ser visto na figura 44. Desta forma, a sinalização não está em conformidade com IT20.

**Figura 44 -** Sinalização de equipamentos de combate



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Existe quadros elétricos distribuídos pelo pavimento, adicionando o perigo de choque elétrico, sua sinalização é instalada nas portas dos mesmos, caracterizando não conformidade. A figura 45 ilustra um exemplo dos quadros elétricos da escola.

**Figura 45 - Sinalização de advertência**



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

#### **4.2.9 Extintores de incêndio.**

A escola possui, em seu pavimento, oito extintores sendo quatro extintores com carga d'água 2-A; três extintores de carga de pó químicos 20-B-C e; um extintor de CO<sub>2</sub> de 5-B-C. Todos estão com altura igual a 1,5 m do piso acabado, atendendo o requerido quanto à altura. Os extintores, na data da vistoria, estavam dentro da validade de uso, figura 46.

**Figura 46 - Extintores de incêndio**

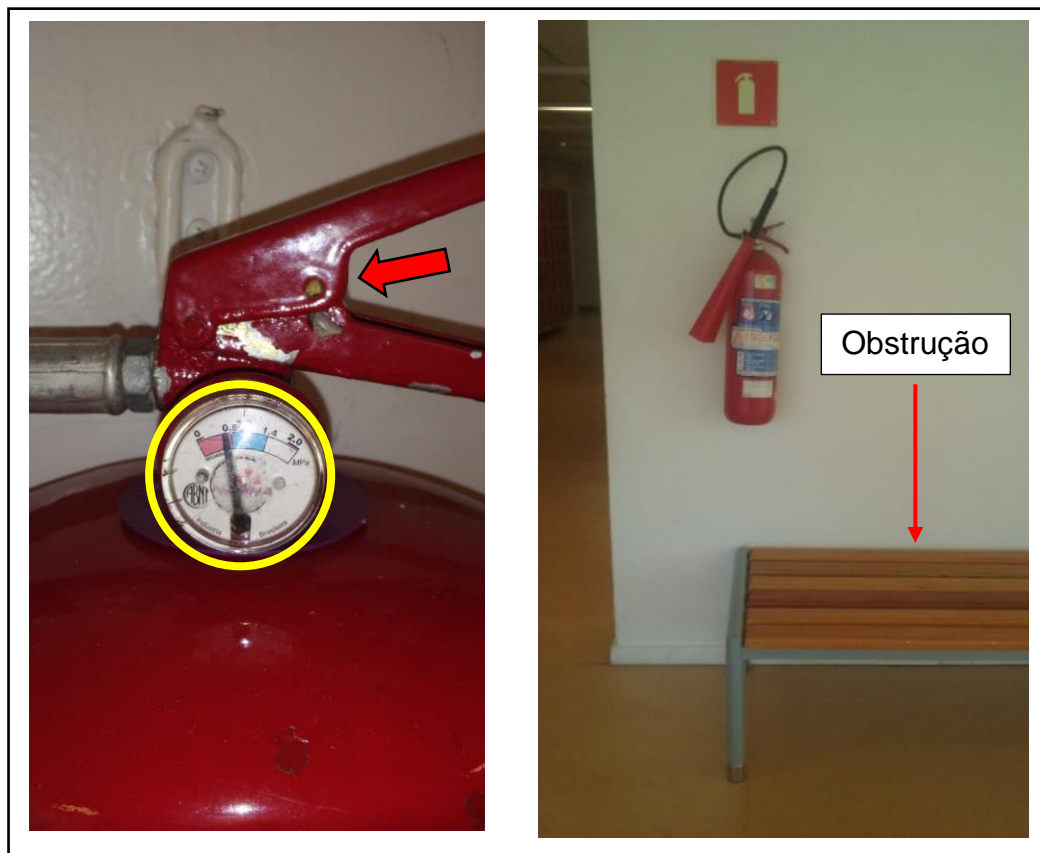


**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Contudo, foram encontrados cinco extintores com os lacres rompidos, entre eles um já estava com pressão reduzida indicada no manômetro, o que não garante a capacidade extintora deles. Além do mais, foram encontrados dois extintores obstruídos. A figura 47 ilustra o extintor com lacre rompido e o extintor obstruído.

Esta situação apresenta grande potencial de risco para propagação do incêndio em caso de emergência, visto que os componentes de combate a incêndio da escola são dois: os extintores manuais e os hidrantes de incêndio. Não há como garantir o combate ao princípio de incêndio apenas com os hidrantes, pois existem, na escola, classe de fogo do tipo C (equipamento energizados), sendo proibido uso de água, que é o principal agente extintor dos hidrantes.

**Figura 47 - Extintor obstruído e com lacre rompido**



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Ressalta-se que é função dos brigadistas a verificação dos equipamentos de combate ao incêndio. Em entrevista com os funcionários, foi revelado que a brigada não tem essa rotina de verificação, acrescentando uma não conformidade à exigência dos brigadistas na IT 17.

Recomenda-se a substituição dos extintores para atendimento da IT21, além de estabelecimento de rotinas de verificação dos equipamentos de combate ao incêndio e desobstrução dos extintores. Também se recomenda a orientação aos alunos para conscientização sobre a importância dos equipamentos de combate a incêndio.



#### 4.2.10 Hidrante e mangotinhos.

A escola em estudo possui quatro hidrantes, um por corredor, estão posicionados conforme projeto no anexo A. Seu abrigo possui duas válvulas globo angular de 45° DN65, duas mangueiras DN40 de 15 metros cada, dois esguichos reguláveis DN40 e uma chave de mangueira, conforme observado na figura 48.

**Figura 48** - Abrigo do hidrante.



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Desta forma possui o total requerido de comprimento de mangueiras de 30 metros, alcançando todos os pontos do pavimento. Todas mangueiras possuem selo de teste hidrostático de acordo com a figura 49.



**Figura 49** - Selo de aprovação no teste hidrostático

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Os componentes acima atende ao estabelecido na tabela 4 da IT22, conforme consta na figura 50.

**Figura 50** - Componentes para cada hidrante

Materiais	Tipos de sistemas				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira(s) de incêndio	Não	Tipo 1 (residencial) ou Tipo 2 (demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira semirrígida	Sim	Não	Não	Não	Não

Fonte: São Paulo (2018m), adaptado.

O reservatório de água existente é do tipo subterrâneo composto por quatro reservatórios, cuja dimensões informadas de 9 m por 9 m por 2,5 m, com capacidade para armazenamento de até 810 m<sup>3</sup>. Para edificações classificadas como E-1 e com

área acima de a 2500 até 5000 m<sup>2</sup>, tipo 2, a reserva técnica, mínima, é de 12 m<sup>3</sup>. Sendo assim, o reservatório existente atende ao mínimo exigido pelo regulamento.

O dispositivo de recalque está localizado no passeio público, próximo da entrada principal da escola. Observa-se que não há nenhuma obstrução que impeça o acesso a tampa, contudo, a tampa está emperrada, dificultando sua abertura. Em seu interior a válvula para recalque apresenta más condições de conservação, figura 51, caracterizando não conformidade com as exigências IT nº 22/2018.

**Figura 51** - Válvula de recalque



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

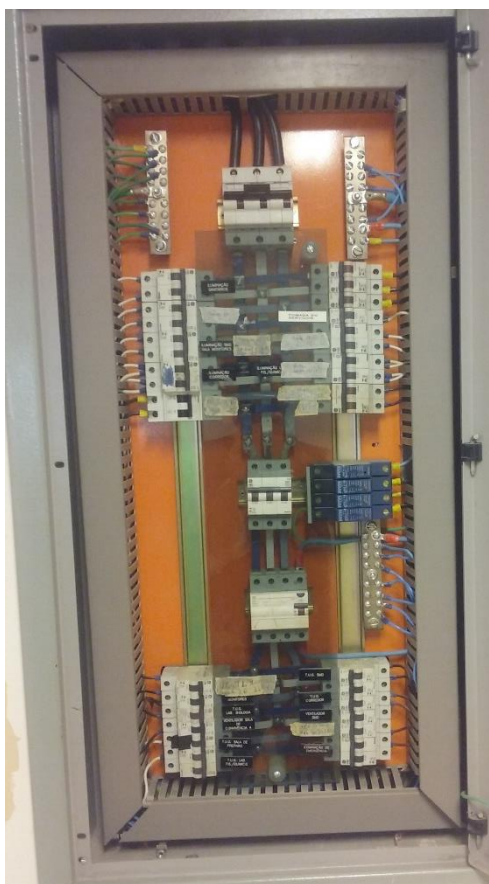
O acesso à casa de máquinas não foi permitido pela direção, contudo ao serem questionados sobre o funcionamento do sistema, os funcionários informaram que ele está, temporariamente, desativo devido a existência de um vazamento na rede

hidrante. Situação grave que facilita a propagação do fogo em caso de incêndio. Todavia, também informaram que a escola já está atuando para realização da manutenção da rede.

#### **4.2.11 Instalações elétricas e SPDA.**

O sistema de SPDA e as instalações elétricas foram modernizadas, de acordo com relatos dos funcionários, em atendimento às normas técnicas vigentes, conforme exigência do Decreto Estadual nº 56.819/2011. A figura 52 ilustra um quadro elétrico modernizado.

**Figura 52** - Quadro elétrico modernizado



**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

## 5 CONCLUSÕES

Conclui-se que o presente estudo atingiu o objetivo de analisar uma escola de ensino médio quanto aos sistemas de proteção contra incêndio existentes e sua conformidade quanto às regulamentações aplicáveis ao Estado de São Paulo.

A escola analisada apresentou todos os sistemas de proteção exigidos pelo Decreto Estadual nº 56.819/2011, no entanto, a maioria deles contém irregularidades, como obstrução das saídas de emergência; falta de iluminação de emergência; falta de rotina de inspeção de equipamentos de combate a incêndio por parte da brigada; além de rede de hidrantes com vazamento. Também há dúvida quanto à comprovação do desempenho dos CMAR e dos elementos estruturais da edificação, embora foram estimados os desempenhos, não há garantias de que ajam conforme estimativa.

Observou-se que a escola, em caso de princípio incêndio ou em situação de emergência, não apresenta as condições mínimas para combate, tendo que dar maior atenção a manutenção ou correção das irregularidades a fim de garantir a segurança à vida dos seus ocupantes.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-1**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 1: Princípios de projetos. Rio de Janeiro, 2004. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 2001. 15 p.

AUREON. **Produtos**. 2018. Disponível em: <<http://www.aureon.com.br/produtos>> Acesso em: 29 de dez. de 2018

BRASIL. **Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017**. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público; altera as Leis n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990, e 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil; e dá outras providências. Brasil, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT n.º 221, de 06 de maio de 2011. **Norma Regulamentadora nº 23** – Proteção contra incêndio. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf>> Acesso em: 31 de dez. de 2018.

ENGEFOGO, Soluções contra incêndio. **PREÇO DE EXTINTOR DE INCÊNDIO CO2**. São Paulo, 2018. Disponível em <<https://www.engefogo.com.br/preco-extintor-incendio-co2>> Acesso em 28 de dez. de 2018.

G1. **Incêndio de grandes proporções destrói o museu nacional, na quinta da boa vista**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/02/incendio-atinge-a-quinta-da-boja-vista-rio.ghtml>> Acesso em: 13 jan. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8421 Part - 1:1987 Fire Protection Vocabulary - General Terms and phenomena of fire**. Gênova. 1987.

NEGRISOLO, W. **Arquitetando a segurança contra incêndio**. 2011. 447p. Tese Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

O GLOBO. **Incêndio na boate Kiss matou 242 jovens e deixou 636 feridos em janeiro de 2013**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/fatos-historicos/incendio-na-boate-kiss-matou-242-jovens-deixou-636-feridos-em-janeiro-de-2013-9386964>> Acesso em: 13 de jan. de 2019

SÃO PAULO (ESTADO). **Cartilha de Orientações Básicas**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2011a.

SÃO PAULO (ESTADO). **Decreto nº 56.819**. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 11 de março de 2011, 2011b, Seção I, p. 1.

SÃO PAULO (ESTADO). **Instrução Técnica nº 02/2018: Conceitos básicos de segurança contra incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018a.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 03/2018: Terminologia de segurança contra incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018b.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 06/2018: Acesso de viatura na edificação e área de risco**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018c.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 08/2018: Segurança estrutural contra incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018d.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 10/2018: Controle de materiais de acabamento e revestimento**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018e.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 11/2018: Saídas de emergências**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018f.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 14/2018: Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018g.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 17/2018: Brigada de incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018h.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 18/2018: Sistema de iluminação de emergência**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018i.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 19/2018: Sistema de alarme de emergência**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018j.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 20/2018: Sinalização de emergências**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018k.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 21/2018: Sistema de extinção por extintores**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018l.

\_\_\_\_\_. **Instrução Técnica nº 22/2018: Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio.** São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2018m.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 1.257**, de 06 de janeiro de 2015. Institui o Código estadual de proteção contra Incêndios e Emergências e dá providências correlatas. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 07 de janeiro de 2015, Seção I, p.1

SEITO, A.I.; et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** Projeto Editora. São Paulo - SP, 2008.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **Proteção contra incêndios e explosões-Parte A.** São Paulo: Epusp - EAD/PECE, 2017a. 242p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **Proteção contra incêndios e explosões-Parte B.** São Paulo: Epusp - EAD/PECE, 2017b. 126p.

WIPÉDIA. **Ficheiro: Tetraedro do fogo pt.svg.** Brasil, 2016. Disponível em: <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Tetraedro\\_do\\_fogo\\_pt.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Tetraedro_do_fogo_pt.svg)> Acesso em 15 de jan. de 2019.

YOUFQA. **Transferência de Energia sob a Forma de Calor – Radiação, Condução e Convecção.** 2017. Disponível em: <<https://youfqa.wordpress.com/2017/05/05/transferencia-de-energia-sob-a-forma-de-calor-radiacao-conducao-e-conveccao/>> Acesso em: 22 de jan. de 2019



