

ANDRÉ GOMES DA ROCHA

Adequação do sistema de segurança contra incêndio de um colégio de  
ensinos infantil, fundamental e médio

São Paulo

2018

ANDRÉ GOMES DA ROCHA

Adequação do sistema de segurança contra incêndio de um colégio de  
ensinos infantil, fundamental e 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  
2018

*À Marcia e ao José*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Marcia e ao meu pai, José, pelo amor sempre presente, pelos valores transmitidos e pela confiança em mim depositada.

Às minhas irmãs Marília e Maria e ao meu irmão Tiago, pelo carinho genuinamente fraterno.

À Beatriz, por me ensinar a amar, pelo que passou e pelo que virá.

Ao Professor Evaldo Espindola, por aceitar tão prontamente a concomitância deste trabalho com uma dissertação de mestrado e pela recomendação de bolsa de estudos junto ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica (PECE-Poli).

À Universidade de São Paulo (USP) e ao PECE-Poli pela apreciação de bolsa de estudos e pela oportunidade enriquecedora de conhecimento desta área fascinante que é a Engenharia de Segurança do Trabalho. Aos seus funcionários e docentes, em especial ao Professor Lucas A. Moscato, à Regina F. Alves e aos Instrutores Multimídia à Distância (IMADs).

A todos estes, meu sincero agradecimento.

*E ecoa noite e dia  
É ensurdecedor  
Ai, mas que agonia  
O canto do trabalhador  
Esse canto que devia  
Ser um canto de alegria  
Soa apenas  
Como um soluçar de dor  
(Paulo César Pinheiro e Mauro Duarte)*

## RESUMO

Embora seu domínio tenha representado um fator chave na evolução da humanidade, o fogo também representa um fator de ameaça às sociedades, dado o seu potencial destrutivo em forma de incêndios. Incêndios são passíveis de acontecer em qualquer lugar, mas podem causar verdadeiras tragédias quando ocorridos em locais de grande concentração de pessoas. Um desses locais são as instituições de ensino, como escolas, que devem possuir um sistema de segurança contra incêndio bastante consistente, a fim de evitar a vitimação de crianças e adolescentes. Diante disso, o trabalho visou a analisar o sistema de segurança contra incêndios de um colégio do município de Sorocaba (SP), comparando as medidas de proteção encontradas com as medidas preconizadas pela legislação e apontando recomendações de melhorias. Além de uma conversa inicial com a administração do colégio, os dados foram coletados por meio de observação direta dos diversos elementos de segurança contra incêndio do colégio, comparando o cenário encontrado sob a óptica das exigências legais e normativas. Embora não tenham sido constatadas grandes irregularidades, foram encontradas desconformidades nas seguintes medidas de proteção: extintores de incêndio, sinalização de emergência, alarmes de incêndio, instalações elétricas, brigada de incêndio, hidrantes e saídas de emergência. Recomenda-se o ajuste dos diversos dispositivos de proteção ausentes ou irregulares e, sobretudo, a atualização da brigada de incêndio quanto ao número de brigadistas e realização de treinamentos e simulações. Conclui-se, ainda, que o trabalho atingiu seu objetivo e pode contribuir com a melhoria do sistema de segurança contra incêndio do colégio, caso as recomendações sejam implementadas.

**Palavras-chave:** Segurança contra incêndio. Escolas. Legislação. Incêndios. Medidas de proteção. Educação.

## ABSTRACT

Although fire dominance has been a key factor in the evolution of mankind, fire is also a threat to societies given its destructive potential. Fires may occur anywhere, but they can cause tragedies when occurred in places with many people. Schools are examples of such locations, and must have a fairly consistent fire safety system in order to prevent the death of children and adolescents. The study aimed at analyzing the fire protection system of a school in Sorocaba, Sao Paulo State, by comparing the protection measures found to the protection measures required by the legislation and also indicating some recommendations. Data were collected both by an initial conversation with the college administration and a visual observation of the fire protection devices, under a legal regulation approach. Although no major irregularities were found, some flaws were verified in the following protective items: fire extinguishers, emergency signaling, fire alarms, electrical installations, fire brigade, fire hydrants and emergency exits. The correction of these flaws is recommended, especially regarding the lack of trainings and simulations of the fire brigade. Furthermore, the aims of the work were achieved and can contribute to improvements of the fire protection system of the school, in case the recommendations are implemented.

**Keywords:** Fire safety. Schools. Laws. Fires. Protection measures. Education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tetraedro do fogo.....	15
Figura 2 – Diferentes fases de um incêndio.....	16
Quadro 1 – Principais medidas de segurança contra incêndios.....	26
Figura 3 – Número de incêndios em edifícios não residenciais totais e em instituições de ensino noticiados pela imprensa no Brasil nos últimos anos.....	35
Figura 4 – Número de incêndios não residenciais veiculados pela imprensa brasileira nos últimos anos, divididos por categoria de estabelecimento.....	36
Quadro 2 – Todos os casos de incêndios registrados pelo Instituto Sprinkler Brasil por meio de notícias veiculadas pela imprensa brasileira.....	41
Quadro 3 – Medidas de proteção legalmente exigidas e principais diplomas aplicáveis às edificações.....	47
Figura 5 – Desconformidades encontradas em extintores: ausência de lacre (A) e validade de manutenção expirada (B e C).....	53
Figura 6 – Baterias de alimentação do sistema de iluminação de emergência do Colégio Escola.....	54
Figura 7 – Proibição de utilização de água para apagar incêndio (esquerda) e de utilização de elevador em caso de incêndio (direita).....	56
Figura 8 – Falta de sinalização em quadros de distribuição nos Edifícios E (A) e A (B).....	56
Figura 9 – Placas de orientação de rotas de fuga descolando da superfície de pilar de sustentação do pátio (A) e de parede do Edifício D (B).....	57
Figura 10 – Acionadores manuais de alarme sem dispositivo de rompimento nos Edifícios A (A), C (B) e D (C).....	59
Figura 11 – Exemplos de quadros de distribuição sem a identificação de componentes e circuitos, nos Edifícios A (A) e B (B).....	60
Figura 12 – Abrigos sem a presença da mangueira no Ginásio (A) e no Edifício C (B).....	63
Figura 13 – Escada com degraus com altura menor do que a mínima recomendada.....	65
Figura 14 – Portas de saída de emergência de uma mesma sala, projetadas de maneiras incorreta (A) e correta (B).....	66
Quadro 5 – Síntese das recomendações para a melhoria do sistema de segurança contra incêndio do Colégio Escola.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das edificações do Colégio Escola quanto à ocupação, conforme o Decreto 56.819/2011 .....	51
Tabela 2 - Desconformidades encontradas em extintores do Colégio Escola .....	52
Tabela 3 - Dados de cálculo do número mínimo de brigadistas do Colégio Escola ..	61
Tabela 4 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência.....	64
Tabela 5 – Dados de saídas de emergência do Colégio Escola .....	64

## 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
CE	Colégio Escola
IMAD	Instrutor Multimídia à Distância
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISB	Instituto Sprinkler Brasil
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução Técnica
PECE-Poli	Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica
SBC	Sistema Brasileiro de Certificação
SDO	Sistema de Dados Operacionais
TRRF	Tempo Requerido de Resistência ao Fogo
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 O FOGO.....	14
2.2 INCÊNDIO: CONCEITUAÇÃO E TEORIA.....	14
<b>2.2.1 Etapas do incêndio</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.1.1 Início do fogo (ignição)</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.1.2 Crescimento do fogo e incêndio totalmente desenvolvido</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.1.3 Extinção do fogo</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.2 Efeitos do incêndio à saúde humana</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.3 Segurança contra incêndio</b> .....	<b>20</b>
2.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO .....	21
<b>2.3.1 Medidas de prevenção contra incêndio</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.2 Medidas de proteção contra incêndio</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.2.1 Medidas de proteção passiva</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.2.2 Medidas de proteção ativa</b> .....	<b>30</b>
2.4 INCÊNDIOS EM ESCOLAS.....	36
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>
3.1 ESTUDO DE CASO: O COLÉGIO ESCOLA .....	44
3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO E CARGAS DE INCÊNDIO .....	45
3.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS .....	45
3.4 MEDIDAS DE PROTEÇÃO ANALISADAS .....	47
<b>3.4.1 Extintores de incêndio</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4.2 Iluminação de emergência</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4.3 Sinalização de emergência</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4.4 Sistema de alarme de incêndio</b> .....	<b>48</b>
<b>3.4.5 Instalações elétricas</b> .....	<b>48</b>
<b>3.4.6 Brigada de incêndio</b> .....	<b>48</b>
<b>3.4.7 Sistema de hidrantes e mangotinhos</b> .....	<b>49</b>

<b>3.4.8 Saídas de emergência</b> .....	<b>49</b>
<b>3.4.8.1 Escadas e rampas</b> .....	<b>49</b>
<b>3.4.9 Selagem de shafts e dutos de instalações</b> .....	<b>50</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>51</b>
4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO À OCUPAÇÃO E CARGAS DE INCÊNDIO.....	51
4.2 EXTINTORES DE INCÊNDIO.....	51
<b>4.2.1 Conformidades gerais</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2.2 Desconformidades encontradas</b> .....	<b>52</b>
4.3 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	54
4.4 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	55
<b>4.4.1 Sinalização de proibição</b> .....	<b>55</b>
<b>4.4.2 Sinalização de alerta</b> .....	<b>56</b>
<b>4.4.3 Sinalização de orientação e salvamento</b> .....	<b>56</b>
<b>4.4.4 Sinalização de equipamentos</b> .....	<b>57</b>
4.5 SISTEMA DE ALARME DE INCÊNDIO .....	58
4.6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	59
4.7 BRIGADA DE INCÊNDIO .....	60
4.8 SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS .....	62
4.9 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA.....	63
<b>4.9.1 Dimensionamento das saídas de emergência</b> .....	<b>63</b>
<b>4.9.2 Escadas e rampas</b> .....	<b>65</b>
<b>4.9.3 Outras exigências</b> .....	<b>65</b>
4.10 SELAGEM DE SHAFTS E DUTOS DE INSTALAÇÕES.....	67
4.11 SÍNTESE FINAL E PROPOSITURAS.....	67
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o domínio do fogo foi importantíssimo para o avanço das sociedades humanas em diversos sentidos. Entretanto, sobretudo após a estruturação das sociedades sedentárias e as construções das cidades, o fogo também passou a apresentar seu potencial causador de incêndios e grandes destruições (SEITO et al., 2008).

Nessa relação de necessidade e temor perante o fogo, a humanidade constantemente tem se reinventado para aumentar o seu poder de domínio sobre ele e, ao mesmo tempo, aumentar a proteção contra incêndio de suas construções. Nesse contexto, a área de segurança contra incêndio se desenvolve ao passo da necessidade de proteção ante os novos materiais incorporados aos elementos construtivos das edificações, das novas possibilidades que o avanço de novas tecnologias evidencia, da experiência adquirida após grandes incêndios ocorridos mundo afora, entre outros fatores (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008).

No Brasil, o conjunto de diplomas legais que compõem a legislação de segurança contra incêndio sofreu algumas modificações na última década. Além disso, em muitos lugares do país tem-se constatado um avanço quanto ao rigor de fiscalização e implementação da respectiva legislação, sobretudo após a tragédia ocorrida na Boate Kiss, em Santa Maria, em 2013. Diante disso, uma informação bastante válida é o nível de adequação dos mais diversos estabelecimentos quanto à legislação de segurança contra incêndio (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

Em relação a isso e a casos emblemáticos de incêndios ocorridos em edifícios, a análise posterior de tais tragédias desperta reflexão quanto à importância da segurança contra incêndios e à necessidade de fortalecimento desta área em ambientes que, muitas vezes, não possuem políticas de segurança bem estruturadas, como o são as instituições de ensino (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

### 1.1 OBJETIVO

Em face do exposto, o objetivo geral do trabalho foi analisar o sistema de segurança contra incêndio de uma escola. Especificamente, almejou-se comparar as

medidas de proteção encontradas na referida instituição com as medidas preconizadas pelos principais diplomas legais vigentes e normas aplicáveis, de modo a apontar as desconformidades encontradas e propor melhorias.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A Resolução nº 359/1991, que dispõe sobre o Engenheiro de Segurança do Trabalho, traz em seu Artigo 4º o rol das atividades pertinentes à atuação dos Engenheiros e Arquitetos, na especialidade de Engenharia de Segurança do Trabalho, dentre as quais encontram-se estudar as condições de segurança dos locais de trabalho, com vistas às práticas contra incêndio e controlar e fiscalizar sistemas de proteção contra incêndio, assegurando-se de sua qualidade e eficiência (CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA, 1991). Ademais, segundo a legislação brasileira, equipara-se ao acidente do trabalho o sofrido pelo trabalhador em consequência de incêndios (BRASIL, 1991), o que atrela ainda mais a responsabilidade desse profissional no que tange à segurança contra incêndio.

Escolas e outras instituições de ensino não são estabelecimentos típicos de ocorrências de incêndios, mas tais ocorrências também não são raras, conforme dados compilados e apresentados na revisão da literatura sobre o tema do presente documento. Desse modo, o sistema de segurança contra incêndio das escolas deve estar atualizado e em perfeito funcionamento, haja vista o grande número de pessoas, dentre as quais crianças e adolescentes, que dele dependem em caso de incêndio e que muitas vezes carecem de maior atenção e orientação quando de uma situação de emergência (SÃO PAULO, 2011a; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

Diante da situação apresentada, a verificação e o monitoramento dos elementos que compõem o sistema de segurança contra incêndio de uma escola se mostram de grande valia, tanto para a segurança das pessoas, do patrimônio e da estrutura física da instituição, quanto para a adequação de seus edifícios no concernente às exigências legais e recomendações gerais. Além disso, ressalta-se que o autor do presente trabalho foi estudante da escola que lhe serviu como estudo de caso, fato que possibilitou o contato com a administração da instituição e a aceitação desta quanto ao trabalho proposto.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O FOGO

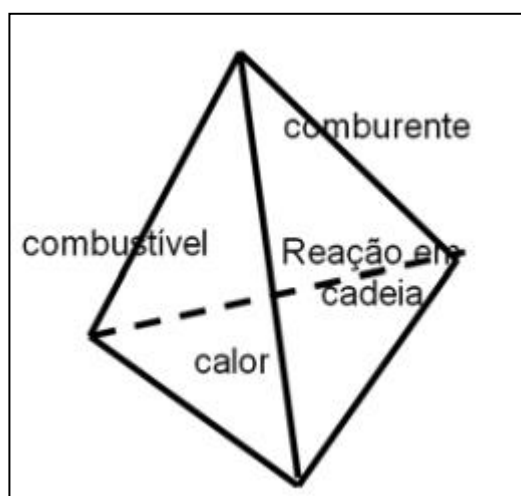
Há milhares de anos o fogo possui importância fundamental na vida do ser humano. O domínio do fogo possibilitou grande passo ao desenvolvimento dos povos antigos, em virtude da maior possibilidade de produzir calor e iluminação, afastar perigos, cozer alimentos, entre outros aspectos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016). Em contrapartida, a presença do fogo em condições não controladas pode implicar em diversas perdas, de ordens materiais, pessoais, ambientais ou sociais (ARAUJO, 2008a; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

Há diversas definições para fogo encontradas na literatura (SEITO, 2008a). Nacionalmente, a NBR 13860 o define como o “processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz” e internacionalmente, a ISO 8421-1 o define como o “processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1987).

### 2.2 INCÊNDIO: CONCEITUAÇÃO E TEORIA

Há diversas definições possíveis para o conceito de incêndio (SEITO, 2008a). No Brasil, a NBR 13860 o define como o “fogo fora de controle” e internacionalmente a ISO 8421-1 o define como “a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1987) . Atualmente, o entendimento mais recorrente acerca das causas de início de do fogo traz o conceito do chamado Tetraedro do Fogo (Figura 1), segundo o qual o incêndio é composto por quatro elementos: combustível, comburente, calor e reação em cadeia, os quais devem coexistir ligados para que o fogo se mantenha (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008).

Figura 1 – Tetraedro do fogo



Fonte: Seito (2008a)

Os combustíveis são elementos que possuem inflamabilidade e combustibilidade, que reagem com um comburente, liberando energia na forma de calor, chamas e gases (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008). Podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, conquanto estes diferentes estados apresentem mecanismos de ignição distintos (MITIDIERI, 2008; SEITO, 2008a).

Os comburentes são elementos fortemente oxidantes, que se associam quimicamente aos combustíveis e propiciam a combustão. O oxigênio é o comburente mais comum e porcentagens de oxigênio abaixo de 14% normalmente inviabilizam a combustão (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

O calor é a energia transmitida aos combustíveis para que o mecanismo de combustão se ative e pode ser transmitido por condução, radiação ou convecção (SEITO, 2008a).

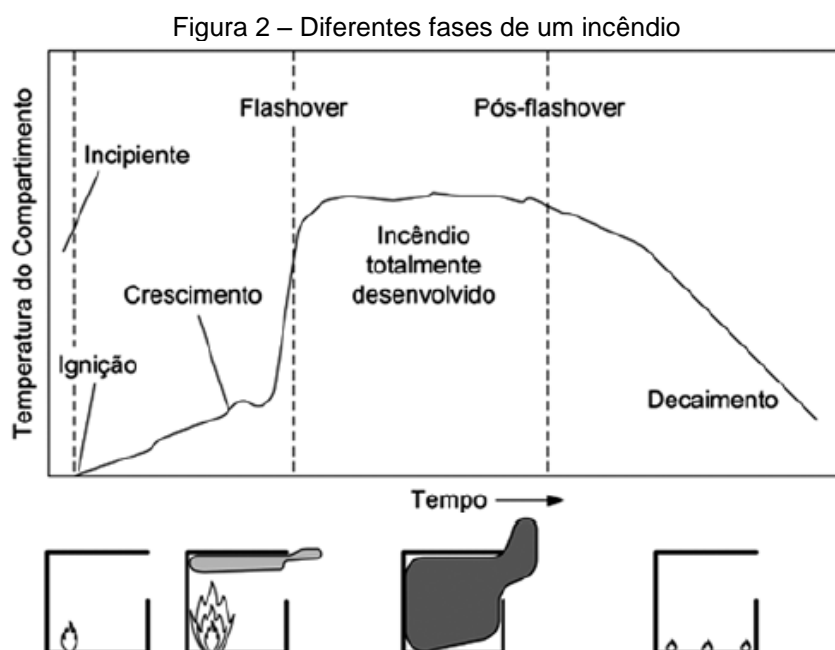
A reação em cadeia foi incorporada mais recentemente no mecanismo de explicação do fogo, anteriormente denominado triângulo do fogo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016). Trata-se de uma sequência de reações entre combustível e comburente que produzem a própria energia de ativação (calor) para a continuidade das reações, processo que dura tanto tempo quanto haja comburente e combustível suficientes (SEITO, 2008a).

Sobre tais definições de cada elemento que compõem o tetraedro do fogo é que as teorias de extinção do fogo se alicerçam. Desse modo, a extinção do fogo

inevitavelmente atua sobre tais elementos, podendo, por exemplo, eliminar o combustível que possa entrar em ignição, diminuir ou retirar o comburente que reage com o combustível, ou ainda atenuar a energia de ativação (calor) o bastante para inviabilizar a reação (SEITO, 2008a; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

### 2.2.1 Etapas do incêndio

O desenvolvimento de um incêndio pode ser dividido em alguns estágios (Figura 2), os quais diferem-se entre si em termos de número e denominação, a depender do autor (MITIDIERI, 2008; SEITO, 2008a). Não obstante, geralmente a conceituação por trás dos termos não varia demais e os principais estágios podem ser descritos como: ignição, quando ocorre o início do incêndio e ainda há baixo risco de dano à estrutura do edifício, mas com possibilidade de geração de gases tóxicos pela combustão; o crescimento do incêndio, quando ocorre a propagação do fogo para outros objetos ou materiais; o incêndio desenvolvido após a chamada inflamação generalizada (*flashover*), quando toda a carga combustível do ambiente entra em ignição; e a extinção do fogo a partir do *pós-flashover*, quando a intensidade e a severidade do fogo diminuem à medida que os materiais combustíveis se exaurem, reduzindo-se a temperatura do ambiente (decaimento) (SEITO, 2008a; SILVA et al., 2008).



Fonte: Silva et al. (2008)

Diante de tais características, um edifício considerado seguro é aquele que atende a alguns requisitos funcionais, tais como dificultar a ocorrência do princípio de incêndio e sua inflamação generalizada, possibilitar a extinção do incêndio tão logo quanto possível, dificultar a propagação para outros ambientes e edifícios adjacentes, permitir a fuga dos usuários do edifício, evitar maiores danos ao edifício e permitir operações de combate ao fogo e resgate de vítimas (BERTO, 1991; MITIDIERI, 2008). Por esse motivo, uma das informações mais básicas e importantes para a verificação do nível de adequação de edifícios quanto à segurança contra incêndio é a classificação de tais edificações e respectivas áreas de risco (SÃO PAULO, 2011a; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

#### 2.2.1.1 Início do fogo (ignição)

Há uma diversidade de possíveis causas de início de um incêndio. Ele pode ter início em razão de fenômenos termoelétricos, que compreendem maus funcionamentos do circuito elétrico (sobrecarga, curto-circuito, sobretensão etc.); fenômenos naturais, que compreendem causas relacionadas ao comportamento da natureza ou a anomalias da edificação (queda de raio, vendaval, desmoronamento etc.); fenômenos químicos, que correspondem a causas relacionadas a reações químicas; origens acidentais, que correspondem a causas relacionadas a defeitos de funcionamento, fagulhas, deficiências de equipamentos; ações pessoais intencionais, que compreendem os incêndios ocasionados intencionalmente (normalmente via utilização de agentes aceleradores, como gasolina e álcool); ações pessoais acidentais, normalmente consequência de negligência, imprudência ou imperícia (por exemplo, velas esquecidas acesas e cigarros mal apagados); causas decorrentes de ação de criança; ou ainda causas indeterminadas (BRAGA; LANDIM, 2008; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016). O fato é que muitos dos grandes incêndios são iniciados por pequenas fontes de ignição, em virtude de uma série de condicionantes desfavoráveis (TROITZSCH, 2016).

Em locais como escolas, algumas das causas mais frequentes de incêndios são: sobrecarga elétrica, vazamento de gás, ações intencionais, equipamentos pirotécnicos, equipamentos esquecidos ligados e cigarros. Embora incêndios deste tipo normalmente se iniciem pontual e timidamente, são diversos os casos em que

houve rápido alastramento do fogo, que atinge grandes proporções e se torna uma catástrofe de dimensões urbanas (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

#### 2.2.1.2 Crescimento do fogo e incêndio totalmente desenvolvido

Em relação ao crescimento do fogo, a reação de materiais construtivos e mobiliários ao fogo é um dos principais fatores responsáveis por seu crescimento e manutenção (MARTÍN; PERIS, 1982). De fato, o comportamento do fogo depende de diversos aspectos, como a intensidade da fonte de ignição; o tempo de sua aplicação; as dimensões da sala ou local; a composição, quantidade e distribuição dos materiais no local; as condições climáticas; as aberturas de ventilação do ambiente; as medidas de prevenção e proteção de incêndios existentes; a localização do edifício; entre outras (MITIDIERI, 2008).

Em função destas diversas peculiaridades, cada incêndio apresenta características próprias e uma diversidade de fatores podem influenciar seu início e desenvolvimento (SEITO, 2008a). De modo a se melhorar a previsibilidade do comportamento do fogo numa situação de incêndio, diversos ensaios de reação ao fogo são realizados com os materiais de interesse, tais como o ensaio para verificação da incombustibilidade dos materiais, o ensaio para verificação da propagação superficial das chamas e o ensaio para determinação da densidade óptica da fumaça (MITIDIERI, 2008). Em vista disso, adquirem grande importância os laboratórios que forneçam confiabilidade metrológica e boas condições de repetibilidade, reprodutibilidade, de normalização e que atuem nas áreas de educação, pesquisa, desenvolvimento, certificação, homologação, investigação científica de incêndio e controle de qualidade (SEITO, 2008b).

#### 2.2.1.3 Extinção do fogo

Conforme mencionado, o início do decaimento do fogo (*pós-flashover*) ocorre quando se começam a esgotar os materiais combustíveis disponíveis no ambiente (Figura 2). Nessa perspectiva, denomina-se carga de incêndio:

“A soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, pisos e tetos” (SÃO PAULO, 2011b, p. 299).

Para efeitos práticos, normalmente se utiliza a chamada carga de incêndio específica, ou seja, o valor de carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em megajoule por metro quadrado (MJ/m<sup>2</sup>) (SÃO PAULO, 2011b).

### **2.2.2 Efeitos do incêndio à saúde humana**

Diversos elementos do incêndio podem afetar as pessoas que se encontrem no local de ocorrência. A fumaça desenvolvida provoca lacrimejamento, tosses, sufocação, tira a visibilidade (inclusive de rotas de fuga), aumenta a palpitação em virtude do gás carbônico e debilita a movimentação das pessoas. Além disso, a composição química da fumaça varia bastante em função dos materiais que estão sendo queimados, da oxigenação e do nível de energia do processo. Comumente são encontrados gases bastante tóxicos provenientes da queima de materiais e substâncias, dentre os quais: o monóxido de carbono, que provoca asfixia ao substituir o oxigênio do sangue (SEITO, 2008a); o gás carbônico, que não apresenta toxicidade em si, mas que diminui o oxigênio restante no ambiente, pode acelerar a frequência cardíaca e estimular a respiração (o que, conseqüentemente, acelera a absorção de gases tóxicos) (MARTÍN; PERIS, 1982; MITIDIÉRI, 2008); o gás cianídrico, que exerce ação inibidora de oxigenação nas células vivas do corpo; o gás clorídrico, que lesa a mucosa do aparelho respiratório, podendo provocar irritação, tosse, ânsia de vômito, lesões e infecções; os óxidos de nitrogênio, que também atacam o aparelho respiratório e podem causar infecções; o gás sulfídrico, que pode paralisar o sistema respiratório e provocar danos ao sistema nervoso; entre outros gases, a depender das particularidades dos materiais queimados (MITIDIÉRI, 2008; SEITO, 2008a).

Por esses motivos, a principal causa de óbitos em incêndio é a exposição à fumaça tóxica ou asfixiante (MITIDIÉRI, 2008; PURSER, 2016; SILVA et al., 2008) e diversos estudos mostram a importância de projeto de ventilação contra incêndio nos edifícios como medida fundamental de atenuação da possibilidade de vítimas (CUNHA; MARTINELLI, 2008; MITIDIÉRI, 2008; SILVA et al., 2008).

Além da toxicidade que tais gases apresentam em condições normais, em situações de incêndios eles também provocam queimaduras em virtude das

elevadas temperaturas que se encontram, externa e internamente (queimaduras das vias aéreas). Com efeito, o próprio fogo também apresenta risco de queimaduras e lesões que, por vezes, podem levar as vítimas à morte (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008; MITIDIERI, 2008). Por fim, às consequências físicas decorridas da intoxicação e queimaduras somam-se as consequências psíquicas, que incluem o pânico, o desespero e a perda da razão (MITIDIERI, 2008).

### **2.2.3 Segurança contra incêndio**

Em geral, a segurança contra incêndio é uma ciência mais consolidada em países mais desenvolvidos do que em países menos desenvolvidos. Contudo, nos últimos anos nota-se uma expansão desta área pelo mundo, sobretudo em diversos países em desenvolvimento, os quais têm passado por uma transição no perfil de organização dessa ciência (CARLO, 2008a; TROITZSCH, 2016).

A rápida transição demográfica que o Brasil experimentou há algumas décadas, simbolizada pelo chamado êxodo rural, implicou em maior número de ocorrências de incêndios em função da maior urbanização do país e do maior adensamento populacional, etapa já enfrentada por países mais desenvolvidos em momentos passados (CARLO, 2008a). Entretanto, após uma série de casos (notadamente os incêndios do Gran Circo Norte-americano, em Niterói (RJ), em 1961; o da Volkswagen do Brasil, em São Bernardo do Campo (SP), em 1970; e os dos edifícios Andraus e Joelma, em São Paulo (SP), em 1972 e 1974, respectivamente), acelerou-se o desenvolvimento da área de segurança contra incêndio no país (CARLO, 2008b).

Em realidade, o Brasil vem implementando medidas que visem à prevenção e à extinção de incêndios desde o século XIX (ARAUJO, 2008b; GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008), mas a evolução das regulamentações, das legislações e de normativas dos diplomas legais se deu de modo bastante gradual ao longo das décadas (ARAUJO, 2008b). Diversas mudanças ocorreram ao longo do século XX, com a criação de cada vez mais Corpos de Bombeiros, novos instrumentos legais e aprimoramento das legislações antigas. Atualmente, algumas das referências mais importantes no país quanto à regulamentação de prevenção e combate a incêndio são a Lei nº 13.425/2017, também conhecida como Lei Kiss; o Decreto Estadual nº 56.819/2011 do Estado de São Paulo; as diversas normas ABNT relacionadas e as

Instruções Técnicas (ITs) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) (ARAUJO, 2008b; BRASIL, 2017; GILL; LEAL, 2008; SÃO PAULO, 2011a).

Em qualquer parte do mundo, o avanço da área de segurança contra incêndio é bastante importante para a diminuição dos casos de incêndios. Entretanto, em muitos locais não há essa relação direta de queda nas ocorrências pelo fato de que o maior desenvolvimento econômico normalmente também traz consequências quanto aos tipos de materiais utilizados nas construções (como, por exemplo, uma maior utilização de plásticos, que são combustíveis), ao maior adensamento populacional, aos avanços tecnológicos, que podem sobrecarregar as redes elétricas, entre outros fatores (CARLO, 2008a; GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2008).

De modo geral, os objetivos primordiais da segurança contra incêndios em edifícios são a minimização do risco à vida e a redução da perda patrimonial (SILVA et al., 2008). A proteção à vida refere-se à evacuação das pessoas de modo seguro e organizado até um local que esteja fora do alcance de influência do fogo. A proteção da propriedade visa a minimizar os danos materiais à propriedade, considerando a estrutura do edifício e os materiais nele armazenados. Neste caso, as perdas máximas admitidas são estabelecidas pelo gerenciamento do risco (ARAÚJO; SILVA, 2008). Hodiernamente, a proteção do meio ambiente também tem sido citada como objetivo da proteção contra incêndio, que deve evitar a contaminação da atmosfera pela emissão de produtos tóxicos e a contaminação de água descartada usada no combate a incêndio (Ibid., p. 206).

### 2.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

As medidas de segurança contra incêndio podem ter caráter preventivo ou protetivo. As medidas de prevenção, ou precaução, são destinadas a evitar a possibilidade de início de incêndio, ao passo que as medidas de proteção são aquelas destinadas a proteger a vida humana, a propriedade e o patrimônio dos edifícios. Dentro da lógica de segurança contra incêndio, as medidas de proteção devem se manifestar quando as medidas de prevenção falham ou inexistem (MITIDIERI, 2008).

Considera-se edifício seguro contra incêndio aquele em que há alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrer ferimentos e no qual os danos à propriedade sejam mínimos (HARMATHY, 1993). O Quadro 1 apresenta as principais medidas de prevenção e proteção contra incêndios que são aplicadas a edifícios.

Quadro 1 – Principais medidas de segurança contra incêndios

	<b>Relativas ao processo produtivo do edifício</b>	<b>Relativas ao uso do edifício</b>
<b>Precaução contra o início do incêndio</b>	Correto dimensionamento e execução de instalações de serviço; Distanciamento seguro entre fontes de calor e materiais combustíveis; Provisão de sinalização de emergência	Correto dimensionamento e execução de instalações do processo; Correta estocagem e manipulação de líquidos inflamáveis e combustíveis e de outros produtos perigosos; Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio; Conscientização do usuário para a prevenção do incêndio
<b>Limitação do crescimento do incêndio</b>	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos
<b>Extinção inicial do incêndio</b>	Provisão de equipamentos portáteis; Provisão de sistema de hidrantes e mangotinhos; Provisão de sistema de chuveiros automáticos; Provisão de sistema de detecção e alarme; Provisão de sinalização de emergência	Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos de proteção destinados a extinção inicial do incêndio; Elaboração de planos para a extinção inicial do incêndio; Treinamento dos usuários para efetuar o combate inicial do incêndio; Formação e treinamento de brigadas de incêndio
<b>Limitação da propagação do incêndio</b>	Compartimentação horizontal; Compartimentação vertical; Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos	Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a compor a compartimentação horizontal e vertical; Controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas
<b>Evacuação segura do edifício</b>	Provisão de sistema de detecção e alarme; Provisão de sistema de comunicação de emergência; Provisão de rotas de fuga seguras; Provisão do sistema de iluminação de emergência; Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça; Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos	Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a garantir a evacuação segura; Elaboração de planos de abandono do edifício; Treinamento dos usuários para a evacuação de emergência; Formação e treinamento de brigadas de evacuação de emergência

continua

continuação

	<b>Relativas ao processo produtivo do edifício</b>	<b>Relativas ao uso do edifício</b>
<b>Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios</b>	Distanciamento seguro entre edifícios; Resistência ao fogo da envoltória dos edifícios	Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos; Controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas
<b>Precaução contra o colapso estrutural</b>	Resistência ao fogo dos elementos Estruturais; Resistência ao fogo da envoltória do Edifício	-
<b>Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate</b>	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos

Fonte: adaptado de Berto (1991).

### 2.3.1 Medidas de prevenção contra incêndio

Há três grandes níveis de prevenção contra incêndios: a primária, que busca evitar o desencadeamento de fatores que podem originar o fogo, tais como palestras, iluminação e ventilação naturais e saneamento básico da edificação; a secundária, que busca evitar a instalação de riscos de incêndios mais severos, como reciclagem dos brigadistas, recarga de aparelhos extintores e conserto de vazamentos; e a terciária, que são um conjunto de medidas mais especializadas para evitar a propagação de incêndio na edificação, como auditorias, exercícios simulados, planejamento e execução de planos de abandono (GILL; LEAL, 2008).

As medidas de prevenção e de proteção contra incêndios se complementam e inevitavelmente é necessário abordar aspectos daquela quando se fala desta e vice-versa. Todavia, conforme mencionado na seção de Objetivos, a abordagem do presente estudo abrange primordialmente a análise das medidas de proteção contra incêndio de uma escola.

### 2.3.2 Medidas de proteção contra incêndio

Conforme mencionado, as medidas de proteção contra incêndio são aquelas destinadas a proteger os seres vivos e os bens materiais dos efeitos de um incêndio que já se iniciou e possuem como principais elementos (BERTO, 1991):

- 1) Limitação do crescimento do incêndio: visa a dificultar, ao máximo, o crescimento do foco do incêndio;
- 2) Extinção inicial do incêndio: visa a facilitar a extinção do foco do incêndio;
- 3) Limitação da propagação do incêndio: visa a impedir o incêndio que cresceu de se propagar para além do seu ambiente;
- 4) Evacuação segura do edifício: visa a assegurar a fuga dos usuários do edifício de forma célere e organizada;
- 5) Precaução contra a propagação: visa a dificultar a propagação do incêndio para outros edifícios próximos;
- 6) Precaução contra o colapso estrutural: visa a impedir a ruína parcial ou total da edificação;
- 7) Rapidez, eficiência e segurança das operações: visa a assegurar as intervenções externas para o combate ao incêndio e o resgate de eventuais vítimas.

No que se refere ao tipo de função, as medidas de proteção contra incêndio dividem-se em duas categorias: medidas de proteção passiva e medidas de proteção ativa.

#### 2.3.2.1 Medidas de proteção passiva

São aquelas que não precisam ser acionadas quando da existência de um incêndio, ou seja, sua mera presença contribui para a contenção ou atenuação do incêndio. Elas estão relacionadas a aspectos de compartimentação horizontal e vertical, utilização de materiais construtivos resistentes ao fogo, existência de rotas de fuga seguras e sinalização adequada, acesso dos equipamentos de combate a incêndio e distanciamento seguro entre edifícios (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008; ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

### 2.3.2.1.1 *Compartimentação dos edifícios*

A compartimentação visa a impedir o alastramento do fogo, subdividindo o edifício vertical ou horizontalmente. Ao conter o fogo em seu local de origem, a compartimentação também tende a manter as rotas de fuga seguras e facilitar as operações de combate ao incêndio (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008; ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

#### a) *Compartimentação horizontal*

Visa a impedir a propagação do incêndio entre áreas de um mesmo pavimento do edifício ou entre edifícios adjacentes. Os principais elementos utilizados para compartimentar o edifício horizontalmente são: paredes corta-fogo, portas e vedadores corta-fogo; registros corta-fogo nos dutos de ventilação e dutos de exaustão, selos corta-fogo nas passagens de cabos elétricos e tubulações, além do afastamento horizontal entre as aberturas na fachada de setores compartimentados do edifício (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008; SÃO PAULO, 2011c).

#### b) *Compartimentação vertical*

Visa a impedir a propagação do incêndio entre os diversos pavimentos do edifício. Os principais elementos utilizados para compartimentar o edifício verticalmente são: entrespisos corta-fogo, enclausuramento de escadas através de paredes e portas corta-fogo, registros corta-fogo nos dutos de ventilação e dutos de exaustão, enclausuramento de elevadores e monta-carga, selos corta-fogo nas passagens de cabos elétricos e tubulações e resistência ao fogo na envoltória do edifício (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008; SÃO PAULO, 2011c).

### 2.3.2.1.2 *Distanciamento entre edifícios*

Uma das piores complicações ocorridas no decorrer de um incêndio é a chamada deflagração, quando o fogo se propaga a outros edifícios próximos àquele onde se originou. Tal propagação ocorre através de aberturas presentes nas fachadas ou nas coberturas dos edifícios. A melhor maneira de evitar a conflagração

é o estabelecimento de distâncias seguras entre edifícios vizinhos, promovendo o chamado isolamento de risco (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008). Desse modo, preconiza-se que quando edifícios de mesmo lote não apresentarem distanciamento seguro entre si, devem ser considerados um só para efeito de dimensionamento das medidas de proteção (SÃO PAULO, 2014a).

#### *2.3.2.1.3 Segurança estrutural contra incêndio*

A segurança estrutural contra incêndio é quesito exigido para diversos tipos de edificação e refere-se basicamente a determinadas exigências construtivas dos materiais incorporados à construção da edificação, principalmente por meio de testes para determinação dos tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF), aplicação em modelos matemáticos reconhecidos e atendimento a tabelas elaboradas a partir de resultados obtidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001a; SÃO PAULO, 2011d).

#### *2.3.2.1.4 Saídas de emergência*

Devem permitir a saída rápida e segura dos ocupantes do edifício em caso de emergência, sendo projetadas de acordo com os riscos potenciais de cada edifício, uma vez que quanto maior o risco, mais rápida e facilitada deve ser a saída dos ocupantes (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

O dimensionamento das saídas de emergência é realizado em função das dimensões de uma pessoa, considerando a necessidade de passagem de várias delas quando de uma situação de emergência (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008). Dentro deste contexto, surge o conceito de “unidade de passagem”, que representa a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas considerando a largura de seus ombros (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b).

Outros fatores que fundamentam a regulamentação do dimensionamento de saídas de emergência são a densidade de ocupação, a velocidade das pessoas, fatores que alteram o movimento, como a obstrução das saídas e rotas de fuga, os meios de escape, o cálculo de tempos de evacuação admissíveis e a distância

máxima a ser percorrida pelas pessoas a um local seguro (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008; ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

Cabe destacar que o tempo necessário para que todos os ocupantes de uma edificação consigam alcançar um local seguro depende de fatores como características da população, número de ocupantes, sua distribuição, suas condições físicas, seu estado físico e mental, se há treinamento para enfrentar emergências, o tipo de atividade exercida, entre outros (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008).

Na etapa prática deste trabalho, foram verificadas as adequações quanto ao dimensionamento das saídas de emergência, às condições de acesso a elas, aos dispositivos exigidos nas portas de saídas, à presença e ao dimensionamento de rampas e escadas e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

#### *a) Rotas de fuga*

Constituem todo o caminho de saída do edifício, contemplando o acesso à saída, a saída em si e a descarga. O acesso se refere à porção do caminho que leva à saída, a qual é separada do restante do edifício por paredes, portas ou outros elementos que protejam os ocupantes. A descarga, por sua vez, compreende a área entre o término da saída e a via pública, sendo que em caso de sua inexistência, a saída deve terminar diretamente na via pública (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

#### *b) Escadas e rampas de emergência*

Há basicamente três tipos de escadas de emergência: as não enclausuradas (comuns), que se comunicam diretamente com os demais ambientes de cada pavimento, não possuindo, contudo, portas corta-fogo; as enclausuradas protegidas, que são devidamente ventiladas e situadas em ambientes envolvidos por paredes e portas corta-fogo; e as enclausuradas à prova de fumaça, que além de serem enclausuradas, possuem acesso por antecâmara igualmente enclausurada ou local aberto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

Na etapa prática deste trabalho, em relação às rampas, foram verificadas as principais exigências trazidas pelas normas aplicáveis, tais como a presença de pisos antiderrapantes nas rampas, a presença das mesmas em descargas, em acesso a elevadores de emergência e em locais em que a altura a vencer fosse inferior a 0,48 m, uma vez que são vedadas escadas com menos de três degraus (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

Já em relação às escadas, foram verificados visualmente os principais elementos que devem constar nas não enclausuradas, tais como: material estrutural incombustível, presença de guardas em seus lados abertos, presença de corrimãos em ambos os lados, atendimento a todos os pavimentos, devendo terminar, obrigatoriamente, no piso de descarga, presença de iluminação de emergência e sinalização de balizamento. Os degraus devem ser desobstruídos, rigorosamente balanceados, ter altura compreendida entre 16 cm e 18 cm  $\pm$  0,05 cm, terem características incombustíveis e antiderrapantes. O bocel deve ter, no mínimo, 15 mm, devendo o degrau ser inclinado se não houver bocel. Além disso, o lanço mínimo deve ser de três degraus e o máximo, entre dois patamares consecutivos, não deve ultrapassar 3,7 m de altura (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

#### *2.3.2.1.5 Sinalização de emergência*

A sinalização de emergência pode ser básica ou complementar. Há quatro tipos de sinalização contra incêndio básica: de proibição; de alerta; de orientação e salvamento; e de equipamentos de combate a incêndio e alarme (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a; SÃO PAULO, 2011e). A sinalização complementar é o conjunto de sinalização composto por faixas de cor ou mensagens complementares à sinalização básica, destinadas a informar circunstâncias específicas em uma edificação ou área de risco, indicar continuamente o trajeto completo das rotas de fuga, indicar a existência de obstáculos, entre outros.

Na etapa prática deste trabalho, foi verificada a presença ou ausência das sinalizações básicas (proibição, alerta, orientação, salvamento e equipamentos) e

complementares (rotas de saída, obstáculos, mensagens escritas etc.), bem como a adequação de sua localização, disposição, distribuição e padronização e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

a) *Sinalização de proibição*

Visa a proibir ações que possam resultar em um início de incêndio, devendo ser instalada em local visível e distribuída em vários pontos dentro da área de risco, de modo que ao menos uma seja vista em qualquer ponto da área (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a; SÃO PAULO, 2011e).

b) *Sinalização de alerta*

Visa a alertar para áreas e materiais que apresentem potencial de risco, devendo ser instalada em local visível e podendo ser instaladas de modo isolado e próximas ao risco, ou distribuídas em vários pontos dentro da área (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a; SÃO PAULO, 2011e).

c) *Sinalização de orientação e salvamento*

Visa a indicar as rotas de saídas e as ações necessárias para seu acesso. Deve indicar todas as mudanças de direção ou sentido, saídas, escadas etc. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a; SÃO PAULO, 2011e).

d) *Sinalização de equipamentos de combate a incêndio e alarme*

Visa a indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio disponíveis na edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a; SÃO PAULO, 2011e).

### 2.3.2.2 Medidas de proteção ativa

São aquelas que, quando da existência de um incêndio, são acionadas, manual ou automaticamente. Tais tipos de medidas podem estar relacionados aos seguintes sistemas de proteção: extintores, hidrantes e mangotinhos, chuveiros automáticos, detecção e alarme de incêndio, iluminação de emergência, controle do movimento da fumaça e de comunicação de emergência ((MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008; ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

#### 2.3.2.2.1 Iluminação de emergência

Historicamente, não são raros em incêndios os casos de vitimação de pessoas em decorrência de não conseguirem sair do edifício em virtude da dificuldade de enxergar as saídas (ARAÚJO; GUBEROVICH, 2008). O sistema de iluminação fornece luzes com fonte de alimentação próprias, que devem balizar e orientar a direção e sentido das pessoas e aclarar o ambiente de modo a proporcionar um nível de iluminamento que permita o deslocamento seguro das pessoas. Nesse sentido, a padronização dos símbolos e sinais utilizados no sistema de iluminação de emergência leva a uma maior eficiência do sistema e provê maior conforto, confiança e segurança às pessoas (ARAÚJO; GUBEROVICH, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a; SÃO PAULO, 2011f).

Na etapa prática deste trabalho, foi verificado o tipo de alimentação e a localização do sistema gerador de iluminação de emergência, bem como a presença e adequação de localização das lâmpadas de emergência nas edificações e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

#### 2.3.2.2.2 Detecção e alarme de incêndio

A lógica por trás do sistema de detecção e alarme de incêndio é constatar e comunicar a ocorrência de incêndio ainda em seus estágios iniciais (Figura 2) (ARAÚJO; SILVA, 2008). Os elementos básicos deste sistema são a detecção, o processamento do sinal e o aviso (sinalização). A detecção pode ser um processo que ocorre automática ou manualmente, a depender do rigor de proteção de cada edificação (SÃO PAULO, 2011a), sendo que se feita manualmente, os respectivos

acionadores devem ser instalados em locais de trânsito de pessoas de modo a facilitar sua localização e acionamento (ARAÚJO; SILVA, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; SÃO PAULO, 2011g).

Na etapa prática deste trabalho, foi verificada a adequação da localização da central de alarme de incêndio, distâncias máximas a serem percorridas para acionamento do alarme, integridade física das botoeiras e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

#### 2.3.2.2.3 *Extintores de incêndio*

Os primeiros extintores, ainda rudimentares, datam do século XV. Ao longo do tempo esse tipo de dispositivo foi sendo aprimorado e atualmente são elementos bastante importantes no sistema básico de segurança contra incêndio em edificações. Os extintores visam fundamentalmente a combater o incêndio ainda em sua fase inicial e suas principais características são a portabilidade a facilidade de uso, manejo e operação. (CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008).

O incêndio incipiente é caracterizado pelo fato de o material combustível ser sustentado sem fonte externa de calor e o fogo ficar restrito ao local no qual se iniciou, sem se alastrar a locais adjacentes. Por esse motivo, o sucesso de combate ao fogo em seu início muitas vezes está relacionado com o uso dos extintores (CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008).

Por outro lado, a utilização inapropriada de extintores pode, além de não extinguir o fogo, colocar em risco a vida de quem o utiliza (CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008). Desse modo, quando do projeto de distribuição dos extintores, é importante considerar a classe de fogo que possa ocorrer com maior frequência em cada local, o tamanho do princípio de incêndio que possa ocorrer e o tipo de risco da edificação (baixo, médio ou alto) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; SÃO PAULO, 2011a, 2011h).

Algumas recomendações de localização de extintores são: facilmente visíveis e acessíveis, desobstruídos, bem distribuídos por toda a área, próximos aos locais de entrada e saída e protegidos de intempéries (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; SÃO PAULO, 2011h). Em relação a sua classificação, os extintores são divididos conforme o tipo de fogo para o qual são destinados (CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008):

- Fogo classe A: envolvem materiais combustíveis sólidos que queimem em superfície e profundidade, deixando resíduos, tais como madeira, tecidos, papéis, borrachas;
- Fogo classe B: fogo que queima somente em superfície, envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis;
- Fogo classe C: fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados;
- Fogo classe D: fogo em metais combustíveis, tais como alumínio, zircônio, magnésio, titânio e lítio.
- Fogo classe K: fogos em óleos e gorduras em cozinhas, geralmente em fritadeiras, grelhas, assadeiras e frigideiras.

Os agentes extintores utilizados são: água, pó para extinção de incêndio (em geral bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio ou fosfato monoamônico), espuma mecânica, gás carbônico e halogênios.

Cabe frisar ainda que dois fatores bastante importantes para o sucesso de utilização de extintores são: i) a sua manutenção periódica, por meio da qual se verifica a pressão adequada, o selo de credenciamento do Sistema Brasileiro de Certificação (SBC) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), a capacidade extintora mínima recomendada para o local, a sua sinalização e disposição etc.; e ii) o treinamento de pessoas para seu uso, preparando o operador basicamente para perder o receio de uso do extintor, para a identificação dos vários tipos de extintores, a sequência de uso de cada tipo de extintor e a noção da distância segura de aplicação do agente extintor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008).

Na etapa prática deste trabalho, foi observada a adequação dos extintores quanto: i) à capacidade extintora mínima, ii) à distância máxima de caminhamento (máxima distância a ser percorrida para alcance do extintor), iii) à sinalização e locais de instalação, iv) à integridade física, inspeções dentro do prazo de validade e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

#### 2.3.2.2.4 *Hidrantes e mangotinhos*

Os hidrantes também visam a proteger o local do fogo em seus estágios iniciais, possibilitando a extinção, o controle ou a atenuação da situação antes da chegada do corpo de bombeiros (OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008). Após a chegada deste, uma atuação célere também depende fundamentalmente da existência e boa condição de hidrante público, porquanto a água de reserva de incêndio das edificações muitas vezes não é suficiente em razão de seu limitado volume (ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

O sistema de comando do sistema de hidrantes e mangotinhos pode ser manual ou automático. O sistema manual é acionado por meio de botoeira do tipo liga e desliga, que aciona a bomba principal, ao passo que o automático é acionado ou por meio de chave de fluxo, que aciona o sistema automaticamente pelo deslocamento de água da tubulação, ou pressostato, que aciona o sistema devido a variação de pressão hidráulica na tubulação (OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008; SÃO PAULO, 2011i).

Os sistemas de reservação são compostos por reservatório, que pode ser do tipo elevado, no nível do solo, semienterrado ou enterrado. Tal sistema objetiva reservar um volume de água destinado exclusivamente ao combate de incêndio, sendo construído na área de risco das edificações e com materiais apropriados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000; OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008).

Alguns outros componentes do sistema são: o abrigo, onde se armazenam carreteis, mangueiras, esguichos e outros componentes; a chave de mangueira, que se destina a realizar o acoplamento e desacoplamento das juntas de união das mangueiras, como esguicho e a válvula angular no sistema de hidrante; e o registro de recalque, que se destina a permitir a introdução de água proveniente de fontes externas no sistema predial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000; OLIVEIRA; GUIMARÃES; GONÇALVES, 2008; SÃO PAULO, 2011i).

Na etapa prática deste trabalho, foram verificadas as adequações quanto às condições físicas dos abrigos, ao diâmetro das válvulas de abertura dos hidrantes, à sua distribuição e localização, à sua sinalização hidrantes, às bombas de incêndio, às mangueiras e seu alcance, à capacidade do reservatório de água botoeiras e às demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

### 2.3.2.2.5 Instalações elétricas

A primeira norma de instalações elétricas de baixa tensão data de 1941 e passou por diversas revisões, até chegar à norma atual, a ABNT NBR 5410:2004 (MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008). Esta norma estabelece as condições mínimas que instalações elétricas devem atender a fim de que a segurança das pessoas e a preservação do patrimônio sejam garantidas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b).

Fundamentalmente, esta norma traz uma orientação relativa à proteção contra choques elétricos; efeitos térmicos relacionados a incêndio e queimaduras; sobrecargas; curtos-circuitos; e sobretensões, sendo aplicada nas instalações elétricas sob tensão nominal igual ou inferior a 1.000 V em corrente alternada com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1.500 V em corrente contínua (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b; MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008).

A inspeção visual de elementos de proteção das instalações elétricas visa a verificar se os componentes da instalação elétrica estão em conformidade com as respectivas normas e se não possuem danos visíveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b; MARCATTI; FILHO; FILHO, 2008). Tais normas listam os principais elementos que devem ser considerados na verificação visual das instalações elétricas: medidas de proteção contra choques elétricos; medidas de proteção contra efeitos térmicos; seleção e instalação das linhas elétricas; seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção; presença dos dispositivos de seccionamento e comando; verificação das condições de influências externas; identificação dos componentes; presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas; execução das conexões; e acessibilidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b; SÃO PAULO, 2011j).

No que tange à etapa prática deste trabalho, as instalações elétricas foram inspecionadas visualmente quanto à presença de dispositivos de proteção contra sobrecorrentes, presença ou não de partes vivas, localização e acesso dos quadros de distribuição, identificação de seus componentes internos e demais exigências e recomendações das normas aplicáveis.

#### 2.3.2.2.6 *Brigada de incêndio*

Com o desenvolvimento das civilizações, a humanidade começou a se organizar para prevenir e combater incêndios de modo organizado, o que configura a ideia de brigada de combate a incêndios. Esta é composta por funcionários que possuem treinamento para o combate ao fogo e sua organização depende de alguns fatores, como as características da edificação, o número de ocupantes, o número de pavimentos e o tipo de ocupação (JÚNIOR; LEITE, 2008).

A brigada de incêndio é o fator comum que alinha as demais medidas de proteção de incêndio descritas anteriormente. Desse modo, o bom funcionamento da brigada é fator essencial para o sucesso de combate ao incêndio ou proteção das pessoas presentes no edifício. Sendo assim, alguns aspectos devem ser considerados ao se dimensionar as brigadas de incêndio, tais como: quantidade suficiente de pessoal habilitado para operar os equipamentos de prevenção e combate a incêndio instalados; os equipamentos de prevenção e combate a incêndio possuem normas e critérios a serem seguidos quando de sua utilização; sugere-se ao menos três pessoas habilitadas para se operar um hidrante de parede; uma pessoa habilitada manuseia cerca de duas unidades extintoras nos primeiros cinco minutos de um incêndio; nunca devem ser operados todos os hidrantes de uma edificação ao mesmo tempo; entre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006; JÚNIOR; LEITE, 2008; SÃO PAULO, 2014b).

Além disso, algumas das principais orientações de uma operação de abandono de local em caso de emergência são: pegar seus pertences pessoais, desligar os equipamentos elétricos, dirigir-se ao local predeterminado pelo plano de abandono, manter a calma, não utilizar elevadores, não retornar ao local de ocorrência do sinistro, obedecer às orientações da brigada de incêndio, evitar fazer barulho desnecessário e não tirar as roupas do corpo (JÚNIOR; LEITE, 2008).

Em escolas, um dos principais problemas das ocorrências de incêndios é a grande quantidade de pessoas presentes, que podem entrar em pânico em situações de tal natureza. Por se tratar ainda de locais frequentados por muitas crianças e adolescentes, é importante que a brigada de incêndio seja composta por pessoas que mantenham o equilíbrio psicológico e emocional diante de situações de emergência (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016).

## 2.4 INCÊNDIOS EM ESCOLAS

Talvez o caso mais emblemático de um incêndio ocorrido em escolas no Brasil é o da creche Casinha de Emília, no município de Uruguaiana (RS), no ano de 2000. Em uma das salas, problemas elétricos no aquecedor ambiente teriam principiado o fogo, que grassou rapidamente ao atingir cobertores e colchões de crianças que dormiam após o almoço, matando 12 crianças de 2 e 3 anos<sup>1</sup>.

Em que pese a melhorias na segurança contra incêndio que normalmente são implementadas após tragédias como a ocorrida na creche Casinha de Emília<sup>2</sup>, o Brasil nunca implementou um sistema de monitoramento ou um registro oficial e centralizado de ocorrências de incêndios no país, sendo que tais estatísticas são bastante parcas e deficitárias. Sendo assim, algumas iniciativas individuais de instituições públicas e privadas são as únicas fontes de dados de estatísticas de incêndios (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018; INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

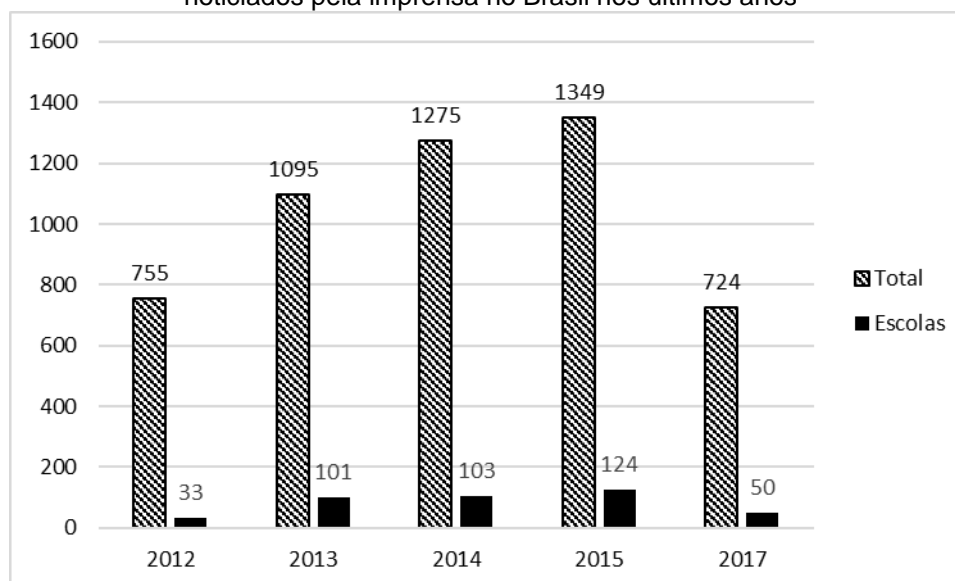
Uma dessas entidades é o Instituto Sprinkler Brasil (ISB), organização sem fins lucrativos dedicada à divulgação de informações sobre incêndios no país. Desde 2012, esta instituição monitora constantemente notícias sobre os chamados “incêndios estruturais”, ou seja, aqueles que ocorreram em diversos tipos de locais construídos (excluindo, por exemplo, os incêndios florestais e os residenciais). A Figura 3 traz alguns dos dados levantados pelo ISB, especificamente o número total de incêndios monitorados e o número de incêndios ocorridos em estabelecimentos de ensino, como escolas e universidades. Vale frisar, contudo, que os números divulgados pelo ISB possivelmente representem menos de 3% da quantidade real de ocorrências, segundo a própria entidade (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

---

<sup>1</sup> Notícia veiculada e disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u2818.shtml>. Acessada em 12/02/2018.

<sup>2</sup> Notícia veiculada e disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/02/incendio-em-creche-de-uruguaiana-rs-ha-13-anos-resultou-em-mudancas.htm>. Acessada em 12/02/2018.

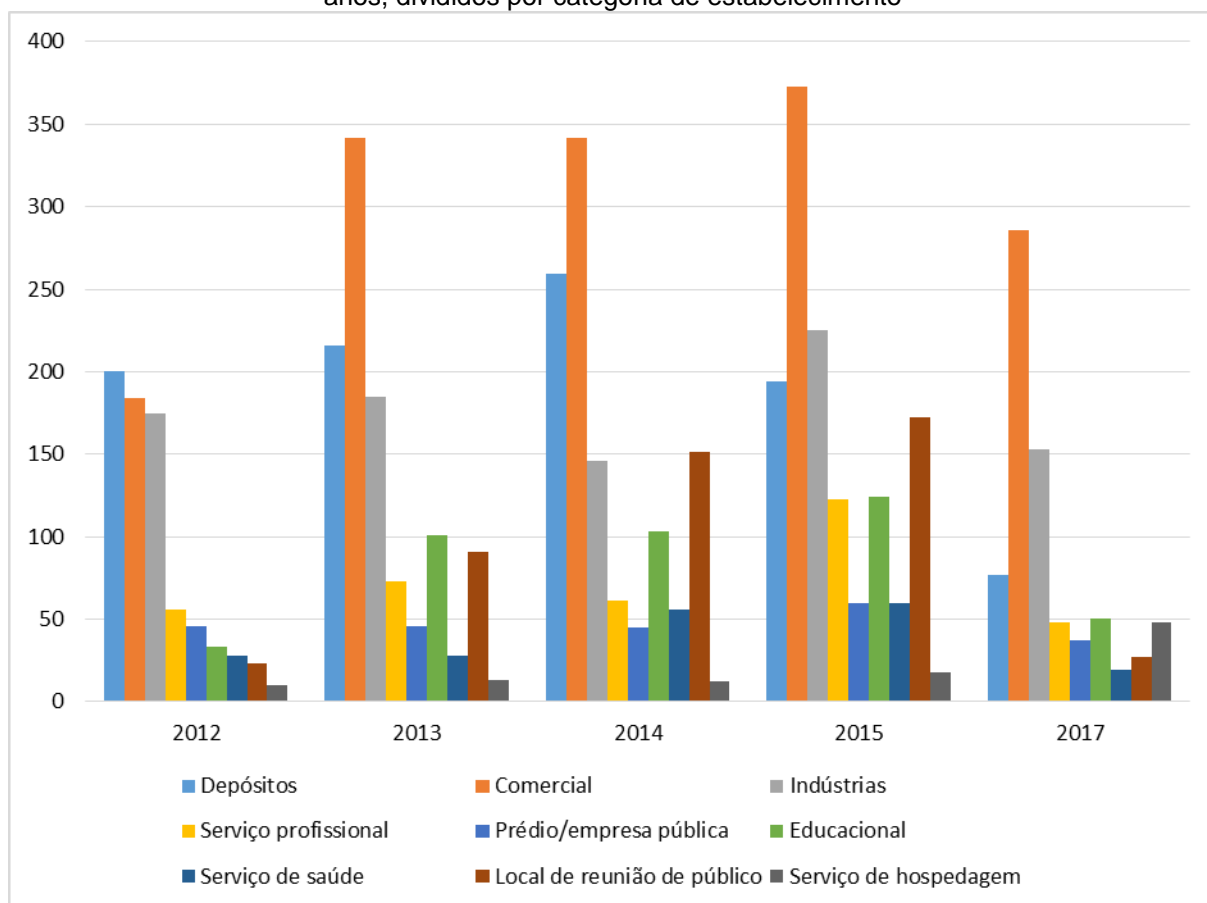
Figura 3 – Número de incêndios em edifícios não residenciais totais e em instituições de ensino noticiados pela imprensa no Brasil nos últimos anos



Fonte: autor, com base nos dados do Instituto Sprinkler Brasil (2017)

Quando se pensa em casos reais de incêndios envolvendo pessoas, os exemplos mais imediatos são aqueles de grandes proporções, ocorridos normalmente em grandes edifícios, casas noturnas e meios de transporte (TROITZSCH, 2016). Entretanto, incêndios em instituições de ensino, como escolas e universidades, representam parcela considerável de incêndios ocorridos em edifícios não residenciais. A Figura 4 traz todas as ocorrências de incêndios não residenciais monitoradas pelo ISB nos últimos anos, com a divisão por categoria de estabelecimento onde o sinistro ocorreu.

Figura 4 – Número de incêndios não residenciais veiculados pela imprensa brasileira nos últimos anos, divididos por categoria de estabelecimento



Fonte: autor, com base nos dados do Instituto Sprinkler Brasil (2017).

Nota-se que as instituições de ensino (categoria Educacional) não representam os locais de maior ocorrência de incêndios, normalmente ficando atrás dos estabelecimentos de comércio (lojas, centros de compra, supermercados), indústrias e depósitos. Nada obstante, as instituições educacionais registraram, por diversos anos, maior número de ocorrências do que os estabelecimentos de serviço profissional (agência bancária, prédio comercial), os prédios/empresas públicas, os serviços de saúde (hospital, posto de saúde, clínica), os de hospedagem e os locais de reunião de público (igreja, teatro, aeroporto, estádio etc.). Por se tratar apenas de um registro de incêndios noticiados pela imprensa, não se pode afirmar se, de fato, tais número correspondem, ainda que em menor proporção, a um cenário realístico. De qualquer maneira, ao que parece, há certa recorrência de incêndios ocorridos em escolas Brasil afora.

O Quadro 2 apresenta a compilação dos casos de incêndio ocorridos em escolas nos últimos anos no Brasil, os quais foram monitorados pelo ISB e se

encontram disponíveis no sítio da internet do Instituto (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

Além da escola onde ocorreu o incêndio (nem sempre o nome exato foi noticiado), são apresentados também o município onde se localiza a escola, o ano de ocorrência do incêndio, as possíveis causas de início do incêndio segundo as autoridades locais e as principais consequências onerosas à escola e a sua comunidade.

Quadro 2 – Todos os casos de incêndios registrados pelo Instituto Sprinkler Brasil por meio de notícias veiculadas pela imprensa brasileira

<b>Identificação da escola</b>	<b>Localidade</b>	<b>Ano</b>	<b>Possível motivo do incêndio</b>	<b>Consequências</b>
Creche Institucional Dr. Paulo Niemeyer	Rio de Janeiro (RJ)	2015	Problema elétrico com o ar-condicionado	Não informado
Escola Estadual de Educação Bela Vista	São José (SC)	2015	Curto-circuito na fiação	Comprometimento de quatro salas de aula, uma biblioteca e um laboratório de química
Escola de dança (nome não informado)	Porto Alegre (RS)	2014	Ação pessoal intencional	Não informado
Colégio Normal Francisca Mendes	Catolé do Rocha (PB)	2013	Mau contato nas instalações elétricas	Não informado
Escola Estadual Dirceu Dias Carneiro	Santa Bárbara d'Oeste (SP)	2013	Ação pessoal intencional	Não informado
Escola estadual (nome não informado)	Portão (RS)	2013	Ação pessoal intencional	Não informado
Escola no bairro Santo Antônio (nome não informado)	Chapecó (SC)	2013	Indefinido	Sem maiores consequências
Instituto Municipal de Educação Engenheiro Francisco Erse	Porto Velho (RO)	2013	Ação pessoal acidental (uso de rojões)	Cadeiras e mesas queimadas, sala de ginásio completamente destruída
Escola Estadual Margarida Pinho Rodrigues	São Vicente (SP)	2013	Curto-circuito nas instalações elétricas	Não informado
Escola Estadual José Scalvi Oliveira	Amparo (SP)	2013	Ação pessoal intencional	Desabamento de telhas, estrutura do prédio afetada,
Escola Vitória Régia	Cajazeiras (PB)	2013	Mau funcionamento das instalações elétricas	Medidor de energia atingido, falta de energia por alguns dias
Escola Carlos Alberto Oliveira	Recife (PE)	2013	Curto-circuito nas instalações elétricas	Sem maiores consequências
Escola no centro	Esperança (PB)	2013	Curto-circuito em disjuntor	Inalação de fumaça por parte de crianças
Escola Estadual Professora Sônia Maria Maschio Baptista	Sumaré (SP)	2013	Curto-circuito em computador e aparelho de fax	Não informado

continua

continuação

<b>Identificação da escola</b>	<b>Localidade</b>	<b>Ano</b>	<b>Possível motivo do incêndio</b>	<b>Consequências</b>
Escola Municipal Juca Ludovico	Itaberaí (GO)	2013	Curto-circuito na sala de informática	Destruição de CPUs, teclados, estabilizadores, monitores, cadeiras e ventilador
Escola Estadual de Ensino Médio Aristóbulo Leão Barbosa	Serra (ES)	2013	Curto-circuito no ventilador	Não informado
Escola Estadual Dom Romeu Alberti	Ribeirão Preto (SP)	2013	Indefinido	Não informado
Escola Estadual de Ensino Fundamental Coronel Januário Correa	Montenegro (RS)	2013	Problemas na fiação elétrica	Não informado
Escola Municipal Olegário Maciel	Governador Valadares	2013	Curto-circuito em ventilador	Destruição de ventilador, carteiras e parte do forro de PVC do teto
Escola Municipal Maria Clélia de Oliveira Valim	Assis (SP)	2013	Ação pessoal intencional	Destruição de armários, material escolar, paredes e parte do teto
Centro da cidade	Lençóis Paulista (SP)	2013	Curto-circuito em lâmpada	Sem maiores consequências
Unidade Escolar João Ferry	Agricolândia	2013	Curto-circuito	Destruição de livros, computador, cadeiras, impressoras e ventilador
Escola Municipal Laura Cardozo Costa	Estância (SE)	2013	Curto-circuito	Destruição de documentos, computador, notebook, impressoras, ventilador, cadeiras entre outros.
Escola no bairro Cidade Nova	Itu (SP)	2013	Indefinido	Caixa de água danificada, vazamento de cilindros de gás liquefeito de petróleo e dano à rede de telefonia
Escola Municipal Professor Fauze Scaff Gattass Filho	Campo Grande (MS)	2013	Curto-circuito	Não informado
Monsenhor Sebastião Scarzello	Joinville (SC)	2013	Indefinido, início de incêndio no armário dos professores	Não informado
Escola Municipal de Ensino Fundamental João Paulo II	Serra (ES)	2013	Indefinido	3 alunos feridos, confusão e desordem para evacuação do prédio
Centro Educacional 8	Gama (DF)	2013	Ação pessoal intencional	Carteiras queimadas, parte do teto destruído
Escola Municipal Maria Angélica Bossato	Piúma (RS)	2013	Indefinido	Parte da secretaria atingida
Escola Estadual Marsomilto Alves de Oliveira	Aparecida de Goiânia (GO)	2013	Indefinido	Destruição da coordenação e da diretoria

continua

continuação

<b>Identificação da escola</b>	<b>Localidade</b>	<b>Ano</b>	<b>Possível motivo do incêndio</b>	<b>Consequências</b>
Escola Professor Carmindo Parolli	Mococa (SP)	2013	Ação pessoal intencional	Não informado
Escola municipal (nome não informado)	Araxá (MG)	2012	Indefinido	Destruição de materiais de limpeza, panelas, brinquedos de criança
Escola Vitória Mota Cruz	Boa Vista (RR)	2012	Indefinido	Destruição de depósito de material escolar
Escola Municipal São João Batista	Brazabantes (GO)	2012	Ação pessoal intencional	Destruição de todas (5) as salas de aula e da diretoria
Creche da Escola Municipal Ruy da Silveira Brito	Belém (PA)	2012	Problema na fiação elétrica	Não informado
Escola no bairro de Neves (nome não informado)	São Gonçalo (RJ)	2012	Curto-circuito	Destruição de quatro salas de aula
Estadual Padre Mateus Nunes de Siqueira	Atibaia (SP)	2012	Indefinido	Danificação de salas administrativas, cozinha e banheiros
Escola Maple Bear	Brasília (DF)	2012	Vazamento de gás	Não informado
Escola Municipal Miguel Calmon	Rio de Janeiro (RJ)	2012	Indefinido	Destruição de quatro salas, da secretaria, da sala dos professores, duas salas de aula e de parte do teto
Escola de Ensino Fundamental Henrique Alfarth	Blumenau (SC)	2012	Curto-circuito em ventilador	Danificação de alguns instrumentos e uniformes
Escola particular no bairro Guamá (nome não informado)	Belém (PA)	2012	Indefinido	Destruição parcial de uma sala
Escola Municipal Anahy Navarro Trovão	Praia Grande (SP)	2012	Ação pessoal acidental (uso de cola quente)	Destruição de material escolar e cadeiras de rodas
Escola do Corpo de Bombeiros	Porto Alegre (RS)	2012	Ação pessoal intencional	Destruição de banheiro e de telhado de salas de aula
Escola Estadual Inocoop II	Guarulhos (SP)	2012	Indefinido	Destruição de todo o prédio
Escola no distrito de São benedito (nome não informado)	Quixeramobim (CE)	2012	Curto-circuito em ventilador	Comprometimento do forro do teto, destruição de armário, livros, materiais didáticos, cadernos, resmas, computadores, notebook, televisão, birôs e cadeiras
Escola Estadual de Ensino Fundamental Vitélio Gazapina	Santana do Livramento (RS)	2012	Indefinido	Não informado
Escola Estadual São Geraldo	Ijuí (RS)	2012	Ação pessoal intencional	Danificação de salas de aula, cortinas, cadeiras e instalações elétricas

continua

conclusão

<b>Identificação da escola</b>	<b>Localidade</b>	<b>Ano</b>	<b>Possível motivo do incêndio</b>	<b>Consequências</b>
Escola Estadual Cônego Rochael de Medeiros	Recife (PE)	2012	Curto-circuito na caixa de distribuição	Não informado
Escola Municipal Onero Costa	Luís Eduardo Magalhães (BA)	2012	Ação pessoal intencional	Destruição de livros, cortinas, paredes, cadeiras e de toda a biblioteca
Escola Amaro Lafayette	Sertânia (PE)	2012	Ação pessoal intencional	Não informado
Escola Estadual Sebastião Villaça	Itapetininga (SP)	2012	Falha na rede elétrica	Sem maiores consequências
Centro Infantil Irmã Maria José de Jesus Silva	Limeira (SP)	2012	Curto-circuito	Destruição de uma sala
Escola estadual no bairro Nova Marília (nome não informado)	Marília (SP)	2012	Curto-circuito	Destruição do forro de uma sala e de carteiras
Escola Classe Jataí	São Sebastião (DF)	2012	Problema na rede elétrica em consequência do calor	Perecimento de 90% dos alimentos estocados
Escola Municipal Márcia Helena Faucetti Rissola	Mogi Guaçu (SP)	2012	Ação pessoal intencional	Parte do prédio destruída
Escola José Sarney Costa	Pindaré-Mirim (MA)	2012	Curto-circuito no ventilador	Destruição do forro da sala de informática, do ar-condicionado e de doze computadores
Escola Municipal Manoel Bandeira	Caruaru (PE)	2012	Curto-circuito	Destruição da única sala de aula da escola
Escola estadual no bairro José Pinheiro (nome não informado)	Campina Grande (PB)	2012	Curto-circuito	Destruição de materiais de expediente, livros e documentos
Escola Estadual Nossa Senhora Aparecida	Manaus (AM)	2012	Explosão de ar-condicionado	Desmaio de duas alunas, tumulto entre estudantes, inalação de fumaça

Fonte: autor, com base nos dados do Instituto Sprinkler Brasil (2017)

Diante dos dados apresentados no Quadro 2, é possível notar que grande parte (aproximadamente 50%) dos incêndios em escolas teve como causa primordial problemas nas instalações elétricas, o que é usualmente noticiado pela imprensa como “curto-circuito”, mas que se pode tratar de sobrecarga, sobretensão ou outro fenômenos termoelétricos e de mau funcionamento da corrente elétrica (BRAGA; LANDIM, 2008). Além disso, parcela considerável (aproximadamente 20%) dos incêndios não teve suas causas apuradas antes da veiculação da notícia por parte do ISB, mas obviamente também podem ter decorrido de problemas nas instalações elétricas.

Estes dados são condizentes com outras estatísticas sobre incêndios. Nos Estados Unidos da América e no Reino Unido, por exemplo, problemas originados nos circuitos das redes de distribuição elétrica dos edifícios ou de equipamentos são uma das principais causas de início de incêndios (TROITZSCH, 2016).

Outra categoria de motivo de início de incêndio recorrente (aproximadamente 20%) no Quadro 2 é a ação pessoal intencional, ou seja, a ação humana criminosa de iniciação do fogo. Esse tipo de ação geralmente está relacionado a atos de vandalismo dos próprios estudantes das escolas que, por motivos diversos, agem de maneira violenta contra aquela instituição (INSTITUTO SPRINKLER BRASIL, 2017).

Outra instituição que começou a catalogar recentemente as ocorrências de incêndios ocorridos sob sua área de atuação é o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, que disponibiliza os dados dos anos de 2016 e 2017, via seu Sistema de Dados Operacionais (SDO)<sup>3</sup>. Segundo o sistema, o total de incêndios em edificações, exceto as unifamiliares, registrado pelo CBPMESP foi de 3.298 em 2016 e de 2.517 em 2017. O CBPMESP não discrimina as diversas categorias de estabelecimentos como o faz o ISB, não sendo possível saber qual a parcela dos incêndios ocorreu em escolas. De qualquer modo, é possível ter uma ideia do quão subestimados são os dados do ISB, cuja totalidade de dados registrados no Brasil todo se mostra bastante inferior aos dados registrados pelo CBPMESP apenas no Estado de São Paulo.

---

<sup>3</sup> Dados veiculados e disponíveis em: <http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/CorpoBombeiro.aspx>. Acessado em 12/02/2018.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ESTUDO DE CASO: O COLÉGIO ESCOLA

A escola que foi objeto de estudo deste trabalho será, doravante, denominada Colégio Escola (CE), nome genérico atribuído para não expor a imagem da instituição ou de seus funcionários. O CE possui área total de aproximadamente 9.500 m<sup>2</sup>, funciona em três períodos e possui aproximadamente 1.300 alunos distribuídos pelos ensinos infantil, fundamental e médio.

O contato com a instituição ocorreu diretamente com a sua direção, que após apresentação da proposta do trabalho que seria realizado, permitiu a coleta de dados referentes aos seus sistemas de proteção e combate a incêndio.

A Tabela 1 apresenta os dados gerais de caracterização dos edifícios do Colégio Escola. O Colégio é composto por 5 edificações, quais sejam A, B, C, D e E, além de um ginásio esportivo. A altura exata dos edifícios não constava nas plantas acessadas, por isso apenas foi verificado se os mesmos possuíam altura inferior ou superior a 12 m, valor que divisa certas exigências legais, conforme Quadro 3 desta seção do trabalho.

Tabela 1 – Caracterização das edificações do Colégio Escola conforme dados fornecidos pela administração da instituição

<b>Edifício</b>	<b>Descrição</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura (m)</b>
A	Escola em geral	1.306,10	< 12
B	Biblioteca	1.329,63	< 12
C	Escola em geral	2.929,90	> 12
D	Escola em geral	2.864,60	> 12
E	Pré-escola	829,55	> 12
Ginásio	Ginásio	658,00	< 12

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO E CARGAS DE INCÊNDIO

Uma das primeiras etapas do trabalho foi o enquadramento das edificações e áreas de risco do Colégio Escola. Este procedimento foi realizado conforme a Tabela 1 dos anexos do Regulamento de Segurança contra Incêndio (SÃO PAULO, 2011a). Outro importante dado para a análise dos sistemas de segurança contra incêndio são as cargas de incêndio das edificações. Para obtenção de tais valores, foi consultado o Anexo A da Instrução Técnica nº 14/2011, do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2011b).

### 3.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

A nível nacional, os diplomas legais mais importantes quanto à proteção contra incêndio são a Lei 13.425/2017 e a Norma Regulamentadora nº 23, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2011, 2017). No Estado de São Paulo, o diploma legal mais importante no que se refere à proteção contra incêndio é o Decreto Estadual nº 56.819/2011. No entanto, tal regulamento preconiza que edificações existentes anteriormente à sua vigência podem obedecer à Instrução Técnica nº 43/2011 (SÃO PAULO, 2011a, 2011k).

Em conversa inicial com a administração do Colégio Escola, contatou-se que todas as edificações da instituição foram construídas anteriormente à vigência do Decreto Estadual nº 56.819/2011 e não houve ampliação ou mudança de ocupação após a vigência do Decreto Estadual nº 46.076/2001, o que implica na aplicação na Instrução Técnica nº 43/2011 (SÃO PAULO, 2011k).

Conforme a IT nº 43, em edificações que possuam área superior a 750 m<sup>2</sup> ou altura superior a 12 m, as medidas de segurança contra incêndio consideradas como exigências básicas contemplam mais itens do que em edificações que não atendam tais características. O Quadro 3 traz as exigências básicas para os dois casos e as principais normas técnicas utilizadas para verificação de tais medidas no Colégio Escola. Além disso, o Colégio Escola apresentou o AVCB em vigência na instituição,

aprovado no ano de 2016, fato importante para algumas considerações feitas no presente trabalho.

Vale ressaltar que, além dos diplomas legais da União e do Estado de São Paulo, também foi realizada uma busca nas leis municipais de Sorocaba, utilizando o seguinte mecanismo de busca: “incêndio” OU “escola”, no site da Câmara Municipal de Sorocaba. Isto possibilitou o esgotamento de toda a legislação municipal que trata de aspectos de incêndio ou ambientes escolares, perpassando pelo Código de Obras da cidade (Lei 1.437/1966) e por leis mais recentes que abordam tais temáticas. Entretanto, não foi encontrado nenhum item de interesse ao tema abordado por este trabalho ou qualquer requisito mais restritivo do que aqueles exigidos pelas leis federais e estaduais aqui abordadas.

Quadro 3 – Medidas de proteção legalmente exigidas e principais diplomas aplicáveis às edificações

<b>Medidas de proteção básicas</b>	<b>Exigidas em edifícios com área &gt; 750 m<sup>2</sup> ou altura &gt; 12 m</b>	<b>Exigidas em edifícios com área &lt; 750 m<sup>2</sup> e altura &lt; 12 m</b>	<b>Principais normas utilizadas</b>
Extintores de incêndio	Sim	Sim	IT nº 21/2011 (CBPMESP) e NBR 12693/2013
Iluminação de emergência	Sim	Para edificações acima de 2 pavimentos ou locais de reunião com público > 50 pessoas	IT nº 18/2011 (CBPMESP) e NBR 10898/2013
Sinalização de emergência	Sim	Sim	IT nº 20/2011 (CBPMESP) e NBR 13434/2004
Alarme de incêndio	Sim	Não	IT nº 19/2011 (CBPMESP) e NBR 17240/2010
Instalações elétricas em conformidade com as normas técnicas	Sim	Sim	IT nº 41/2011 (CBPMESP) e NBR 5410/2004
Brigada de incêndio	Sim	Não	IT nº 17/2011 (CBPMESP) e NBR 14276/2006
Sistema de hidrantes e mangotinhos	Sim	Não	IT nº 22/2011 (CBPMESP) e NBR 13714/2000
Saídas de emergência	Sim	Sim	IT nº 11/2011 (CBPMESP) e NBR 9077/2001
Selagem de <i>shafts</i> e dutos de instalações	Apenas para edificações com altura > 12 m	Não	IT nº 09/2011 (CBPMESP)

Fonte: Elaborado pelo autor com base na Instrução Técnica nº 43 (SÃO PAULO, 2011k).

### 3.4 MEDIDAS DE PROTEÇÃO ANALISADAS

A seguir são pormenorizados os aspectos relativos a cada tipo de medida de proteção que foram avaliados no Colégio Escola. A avaliação dos elementos de proteção contra incêndio foi basicamente visual, sendo feito o registro de imagens por meio de câmera fotográfica e anotações pertinentes em formulário de controle próprio. Foram realizadas quatro visitas às instalações do CE, sendo a primeira basicamente uma conversa com funcionários da administração e da área de segurança, e as demais as inspeções e verificações do sistema de proteção contra incêndio das edificações.

#### 3.4.1 Extintores de incêndio

Foi observada a adequação dos extintores com base nas exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 21/2011 (CBPMESP) e da norma NBR 12693/2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; SÃO PAULO, 2011h).

#### 3.4.2 Iluminação de emergência

Foi verificada a adequação do sistema de iluminação de emergência de acordo com as exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 18/2011 (CBPMESP) e da norma NBR 10898/2013, mas não foi permitido testar o sistema quanto a sua eficácia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a; SÃO PAULO, 2011f).

#### 3.4.3 Sinalização de emergência

Foi verificada a adequação das sinalizações de emergência de acordo com as exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 20/2011 (CBPMESP) e das normas NBR 13434-1/2004 e 13434-2/2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, 2004c; SÃO PAULO, 2011e).

#### **3.4.4 Sistema de alarme de incêndio**

Foi verificada as conformidades e desconformidades do sistema de alarme de incêndio conforme as exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 19/2011 (CBPMESP) e da norma NBR 17240/2010 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; SÃO PAULO, 2011g).

#### **3.4.5 Instalações elétricas**

A adequação das instalações elétricas foram verificadas conforme as exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 41/2011 (CBPMESP) e da norma NBR 5410/2004, haja vista se tratar de instalações elétricas de baixa tensão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b; SÃO PAULO, 2011j).

#### **3.4.6 Brigada de incêndio**

No que concerne ao número de brigadistas, não foi possível analisar os edifícios e respectivos pavimentos separadamente, uma vez que não foram fornecidos os dados de população fixa e localização de brigadistas nesses locais. Soma-se a isso o fato de que a população de estudantes dos diversos pavimentos e edifícios varia em função de mudanças de aulas, turno, utilização de determinadas salas para aulas específicas, entre outras inconstâncias.

Desse modo, verificou-se se o número de brigadistas total do Colégio Escola estava condizente com as exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 17/2014 (CBPMESP) e da norma NBR 14276/2006, considerando como população fixa a soma do número de funcionários e estudantes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006; SÃO PAULO, 2014b).

Em relação ao Ginásio, considerando que ordinariamente não apresenta população fixa e que esta depende do tipo e porte do evento a ser realizado, a composição mínima da brigada não foi estimada, recomendando-se basear-se no item 5.13 da IT nº 17 quando for o caso (SÃO PAULO, 2014b).

### 3.4.7 Sistema de hidrantes e mangotinhos

Foram verificadas as adequações do sistema de hidrantes e mangotinhos quanto às exigências e recomendações da Instrução Técnica nº 22/2011 (CBPMESP) e da norma NBR 13714/2000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000; SÃO PAULO, 2011i).

### 3.4.8 Saídas de emergência

Foram verificadas as adequações das saídas de emergências e seus componentes quanto ao exigido e recomendado pela Instrução Técnica nº 11/2014 (CBPMESP) e pela norma NBR 9077/2001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

O dimensionamento das saídas de emergência foi realizado em função da população da edificação, conforme parâmetros trazidos pelos anexos da IT nº11/2014 e da NBR 9077/2001. O cálculo da população foi realizado com base na área aplicável para cada edifício do Colégio Escola e as larguras mínimas das saídas a serem adotadas foi calculada pela fórmula:

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

Em que:

N: número de unidades de passagem arredondado para número inteiro;

P: população, conforme coeficiente da Tabela 5 dos anexos da NBR 9077;

C: capacidade de unidade de passagem, conforme Tabela 5 dos anexos da NBR 9077.

#### 3.4.8.1 Escadas e rampas

Foram verificadas as principais exigências e recomendações trazidas pela Instrução Técnica nº 11/2014 e pela norma NBR 9077/200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

### **3.4.9 Selagem de *shafts* e dutos de instalações**

Verificou-se se os dutos existentes na edificação estavam adequadamente selados e se as linhas elétricas dispostas em poços verticais (*shafts*) estavam devidamente vedadas, de modo a impedir a propagação de incêndios através dos diversos níveis de pisos, de acordo com as exigências da Instrução Técnica nº 09/2011 do CBPMESP (SÃO PAULO, 2011c).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO À OCUPAÇÃO E CARGAS DE INCÊNDIO

A Tabela 2 apresenta a classificação das edificações do Colégio quanto à ocupação, conforme o anexo do regulamento de segurança contra incêndio (SÃO PAULO, 2011a), além dos dados de carga de incêndio e altura dos edifícios,.

Tabela 2 - Classificação das edificações do Colégio Escola quanto à ocupação, conforme o Decreto 56.819/2011

Edifício	Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Carga de incêndio (MJ/m <sup>2</sup> )	Risco
<b>A</b>	E	Educacional	E-1	300	Baixo
<b>B</b>	F	Local onde há valor de objeto inestimável	F-1	2000	Alto
<b>C</b>	E	Educacional	E-1	300	Baixo
<b>D</b>	E	Educacional	E-1	300	Baixo
<b>E</b>	E	Educacional	E-5	300	Baixo
<b>Ginásio</b>	F	Local de reunião de público	F-3	150	Baixo

Fonte: autor

### 4.2 EXTINTORES DE INCÊNDIO

Em todos os edifícios do Colégio Escola, foram constatados extintores de carga d'água (A), carga de pó (BC) e de dióxido de carbono (BC). A seguir são relatadas algumas conformidades e desconformidades encontradas em relação a estes dispositivos de segurança contra incêndio.

#### 4.2.1 Conformidades gerais

Todos os extintores de incêndio do Colégio Escola apresentaram o selo de credenciamento do Sistema Brasileiro de Certificação (Inmetro) e pressão adequada. Todos extintores também obedeceram às exigências da norma ABNT

NBR 12.693/2013 e da Instrução Técnica nº 21 do CBPMESP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; SÃO PAULO, 2011h) quanto:

- I. à capacidade extintora mínima: 2-A para extintores de carga d'água, 5-B:C para extintores de dióxido de carbono e 20-B:C para extintores de carga de pó BC;
- II. à distância máxima de caminhamento: 25 metros para locais de risco baixo;
- III. à altura do piso: alça a, no máximo, 1,60 m e fundo a, no mínimo, 0,10 m do piso).

Além disso, todos os extintores encontraram-se desobstruídos e bem sinalizados.

#### 4.2.2 Desconformidades encontradas

Em relação à distribuição dos extintores, a IT nº 21 exige que haja ao menos duas unidades extintoras em cada pavimento, sendo uma para incêndios classe A e outra para incêndios classe B e C. Todavia, no Colégio Escola foram constatados pavimentos que não obedeceram a tais exigências, conforme indica a Tabela 3.

Também foram encontrados extintores com a validade vencida e um extintor sem o lacre (Figura 5), a despeito de este não ter sido utilizado, segundo a administração da escola, que relatou que estudantes recorrentemente retiram os lacres e as travas (pinos) de segurança dos extintores. Para efeito de verificação da data de validade dos extintores, informa-se que a data de inspeção ocorreu em novembro de 2017.

Tabela 3 - Desconformidades encontradas em extintores do Colégio Escola

Edifício	Pavimento	Desconformidade
<b>B</b>	Subsolo	Ausência de extintor de classe A
	2º	Ausência de extintor de classe A
<b>C</b>	2º	Ausência de extintor de classe A

continua

continuação

Edifício	Pavimento	Desconformidade
C	3º	Ausência de extintor de classe A
		Extintor sem lacre
D	3º	Extintores com validade vencida
E	2º	Ausência de extintores
	3º	Ausência de extintor de classe A

Fonte: autor

Figura 5 – Desconformidades encontradas em extintores: ausência de lacre (A) e validade de manutenção expirada (B e C)



Fonte: autor

A ausência de extintores ou a presença de extintores com o prazo de validade vencido são fatos bastante preocupantes e podem se tornar críticos quando de uma ocorrência de incêndio. Isto porque é muito mais fácil combater o incêndio em seu princípio e o uso de extintores normalmente tem papel fundamental nisso (CARLO;

ALMIRON; PEREIRA, 2008). Conforme retratado pelo item “2.2.1 Etapas do incêndio” e pela Figura 2, o início do consumo de materiais construtivos e mobiliários pelo fogo pode alavancar uma rápida e irreversível ascensão do incêndio (MITIDIARI, 2008), fato facilitado pela impossibilidade de utilização de extintores e pela utilização possivelmente ineficiente de extintores vencidos.

Do mesmo modo, a presença apenas de extintores de classe inapropriada, fato observado em alguns pisos pode, além de não extinguir o fogo e retardar sua extinção, colocar em risco a vida de quem o utiliza em virtude da possibilidade de choques elétricos, explosões, entre outros (CARLO; ALMIRON; PEREIRA, 2008).

### 4.3 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O sistema de iluminação de emergência dos edifícios do Colégio Escola tem as funções de aclaramento e balizamento e é do tipo centralizado, com baterias recarregáveis seladas com grades de liga chumbo-cálcio (Figura 6).

Figura 6 – Baterias de alimentação do sistema de iluminação de emergência do Colégio Escola



Fonte: autor

Em todos os edifícios, os componentes das fontes de energia de alimentação do sistema de iluminação de emergência encontraram-se em locais ventilados, não acessíveis ao público (Figura 6) e desobstruídos, conforme preconizado pela Instrução Técnica nº 18 (CBPMESP) e pela norma NBR 10898/2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a; SÃO PAULO, 2011f). Os

distanciamentos máximos entre pontos de iluminação de emergência também satisfizeram as exigências de ambas as normas: i) distâncias máximas entre pontos de iluminação menor do que 15 metros; e ii) distâncias máximas entre ponto de iluminação e a parede menor do que 7,5 metros.

#### 4.4 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

De modo geral, os dispositivos de sinalização de emergência se encontraram bem sinalizados e os materiais neles empregados se mostraram adequados, com cores que destacam a sua presença nos locais onde foram instalados. Os aspectos referentes à sinalização de emergência observados no Colégio Escola são trazidos separadamente para cada tipo básico de sinalização de emergência exigido pela Instrução Técnica nº 20 do CBPMESP e pelas NBR 13434-1 e 13434-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, 2004c; SÃO PAULO, 2011e). Cabe frisar que todos os elementos de sinalização do colégio enquadraram-se no tipo de sinalização básica, não sendo constatados elementos de sinalização complementar.

##### 4.4.1 Sinalização de proibição

Este tipo de sinalização não é muito presente no Colégio Escola, provavelmente porque o ambiente escolar não propicia muitas situações que demandem proibição de ações ou materiais que possam ocasionar incêndios. Os únicos poucos exemplos deste tipo de sinalização são as proibições de fumar, que, todavia, derivam da vedação de consumo de cigarros em função do incômodo que possam causar e não do risco específico de situações de incêndio que possam ocasionar. Não foram encontradas sinalizações de proibição de utilização de água para apagar o fogo em locais aplicáveis (sala de computadores, por exemplo), conforme recomendado pela IT nº 20 e pela NBR ABNT 13434-2 (Figura 7) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004c; SÃO PAULO, 2011e). Além disso, especificamente no Edifício E constatou-se a falta de sinalização de proibição de utilização do elevador em caso de incêndio, conforme assim também recomendam as normas (Figura 7).

Figura 7 – Proibição de utilização de água para apagar incêndio (esquerda) e de utilização de elevador em caso de incêndio (direita)

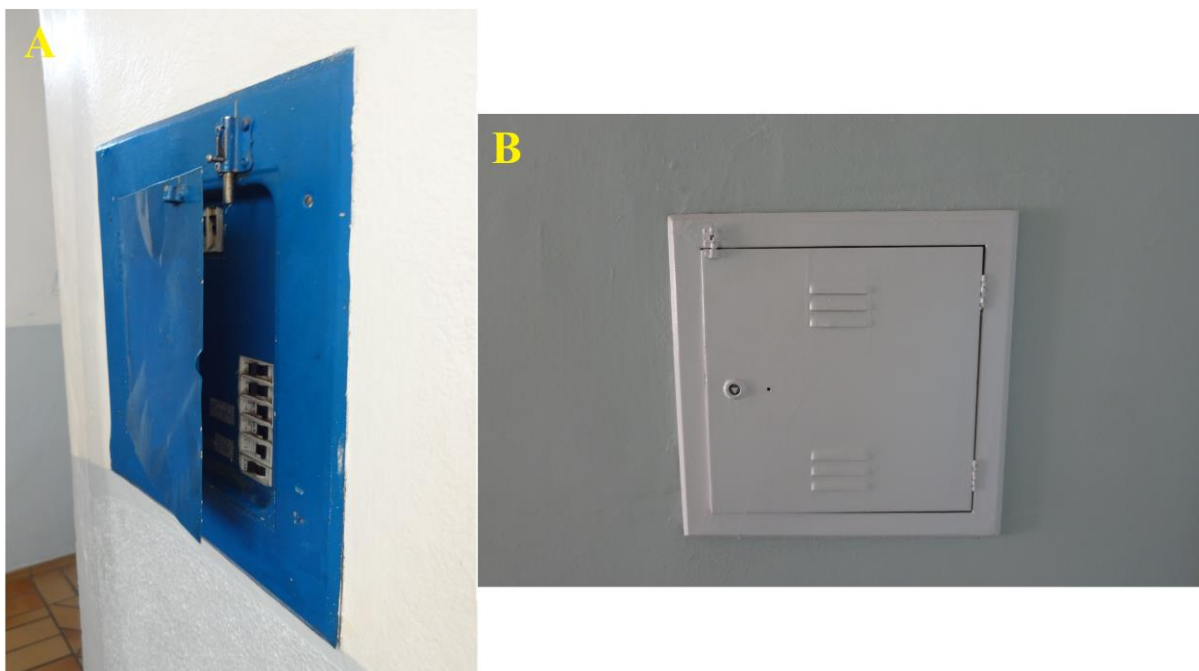


Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004c)

#### 4.4.2 Sinalização de alerta

Em relação a este tipo, foi constatada a falta de sinalização de risco de choque elétrico em alguns quadros de distribuição presente no Edifício E e A (Figura 8).

Figura 8 – Falta de sinalização em quadros de distribuição nos Edifícios E (A) e A (B)



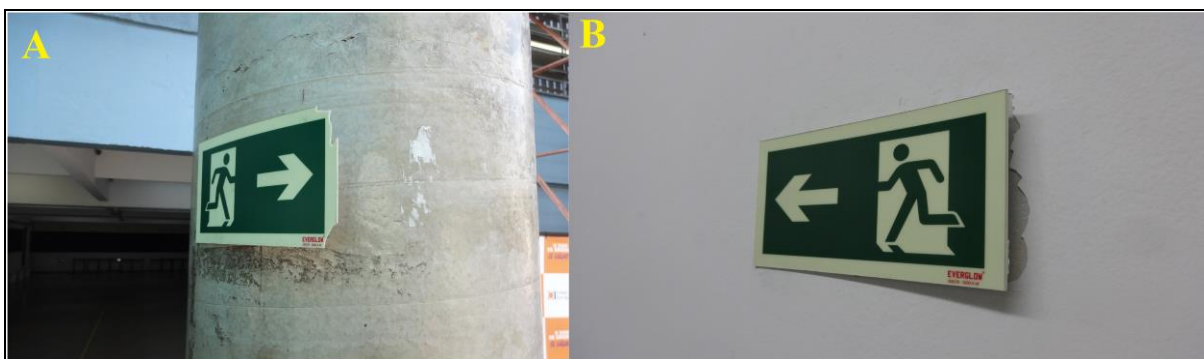
Fonte: autor

#### 4.4.3 Sinalização de orientação e salvamento

Em termos gerais, as sinalizações deste tipo cumpriram as exigências da IT nº 20, sendo colocadas em locais adequados e indicando todas as mudanças de

direção, saídas e escadas. Cabe fazer uma única observação no que diz respeito a duas placas de sinalização de orientação de rotas de fuga de saída que se encontraram descolando das superfícies em que foram colocadas, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Placas de orientação de rotas de fuga descolando da superfície de pilar de sustentação do pátio (A) e de parede do Edifício D (B)



Fonte: autor

Embora o descolamento parcial das plaquetas não desqualifique a sua funcionalidade, é impreterível a atenção da administração do Colégio Escola quanto à possibilidade de as placas caírem ou eventualmente serem retiradas por estudantes, o que poderia prejudicar a orientação das pessoas em caso de uma emergência. No momento de emergência, é comum as pessoas entrarem em estado de pânico ou ficarem emocionalmente alteradas. Um sistema adequado de sinalização, que forneça adequadamente as informações necessárias às pessoas, é um importante recurso atenuador de dessa fragilização emocional (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008). Desse modo, tal qual como preconiza a IT nº 20 e a NBR 13434-1, tal tipo de sinalização deve ser objeto de inspeção periódica e manutenção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, 2004c; SÃO PAULO, 2011e).

#### 4.4.4 Sinalização de equipamentos

Não foram encontradas desconformidades em relação a este tipo de sinalização, ou seja, todos os equipamentos de combate a incêndio e alarme se encontraram bem sinalizados e com as placas nas posições e alturas corretas. As

tubulações e acessórios utilizados para sistemas de hidrantes se encontraram com pintura diferenciada (vermelha), conforme preconizam a IT nº 20 e a NBR 13434-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004c; SÃO PAULO, 2011e).

#### 4.5 SISTEMA DE ALARME DE INCÊNDIO

O sistema de alarme de incêndio do Colégio Escola possui duas fontes de alimentação, sendo a principal constituída pela rede do sistema elétrico da edificação e a auxiliar constituída por baterias.

A grande maioria dos acionadores manuais estão localizados junto aos hidrantes e, nos edifícios com mais de um pavimento (Edifícios B, C, D e E), foram constatados pelo menos um acionador em cada pavimento. Outrossim, as distâncias máximas a serem percorridas de qualquer local dos edifícios aos acionadores não foi superior a 30 metros, conforme preconizam a Instrução Técnica nº 19 (CBPMESP) e a norma NBR 17240/2010 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010; SÃO PAULO, 2011g).

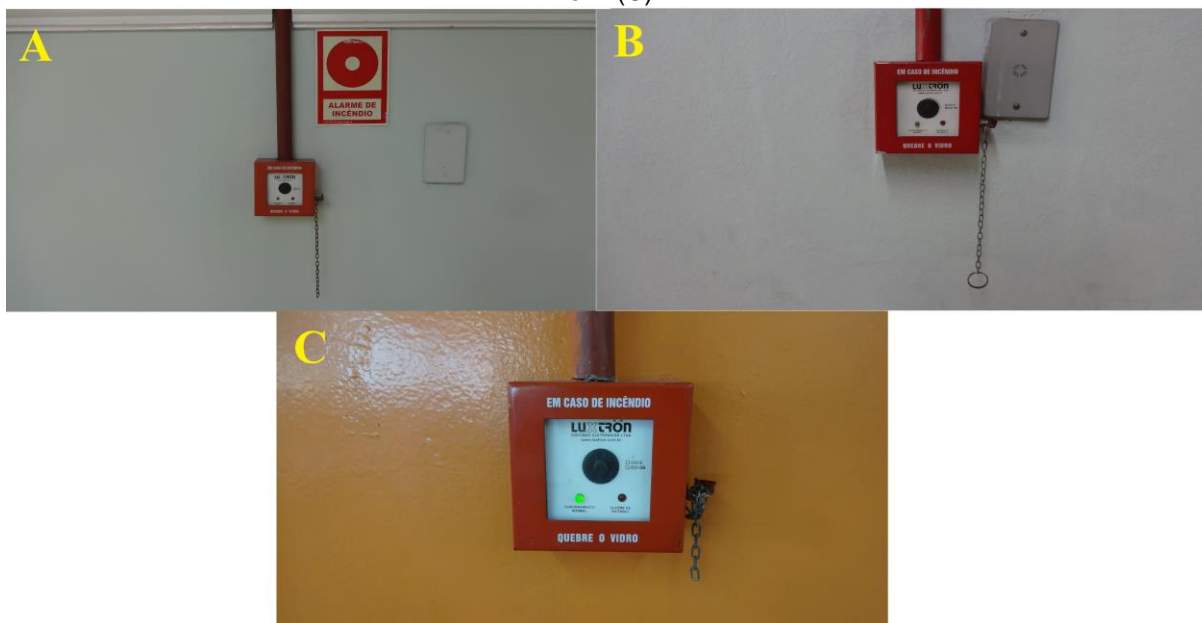
Um fator importante relativo ao sistema de alarme de incêndio em escolas é que o soar de determinado alarme pode ser confundido por estudantes e funcionários com o soar do sinal ordinário que indica o fim e início das aulas. Além disso, quando um alarme de incêndio é acionado, grande parte das pessoas acha que se trata apenas de exercício simulado ou relaciona o som com atividades de manutenção do sistema (ARAUJO, 2008a). Com isso, recomenda-se à administração do Colégio Escola que realize procedimentos de treinamento e diferenciação dos dois tipos de alarmes, visto que a própria administração do Colégio Escola relatou que esse tipo de procedimento não é frequente (informação pessoal)<sup>4</sup>.

Em relação à integridade física dos acionadores manuais, constatou-se que alguns não possuíam dispositivo de rompimento (Figura 10), contrariando ao disposta na NBR ABNT 17.240/2010 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

---

<sup>4</sup> Informação verbal transmitida por funcionário do Colégio Escola em 25/11/2017.

Figura 10 – Acionadores manuais de alarme sem dispositivo de rompimento nos Edifícios A (A), C (B) e D (C)



Fonte: autor

Na ocasião de uma emergência, a falta do dispositivo de rompimento pode retardar o acionamento do sistema de alarme, atrasando a ação de combate ao incêndio e, conseqüentemente, aumentando as chances de maiores prejuízos humanos e materiais.

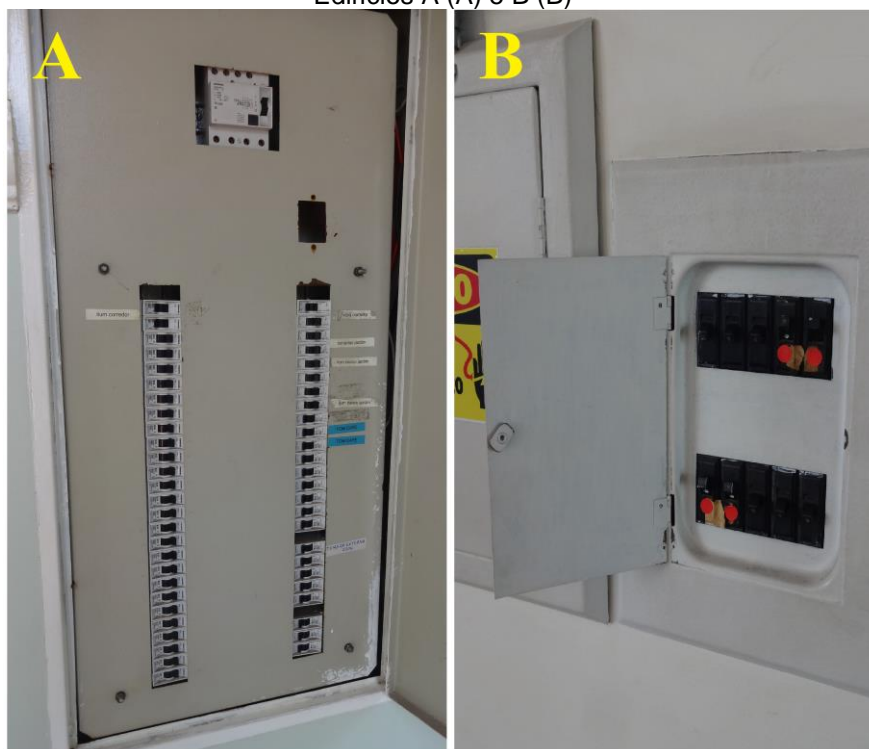
#### 4.6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Em relação aos quadros de distribuição, sua localização se mostrou sempre de fácil acesso. Contudo, em muitos quadros notou-se a ausência de identificação que deve constar no lado externo do mesmo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b; SÃO PAULO, 2011j) e um deles foi encontrado aberto, conforme item “4.5.2 Sinalização de alerta” e Figura 8. O descaso com a identificação e fechamento dos quadros de distribuição pode acarretar diversos eventos indesejados numa escola, como a alteração dos disjuntores e componentes por parte dos estudantes ou até mesmo sinistros. (ARAUJO, 2008a).

Outra desconformidade relativa aos quadros de segurança que foi constatada em alguns locais foi a falta de identificação dos componentes e circuitos, no interior do quadro (Figura 11), que pode trazer problemas de identificação de cada disjuntor

e, numa eventual necessidade de desligamento de componentes específicos, pode atrasar o procedimento ou ensejar erros.

Figura 11 – Exemplos de quadros de distribuição sem a identificação de componentes e circuitos, nos Edifícios A (A) e B (B)



Fonte: autor

#### 4.7 BRIGADA DE INCÊNDIO

A administração do Colégio Escola disponibilizou o atestado de brigada de incêndio, item obrigatório em inspeções e que contém a relação de brigadistas e a carga horária de curso de brigada realizado por cada um (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006; SÃO PAULO, 2014b). O documento data do ano de 2015 e encontra-se, portanto, desatualizado, haja vista a necessidade de reciclagem anual dos brigadistas e emissão de novo atestado de brigada. Também foi relatado que os exercícios simulados e as reuniões ordinárias da brigada de incêndio não ocorrem nas frequências mínimas exigidas pela IT nº 17: seis meses e um mês, respectivamente (SÃO PAULO, 2014b).

No que tange à identificação da brigada, quadros de aviso indicando a sua existência foram constatados nas entradas dos edifícios, mas não foram

encontradas as sinalizações dos integrantes da brigada de incêndio e suas respectivas localizações, conforme preconizam a IT nº 17 (CBPMESP) e a NBR 14276/2006 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006; SÃO PAULO, 2014b). Considerando que o Colégio Escola nunca passou por uma situação de emergência provocada por incêndio (informação pessoal)<sup>5</sup>, a desatualização de treinamentos específicos, simulados e até mesmo da composição da brigada de incêndio, uma situação de emergência, mesmo que aparentemente pequena, poderia revelar um despreparo e uma falta de experiência dos funcionários para condução da situação, trazendo grandes complicações diante da dificuldade de organização que poderia existir para a evacuação dos edifícios. Nesse sentido, a presença de quadros de aviso que identifiquem os integrantes da brigada e sinalizem suas respectivas localizações adquire importância ainda maior.

No que concerne ao número total de brigadistas, o atestado da brigada apresentado pelo Colégio indica a existência de 49 brigadistas e nível intermediário de treinamento a eles aplicado. Comparativamente, o Tabela 3 traz os valores de população fixa, número de brigadistas mínimo e nível de treinamento mínimo exigidos no Colégio Escola, conforme os parâmetros da IT nº 17 (CBPMESP) e da NBR 14276/2006 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006; SÃO PAULO, 2014b).

Tabela 4 - Dados de cálculo do número mínimo de brigadistas do Colégio Escola

População fixa aproximada (estudantes + funcionários)	1520
Número de brigadistas relativo à população fixa de até 10	4
Número de brigadistas relativo à população fixa excedente	$1516/20 = 76$
Número de brigadistas total	$4+76 = 80$
Nível de treinamento exigido	Intermediário

Fonte: autor

Diante dos dados, verifica-se que a brigada de incêndio atual no Colégio Escola apresenta uma defasagem de 31 brigadistas, uma vez que deveria ser de 80, em vez de 49.

<sup>5</sup> Informação verbal transmitida por funcionário do Colégio Escola em 25/11/2017.

Segundo o atestado fornecido pelo Colégio Escola, a carga horária do curso da brigada de incêndio foi de 8, o que condiz com os níveis de treinamento intermediário (SÃO PAULO, 2014b). A administração do CE, no entanto, não especificou qual o tipo de curso ou os módulos abordados e, conforme mencionado, o curso deveria ser ministrado novamente em função do atestado se encontrar desatualizado.

Em relação ao Ginásio, não foram encontradas informações sobre a sua lotação, sendo que esta pode variar em virtude de se utilizar ou não a quadra para ocupação. Desse modo, reitera-se a necessidade de se consultar o item 5.13 da IT nº 17 quando da realização de eventos no Ginásio.

O treinamento para enfrentar emergências é um dos fatores que mais influencia o tempo necessário para que todos os ocupantes de uma edificação consigam atingir um local seguro (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008). Quando da ocorrência de uma emergência, há a necessidade de um bom sistema de comunicação interna e externa, sendo que a brigada de incêndio desempenha papel bastante importante nesse aspecto, haja vista a imprescindibilidade do fator tempo para o sucesso de uma operação de abandono seguro de edifício (ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

#### 4.8 SISTEMA DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

No Colégio Escola não há o chamado sistema de mangotinhos, apenas hidrantes, que é caracterizado por ser do tipo 2 (SÃO PAULO, 2011i). Em geral, as exigências das normas IT nº 22/2011 e NBR 13714/2000 foram cumpridas quanto a maioria dos aspectos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000; SÃO PAULO, 2011i). Além disso, constatou-se que os reservatórios de água destinada ao combate de incêndio do Colégio Escola são do tipo elevado e possuíam os volumes de reserva de incêndio de 15 m<sup>3</sup>, cumprindo a exigência mínima da IT nº 22 (SÃO PAULO, 2011i).

Os abrigos de mangueira do Colégio Escola são constituídos de material metálico. As localizações de todos os abrigos de mangueira se mostraram adequadas, não distando em mais de 5 metros das portas de acesso das áreas a serem protegidas. Em diversos abrigos de mangueira foi observado que o lacre da

porta que previne aberturas indevidas estava rompido. Em que pese a possíveis inconvenientes que tal tipo de situação possa ocasionar, a IT nº 22 apenas recomenda a presença do lacre, não sendo possível afirmar que a legislação tenha sido infringida.

Em contrapartida, uma desconformidade foi constatada quanto à distribuição dos hidrantes e ao abrigo de duas mangueiras. No Ginásio e no piso térreo do Edifício C, foram constatados dois abrigos sem mangueira alguma, conforme Figura 12. Constatou-se que estas mangueiras são de fundamental importância para cumprir as exigências das normas quanto ao alcance dos esguichos das mangueiras, sendo que parte considerável de ambos os ambientes estaria impossibilitado de receber água quando de uma possível situação de incêndio, haja vista a ausência de outra mangueira próxima o suficiente para cobrir as áreas do entorno.

Figura 12 – Abrigos sem a presença da mangueira no Ginásio (A) e no Edifício C (B)



Fonte: autor

## 4.9 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

### 4.9.1 Dimensionamento das saídas de emergência

Uma vez que as saídas de emergência e seus componentes devem ser dimensionados em função da população potencialmente presente no edifício, a

Tabela 4 traz os dados utilizados para o dimensionamento das saídas de emergência dos edifícios do Colégio Escola, conforme parâmetros trazidos pela NBR 9077 e pela Instrução Técnica nº 11 do CBPMESP. Subsequentemente, a Tabela 5 apresenta os dados de larguras mínimas das saídas de emergência da escola com base nos dados de área, população estimada e número de unidades de passagem.

Tabela 5 - Dados para o dimensionamento das saídas de emergência

<b>OCUPAÇÃO</b>	<b>POPULAÇÃO</b>	<b>CAPACIDADE DE UNIDADE DE PASSAGEM (C)</b>
<b>E-1</b>	1 pessoa por 1,50 m <sup>2</sup> de área de sala	100
<b>E-5</b>	de aula	30
<b>F-1</b>	1 pessoa por 3 m <sup>2</sup> de área	100
<b>F-3</b>	2 pessoas por m <sup>2</sup> de área	100

Fonte: Instrução Técnica nº 11 do CBPMESP (SÃO PAULO, 2014a)

Tabela 6 – Dados de saídas de emergência do Colégio Escola

<b>Edifício</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área considerada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>População estimada (P)</b>	<b>Número de unidades de passagens (N)</b>	<b>Largura mínima de saída (m)</b>
<b>A</b>	E-1	321,47	215	3	1,65
<b>B</b>	F-1	435,54	146	2	1,20
<b>C</b>	E-1	725,54	484	5	2,75
<b>D</b>	E-1	698,78	466	5	2,75
<b>E</b>	E-5	216,22	145	5	2,75
<b>Ginásio</b>	F-3	658,0	329	4	2,20

Fonte: autor

Comparando os dados apresentados na Tabela 5 com as medidas das saídas de emergência verificadas presencialmente, constata-se que todos os prédios do Edifício Escola cumpriram as exigências de larguras mínimas de saída das edificações trazidas pela ABNT NBR 9077 e pela Instrução Técnica nº 11 do CBPMESP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

#### 4.9.2 Escadas e rampas

As rampas do Colégio Escola não apresentaram desconformidades em relação às normas, possuindo piso antiderrapante, dotadas de guarda-corpo e corrimãos, desobstruídas e apresentando as demais exigências legais e normativas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

Em contrapartida, uma das escadas de acesso ao Ginásio não apresentou corrimãos e não atendeu aos critérios de altura dos degraus, que devem ter entre 16 cm e 18 cm para evitar que as pessoas tropecem ou se machuquem ao descê-los ou subi-los (Figura 13) (ABOLINS; NORMELLINI; BIANCHINI, 2008; SÃO PAULO, 2014a).

Figura 13 – Escada sem corrimãos e com degraus com altura menor do que a mínima recomendada



Fonte: autor

#### 4.9.3 Outras exigências

Em relação às exigências das portas de saídas de emergência, em uma das salas do Edifício A constatou-se que uma das portas de saída de emergência não abre para o sentido de trânsito de saída, mas para o lado (Figura 14). A exigência das normas é que as portas utilizadas como saídas de emergência sempre abram para o sentido de saída das pessoas para evitar que o acúmulo de pessoas na saída

impeça a abertura da porta, conforme já ocorrido em diversas tragédias provocadas por incêndios. Portas de correr somente são admitidas em alguns casos e se possuírem abertura automática, o que não é o caso em questão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001b; SÃO PAULO, 2014a).

Figura 14 – Portas de saída de emergência de uma mesma sala, projetadas de maneiras incorreta (A) e correta (B)



Fonte: autor

Em relação às distâncias máximas a serem percorridas, os edifícios do Colégio Escola não possuem sistema de chuveiros automáticos, nem detecção de fumaça. Ainda assim, as distâncias máximas estimadas em cada pavimento dos edifícios não superaram os parâmetros trazidos pelo Anexo B da Instrução Técnica nº 11 (SÃO PAULO, 2014a). Também se constatou que os acessos e as rotas encontraram-se desobstruídos, bem sinalizados, com iluminação de emergência e balizamento adequadas.

#### 4.10 SELAGEM DE SHAFTS E DUTOS DE INSTALAÇÕES

O Decreto 56.819/2011 exige a selagem de dutos e *shafts* apenas para edifícios maiores de 12 metros de altura (SÃO PAULO, 2011a). Desse modo, conforme dados apresentados na Tabela 3, apenas os Edifícios B, C, D e E foram verificados quanto a tais exigências. Em todos os edifícios mencionados, verificou-se que as aberturas existentes nas paredes e entrespisos (passagem de instalações elétricas, hidrossanitárias, telefônicas etc.) estavam seladas de modo a vedá-las, conforme exigido pela Instrução Técnica nº 09/2011 do CBPMESP (SÃO PAULO, 2011c).

#### 4.11 SÍNTESE FINAL E PROPOSITURAS

Diante de todas as informações e resultados obtidos, interessa resumir as propostas de melhoria do sistema de segurança contra incêndio do Colégio Escola, com base nas desconformidades encontradas em cada categoria de medida de proteção, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Síntese das recomendações para a melhoria do sistema de segurança contra incêndio do Colégio Escola

<b>MEDIDA DE PROTEÇÃO</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS E RECOMENDAÇÕES GERAIS</b>
Extintores de incêndio	Inclusão de extintores nos pavimentos descritos na Tabela 3; Troca de extintores vencidos ou sem lacre
Iluminação de emergência	Sem maiores sugestões
Sinalização de emergência	Colocação de placas de proibição de utilização de água para apagar o fogo em locais aplicáveis e de proibição de utilização do elevador em caso de incêndio no Edifício E; Colocação de sinalização de risco de choque elétrico em quadros de distribuição nos Edifícios A e E; Atenção quanto às placas de sinalização de orientação de rotas de fuga que estão descolando
Sistema de alarmes de incêndio	Realização de simulações e treinamentos para diferenciação do alarme de incêndio com o sinal das aulas; Recomposição dos dispositivos de rompimento dos acionadores manuais faltantes

continua

continuação

<b>MEDIDA DE PROTEÇÃO</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS E RECOMENDAÇÕES GERAIS</b>
Instalações elétricas	Provimento de identificação externa dos quadros de distribuição; Maiores cuidados quanto ao acesso aos quadros, deixá-los sempre fechados; Provimento de identificação interna dos componentes dos disjuntores e elementos dos quadros de distribuição
Brigada de incêndio	Atualização da brigada de incêndio, com reciclagem dos brigadistas; Aumento do número de brigadistas de modo a atingir o mínimo exigido; Aumento da frequência de realização de simulados e reuniões ordinárias da brigada; Provimento de sinalização dos integrantes da brigada e suas localizações nos edifícios
Sistema de hidrantes	Inclusão de mangueira nos abrigos vazios do Ginásio e do térreo do Edifício C
Saídas de emergência	Aumento dos degraus da escada do Ginásio; Reforma da porta de correr do Edifício A para que abra para fora
Selagem de dutos	Sem maiores sugestões

Fonte: autor

## 5 CONCLUSÕES

A respeito das inadequações relativas à proteção contra incêndio encontradas no Colégio Escola, entende-se que não foram encontradas desconformidades que coloquem estudantes e funcionários imediatamente em risco, como seria o caso de fiação elétrica exposta ou desencapada, por exemplo. No geral as desconformidades relacionaram-se à falta de inspeção de dispositivos de proteção, como extintores, acionadores manuais de alarme, quadros de distribuição etc., bem como à desatualização da brigada de incêndio. No caso, estes itens representam fatores de perigo, visto que poderiam representar elementos críticos em uma ocorrência real de emergência.

Não obstante, talvez a questão mais importante a ser abordada pela administração do CE seja o treinamento e atualização da brigada de incêndio, visando a evitar que uma possível ocorrência de incêndio tome proporções que possam causar danos pessoais, patrimoniais ou estruturais. Há diversos casos em que os edifícios estavam bem dimensionados e equipados para o caso de incêndios, mas que ainda assim resultaram em tragédias com vítimas, como os casos do supermercado Ycua Bolaños, em Assunção, no Paraguai e no Boliche República Cromagnon, em Buenos Aires, na Argentina. Sendo assim, o que faltou nesses casos foi gerenciamento adequado, haja vista fatores como a obstrução de rotas de fuga, por exemplo. Uma vez que nunca houve casos de emergências no Colégio Escola, não se sabe quão eficiente seria a atuação da brigada de incêndio quanto, por exemplo, à organização na evacuação dos estudantes e funcionários e às ações de combate a incêndio.

Ademais, salienta-se que a breve revisão bibliográfica sobre incêndios ocorridos em escolas foi importante para contextualizar o tema e relacionar aspectos de interesse com o caso específico do Colégio Escola e que o objetivo do trabalho foi cumprido, uma vez que foi possível a identificação das principais desconformidades do sistema de segurança contra incêndio da instituição e a proposição das respectivas melhorias.

## REFERÊNCIAS

ABOLINS, H. A.; NORMELLINI, L. H.; BIANCHINI, F. J. Saídas de emergência em edificações. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

ARAÚJO, C. H. DE; GUBEROVICH, A. T. Iluminação de emergência. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

ARAÚJO, C. H. DE; SILVA, A. A. DA. Detecção e alarme de incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

ARAÚJO, J. M. F. DE. Comportamento humano em incêndios. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008a. p. 496.

ARAÚJO, M. A. DA S. Papel do corpo de bombeiros na segurança contra incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008b. p. 496.

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

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

\_\_\_\_\_. **NBR 14432: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001a.

\_\_\_\_\_. **NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13434-1: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 1: Princípios do projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

\_\_\_\_\_. **NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13434-2: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004c.

\_\_\_\_\_. **NBR 14276: Brigada de incêndios - requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme e incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898: sistema de iluminação de emergência**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

\_\_\_\_\_. **NBR 12693: Sistemas de proteção por extintor de incêndio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991.

BRAGA, G. C. B.; LANDIM, H. R. DE O. Investigação de incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 12 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. 8069. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/leis/L8069.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8069.htm). Acesso em: 14 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. 8213. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/leis/L8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8213cons.htm). Acesso em: 18 jan. 2018.

CARLO, U. D. A Segurança contra incêndio no mundo. In: **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008a. p. 496.

CARLO, U. D. A Segurança contra incêndio no Brasil. In: **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008b. p. 496.

CARLO, U. D.; ALMIRON, H. A.; PEREIRA, W. Sistemas de proteção por extintores portáteis de incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. 359. Resolução nº 359, de 31 de julho de 1991. Dispõe sobre o exercício profissional, o registro e as atividades do Engenheiro de Segurança do Trabalho e dá outras providências. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=407>. Acesso em: 18 jan. 2018.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Dados Estatísticos do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo**, 2018. Disponível em: <<http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/CorpoBombeiro.aspx>>. Acesso em: 22 jan. 2018

CUNHA, L. C. L. DA; MARTINELLI, R. H. Sistema de controle de fumaça. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

GILL, A. A.; LEAL, O. L. Processo de elaboração de plano de emergência. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

GILL, A. A.; OLIVEIRA, S. A. DE; NEGRISOLO, W. Aprendendo com os grandes incêndios. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

HARMATHY, T. Z. **Fire Safety Design and Concrete**. [s.l.] Longman Scientific & Technical, 1993.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. **Estatísticas**, 2017. Disponível em: <<http://www.sprinklerbrasil.org.br>>. Acesso em: 12 dez. 2017

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8421-1: Fire protection - Vocabulary - Part 1: General terms and phenomena of fire**. Suíça: ISO, 1987.

JÚNIOR, A. B. C.; LEITE, W. C. Brigadas de incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

MARCATTI, J.; FILHO, J. E. B.; FILHO, H. DA S. C. Compartimentação e afastamento entre edificações. In: São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

MARTÍN, L. M. E.; PERIS, F. J. J. **Comportamiento al fuego de materiales y estructuras**. [s.l.] Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1982.

MITIDIERI, M. L. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo - reação ao fogo. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

OLIVEIRA, L. H. DE; GUIMARÃES, Á. P.; GONÇALVES, O. M. Sistemas de combate a incêndio com água. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

ONO, R.; VALENTIN, M. V.; VENEZIA, A. G. Arquitetura e urbanismo. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

PURSER, D. A. Combustion Toxicity. In: HURLEY, M. J. et al. (Eds.). **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**. New York, NY: Springer New York, 2016. p. 2207–2307.

SÃO PAULO (Estado). Decreto no 56.819, de 10 de março de 2011. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. São Paulo, 2011a.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Instrução Técnica no 014: Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2011d.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 09: compartimentação horizontal e compartimentação vertical. 2011c.

SÃO PAULO (Estado). Instrução Técnica nº 08: resistência ao fogo dos elementos de construção. 2011d, p. 191.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 20: sinalização de emergência. 2011e.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 18: iluminação de emergência. 2011f.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 19: sistema de detecção e alarme de incêndio. 2011g.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Instrução Técnica no 21: Sistema de proteção por extintores de incêndio. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2011c.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 22: sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. 2011i.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 41: inspeção visual em instalações elétricas de baixa tensão. 2011j.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Instrução Técnica no 43: Adaptação às normas de segurança contra incêndio: edificações existentes. Corpo de Bombeiros da polícia Militar do Estado de São Paulo, 2011b.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 07: separação entre edificações (isolamento de risco). 2011l.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 11: saídas de emergência. 2014a.

\_\_\_\_\_. Instrução Técnica nº 17: brigada de incêndio. 2014b.

\_\_\_\_\_. 1257. 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. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2015/lei.complementar-1257-06.01.2015.html>. Acesso em: 13 fev. 2018.

SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008a. p. 496.

\_\_\_\_\_. Ensaio laboratoriais. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008b. p. 496.

SILVA, V. P. E et al. Segurança das estruturas em situação de incêndio. In: **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 496.

TROITZSCH, J. H. Fires, statistics, ignition sources, and passive fire protection measures. **Journal of Fire Sciences**, v. 34, n. 3, p. 171–198, 2016.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Proteção contra incêndios e explosões - Parte A**. Programa de Educação Continuada (PECE), 2016.