

ALESSANDRO BRAGA MIAGUI

ANÁLISE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DE UM  
CONDOMÍNIO MULTIFAMILIAR

São Paulo

2015

ALESSANDRO BRAGA MIAGUI

## ANÁLISE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DE UM CONDOMÍNIO MULTIFAMILIAR

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

2015

### **Catálogo-na-publicação**

**Miagui, Alessandro Braga**

**Análise do sistema de proteção contra incêndio de um  
condomínio multifamiliar / A.B. Miagui. -- São Paulo, 2015.  
62 p.**

**Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança  
do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.  
Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1.Incêndio (Prevenção) 2.Condomínio I.Universidade de  
São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continua-  
da em Engenharia II.t.**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Paula, e aos meus filhos Gabriel, Guilherme e Giovanni, pelo amor, incentivo, compreensão e paciência que recebo de vocês.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Paulo e Elizabeth, pelo amor, carinho, dedicação, apoio e incentivo que sempre recebi de vocês, em todas as etapas de minha vida.

À minha esposa e meus filhos, pela compreensão de minhas ausências durante meus estudos e por serem minha grande motivação.

Ao meu sogro, Márcio, minha sogra, Stela, à Leila e Isabel, por me auxiliarem nos cuidados dos meus filhos, principalmente nos momentos que me ausento.

Aos funcionários e síndico do conjunto residencial por toda colaboração e auxílio durante o levantamento de informações da edificação.

Aos professores do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho, pelo valioso conhecimento transmitido.

À toda equipe do EPUSP/PECE pelo auxílio e orientação durante o curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho.

## RESUMO

Os sistemas de proteção contra incêndio em edificações compreendem um conjunto de medidas a serem adotadas com o objetivo prevenir a ocorrência de incêndios e, caso ele ocorra, proteger as vidas e o patrimônio. No Brasil, o tema ganhou destaque após os grandes incêndios ocorridos na década de 1970 e, desde então, o nível de exigência destes sistemas tem aumentado. O presente trabalho tem como objetivo identificar, analisar e propor soluções para o sistema de proteção contra incêndios de um conjunto residencial de edifícios, construído em 1980, no Município de Guarulhos-SP, utilizando como base as normas técnicas e legislação que tratam sobre o assunto. A realização deste estudo é justificada pelo fato de que, na época da construção desta edificação, a regulamentação da proteção contra incêndios era incipiente e pouco exigente. Portanto, é importante avaliar as medidas de proteção existentes e se elas são adequadas para situações de emergências. A revisão literária apresenta o arcabouço teórico que conduz este estudo de caso, abordando os conceitos básicos sobre incêndio, a legislação do Estadual de São Paulo, e as medidas de proteção passiva e ativa contra incêndios exigidas pelas normas nacionais e estaduais para edificações construídas anteriormente à legislação vigente. A identificação e análise do sistema de proteção da edificação foi conduzida por vistoria in loco e entrevista com funcionários e síndico. Os resultados foram analisados à luz das normas vigentes, resultando na classificação da edificação e identificação dos níveis de proteção exigidos. Ao final da pesquisa, constatou-se uma série de não conformidades, a saber: iluminação de emergência fora do padrão; ausência de peças em alguns hidrantes; deficiência de extintores de incêndio nas garagens; inexistência de brigada e alarme de incêndio; falta de sinalização da rota de fuga; ausência de itens de segurança nas saídas de emergência. Em conclusão, foram propostas medidas corretivas e sugestões para melhoria do nível de segurança dos edifícios, de modo que os objetivos deste trabalho foram alcançados.

Palavras-chave: Proteção. Incêndio. Edificação. Residencial. Pré-existente. Multifamiliar.

## ABSTRACT

Buildings fire protection systems comprise a set of measures adopted in order to prevent the fires occurrences and, if it occurs, protect the lives and assets. In Brazil, the issue was highlighted after the great fires in the 1970s and since then, the requirement level of these systems has increased. This study aims to identify, analyze and propose solutions to the fire protection system of a residential complex of buildings, built in 1980, in the municipality of Guarulhos-SP, using as a basis the technical standards and legislation that deal with the subject . This study is justified by the fact that at the time of construction of this building, the regulation of fire protection was incipient and undemanding. Therefore, it is important to assess the existing security measures and if they are appropriate for emergencies. The literature review presents the theoretical framework that leads this case study, addressing the basics of fire, the law of the State of São Paulo, and measures of passive and active fire protection required by national and state standards for buildings constructed prior to law. The identification and analysis of the building protection system was conducted by on-site inspection and interviews with employees and receiver. The results were analyzed in the light of existing rules, resulting in the classification of the building and identification of the required levels of protection. At the end of the study, there was a series of non-compliance, namely: emergency lighting nonstandard; absence of in some parts of hydrants; deficiency of fire extinguishers in the garages; lack brigade and fire alarm; lack of signaling escape route; lack of security features in emergency exits. In conclusion, it has been proposed corrective measures and suggestions to improve the security level of the buildings, so that the objectives were achieved.

Keywords: Protection. Fire. Building. Residential. Pre-existing. Multi-Family

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1: Triângulo do Fogo .....	13
Figura 2-2: Tetraedro do Fogo .....	14
Figura 2-3: Curva temperatura tempo de um incêndio .....	19
Figura 2-4: compartimentação horizontal .....	27
Figura 2-5: Compartimentação vertical externa de fachadas .....	28
Figura 2-6: Medida da largura em corredores e passagens .....	32
Figura 2-7: Altura e largura dos degraus .....	35
Figura 2-9: Dimensões de guardas e corrimãos.....	37
Figura 2-10: Formas e cores por categoria de sinalização.....	40
Figura 3-1: Edificações do Conjunto Residencial .....	46
Figura 4-1: Unidades extintoras dos pavimentos de apartamento .....	51
Figura 4-2: Sistema de iluminação de emergência .....	52
Figura 4-3: Sinalização de saída no sentido da fuga.....	53



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CMAR	Controle dos Materiais de Revestimento e Acabamento
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IT	Instrução Técnica
ITCB	Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
NBR	Norma Brasileira
NRB	Norma Regulamentadora Brasileira
PECE	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Agente extintor segundo a classe de fogo .....	22
Tabela 2-2: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à sua ocupação	23
Tabela 2-3: Classificação das edificações quanto à altura.....	24
Tabela 2-4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio .....	24
Tabela 2-5: Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão Controle de materiais de acabamento e de revestimento da ocupação/uso em função da finalidade do material .....	29
Tabela 2-6: Dados para o dimensionamento das saídas de emergência.....	31
Tabela 2-7: Distâncias máximas a serem percorridas.....	33
Tabela 2-8: atribuições da brigada de incêndio .....	38
Tabela 3-1: Dados Gerais do conjunto residencial.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1. OBJETIVO.....	11
1.2. JUSTIFICATIVA .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1. FOGO.....	12
<b>2.1.1. Propagação do fogo.....</b>	<b>14</b>
2.2. INCÊNDIO .....	15
<b>2.2.1. Causas de incêndio.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2. Classificação dos incêndios .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.3. Evolução de um incêndio .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.4. Métodos de extinção do fogo.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.5. Agentes extintores .....</b>	<b>20</b>
2.3. LEGISLAÇÃO.....	22
2.4. CLASSIFICAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO .....	23
2.5. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO .....	24
<b>2.5.1. Medidas de proteção passiva.....</b>	<b>25</b>
2.5.1.1. Isolamento de risco .....	26
2.5.1.2. Segurança estrutural das edificações.....	28
2.5.1.3. Controle dos materiais de revestimento e acabamento (CMAR).....	29
2.5.1.4. Saídas de emergência.....	29
2.5.1.5. Brigada de incêndio.....	37
<b>2.5.2. Medidas de proteção ativa.....</b>	<b>39</b>
2.5.2.1. Sistema de detecção e alarme de incêndio.....	39
2.5.2.2. Sistema de sinalização de emergência .....	40
2.5.2.3. Sistema de iluminação de emergência.....	41

2.5.2.4. Sistema de extintores de incêndio.....	41
2.5.2.5. Sistema de hidrantes ou mangotinhos .....	43
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
3.1. ESTUDO DE CASO .....	45
3.2. MATERIAIS UTILIZADOS .....	46
3.3. LEGISLAÇÃO E NORMAS OBSERVADAS .....	46
3.4. MÉTODO.....	48
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES.....	49
4.1.1. Classificação quanto à ocupação .....	49
4.1.2. Classificação quanto à altura .....	49
4.1.3. Classificação quanto à carga de incêndio .....	49
4.1.4. Cálculo da população .....	49
4.2. DETALHAMENTO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	50
4.2.1. Extintores de incêndio .....	50
4.2.2. Iluminação de emergência.....	51
4.2.3. Sinalização de emergência.....	53
4.2.4. Alarme de incêndio .....	53
4.2.5. Brigada de incêndio .....	54
4.2.6. Hidrantes.....	55
4.2.7. Saída de emergência.....	55
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de proteção contra incêndio em edificações compreendem um conjunto de medidas a serem adotadas com o objetivo prevenir a ocorrência de incêndios e, caso ele ocorra, proteger as vidas e o patrimônio.

No Brasil, o tema ganhou destaque após os grandes incêndios ocorridos nos edifícios Andraus em fevereiro de 1972 e Joelma em fevereiro de 1974, ambos registrados no centro da cidade de São Paulo. Há época, houve grande cobertura da mídia sobre estas tragédias, devido à gravidade desses dois incidentes e ao elevado número de vítimas fatais. Comovidos por essa tragédia, a sociedade civil organizada e o poder público sentiram a necessidade da criação de normas de segurança contra incêndio mais efetivas. O temor em relação à fragilidade dos grandes edifícios, frente a uma situação de incêndio, deu origem então às leis, normas e regulamentos mais rígidos, principalmente em relação aos meios de abandono e aos sistemas de proteção contra incêndio a serem instalados nessas edificações.

Os grandes incêndios continuam acontecendo, como é o caso da tragédia na Boate Kiss, em janeiro de 2013, no município de Santa Maria/RS, que matou 242 pessoas e feriu outras 680. Esta tragédia causou grande comoção nacional, e motivou uma nova revisão de leis, normas e procedimentos, principalmente no Estado do Rio Grande de Sul.

Ao longo do tempo, o nível de exigência quanto ao sistema de proteção contra incêndios aumentou. Atualmente, observa-se que as medidas de proteção têm complexidade diretamente proporcional ao tipo de ocupação, ao tamanho e ao risco de incêndio das edificações. No entanto, há grande variação nas medidas de prevenção e proteção contra incêndio exigidas, pois cada estado brasileiro possui regulamentação específica, composta por Normas Técnicas, Leis, Decretos, Portarias e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros.

## 1.1. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é identificar, analisar e propor soluções para o sistema de proteção contra incêndios do conjunto residencial em tela, utilizando como base as normas técnicas e legislação que tratam sobre o assunto.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

A segurança contra incêndio em edifícios residenciais é um tema que merece atenção. Muitas das tragédias ocorridas neste tipo de edificação poderiam ser evitadas ou minimizadas caso contassem com medidas de proteção contra incêndios devidamente dimensionadas.

Ainda existem muitos edifícios no Brasil que não estão preparados adequadamente para prevenção, combate e abandono, pois foram construídos antes das exigências legais por medidas de proteção contra incêndio, como é o caso objeto de estudo.

Dessa forma, justifica-se a realização de estudo que permita identificar e avaliar as condições atuais do conjunto residencial e, assim, propor medidas corretivas que propiciem melhores condições de segurança contra incêndio.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FOGO

Segundo Brentano (2010) o fogo é resultado de uma reação termoquímica exotérmica entre uma substância combustível e outra comburente, na presença de calor, que resulta na produção de calor, luz e gases. Esta reação química também é conhecida como queima ou combustão.

Da mesma forma, Gouveia (2003) afirma que os gases dióxido de carbono, monóxido de carbono e as partículas sólidas de carbono, os produtos mais comuns desta reação química. Analogamente, São Paulo (2011a) estabelece que o fogo pode ser definido como um fenômeno físico-químico que se dá através de uma reação de oxidação entre combustível e comburente, com emissão de luz e calor. De acordo com os autores supracitados, para que haja a ocorrência do fogo, deve haver a concorrência simultânea de três elementos essenciais: material combustível, comburente e uma fonte de calor.

Campos e Conceição (2006) definem combustível como qualquer substância capaz de produzir calor por meio de reação química da combustão, podendo ser encontrado nos estados sólido, líquido ou gasoso.

Vários autores, entre eles Campos e Conceição (2006), Brentano (2010), Fagundes (2013) e USP (2013), concordam que para entrar em combustão, os combustíveis sólidos e líquidos devem ser previamente aquecidos, fazendo-os liberar vapores combustíveis. Tanto estes vapores combustíveis, quanto os combustíveis em estado gasoso, para entrar em combustão devem se misturar com o oxigênio da atmosfera, dentro de uma faixa ideal, gerando uma mistura inflamável.

Comburente é o elemento que, associado quimicamente ao combustível, é capaz de fazê-lo entrar em combustão. Quanto maior a quantidade de comburente mais intensa será a combustão, isto é, havendo o consumo mais rápido do combustível mais quente será a chama. No caso do incêndio, o mais comum é que o oxigênio desempenhe esse papel (SÃO PAULO, 2011a).

Calor: é o elemento que serve para dar início, manter e propagar um incêndio, sendo que cada material necessita de uma quantidade específica de calor para se inflamar, denominado ponto de ignição (SECCO, 1982). As fontes de calor podem ser as provenientes do aquecimento solar, de processos químicos exotérmicos, de circuitos elétricos e suas descargas, de reações biológicas ou de origem mecânica;

A ocorrência simultânea de material combustível, comburente e uma fonte de calor formam o triângulo do fogo, Figura 2-1.

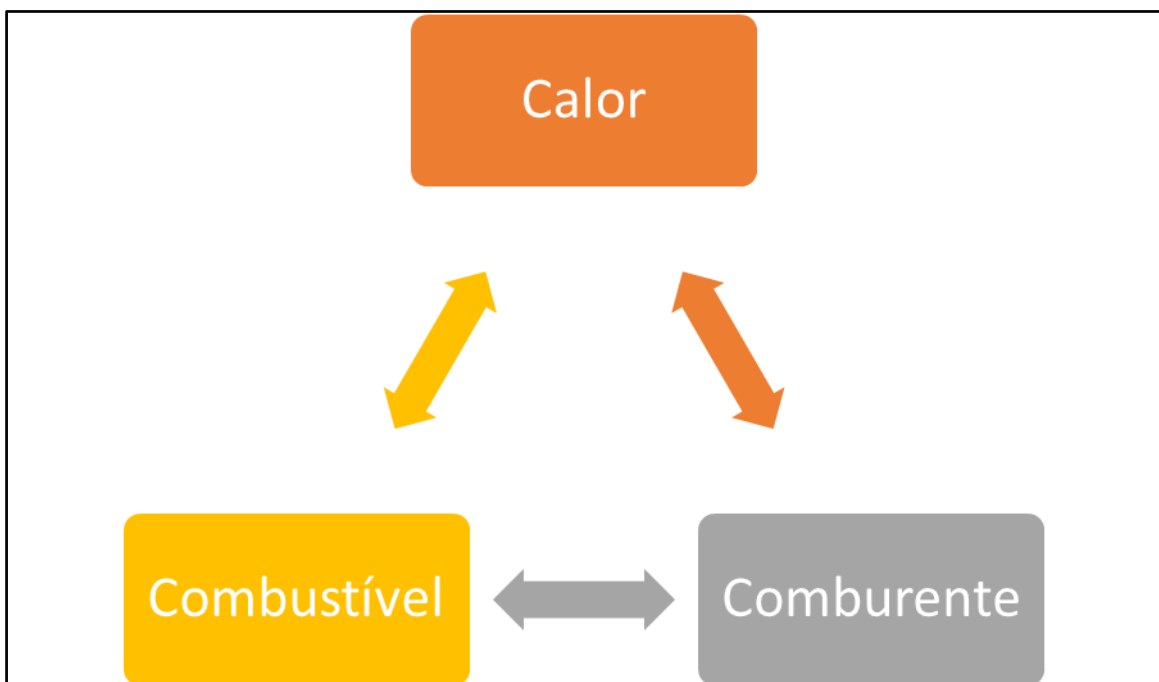


Figura 2-1: Triângulo do Fogo  
Fonte: arquivo pessoal

Araújo (2004) afirma que a combustão é uma reação que se processa em cadeia e que se mantém pelo calor produzido, caso haja a propagação do fogo após a sua ocorrência, deve haver a transferência de calor molécula à molécula do material combustível, ainda intacta, que entram em combustão sucessivamente, gerando então, a reação química em cadeia, até que todo o material esteja em combustão.

A existência do fogo depende de quatro condições essenciais à combustão. Uma vez iniciada, a combustão ocorre em cadeia, até que deixe de existir pelo menos uma das condições essenciais para que ela ocorra. Porém, a reação química de combustão poderá não ocorrer em cadeia, impedindo que o incêndio se desenvolva. O Tetraedro



do Fogo (Figura 2-2), representa quais as condições necessárias para a existência, desenvolvimento e manutenção de um incêndio (REZENDE, 2008).

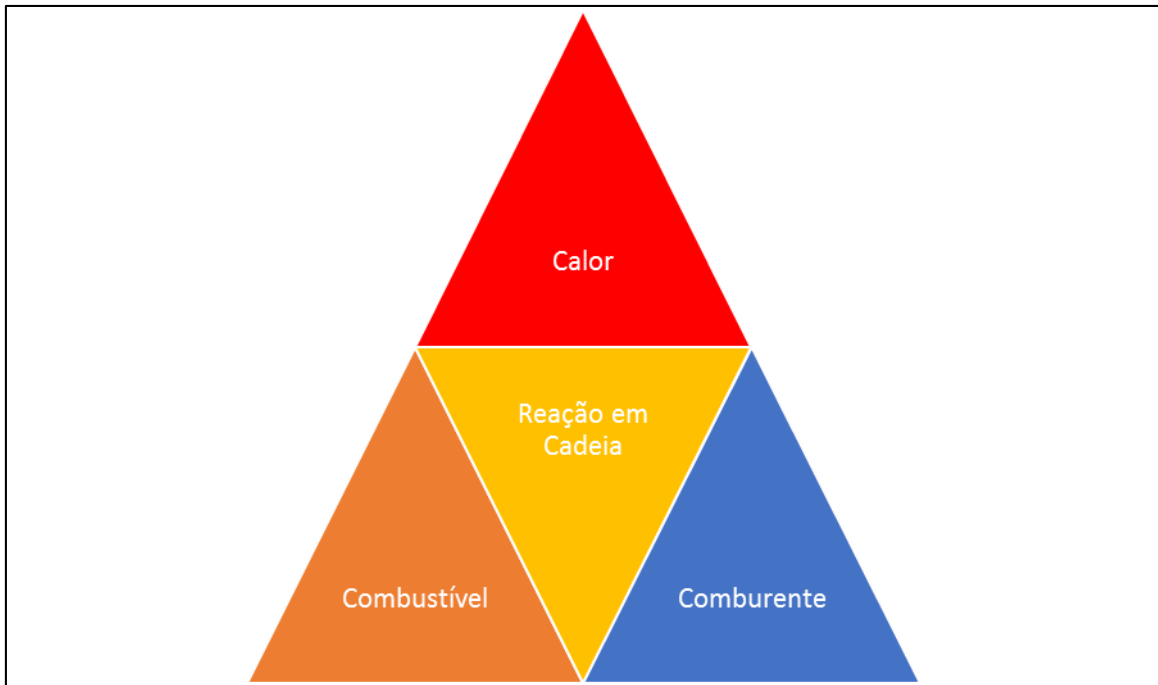


Figura 2-2: Tetraedro do Fogo  
Fonte: arquivo pessoal

### 2.1.1. Propagação do fogo

A propagação do fogo durante um incêndio é complexa e muitas vezes imprevisível. Mazzoni (2010) define a transmissão de calor como à passagem da energia térmica de um corpo para outro, que ocorrem em três formas: condução, convecção e radiação.

- **Condução:** transmissão de calor que por meio de contato direto entre dois corpos, onde o de maior temperatura transfere energia térmica ao de menor temperatura, ou seja, o calor passa de partícula a partícula, sem que haja o transporte de massa. Nos incêndios, esta forma de propagação do fogo ocorre pelo contato das labaredas com os materiais presentes no recinto (móvel, cortinas e outros materiais), ou por meio de um material aquecido, que transmite calor até outro, como paredes e forro.

- **Convecção:** ocorre nos fluídos, quando parte da massa é aquecida e se torna menos densa que as demais. Esta massa mais leve tende a subir, enquanto a mais densa, ocupa as porções inferiores do recinto. Em um incêndio, o ar aquecido pelo fogo sobe, entrando em contato com outros materiais, a partir daí, por condução, estes materiais são aquecidos até entrar em combustão.
- **Radiação:** é a forma de transmissão de calor por meio de ondas eletromagnéticas, que independe de um meio material para se propagar, de maneira similar à luz. Este fenômeno é facilmente identificado ao se aproximar do fogo ou pela sensação térmica produzida pelos raios solares.

Em uma situação de incêndio estas três formas de transmissão de calor ocorrem simultaneamente, com uma delas predominando sobre as demais, de acordo com a fase e as características do incêndio. Para Fagundes (2013), as possibilidades de propagação do fogo devem ser muito bem analisadas quando da elaboração do plano de proteção contra incêndios, a fim de eliminar as possibilidades de combustão.

## 2.2. INCÊNDIO

Araújo (2004) define incêndio como uma combustão indesejada, qualquer que seja sua ocorrência ou dimensão, com potencial para causar danos à vida e patrimônio, de maneira localizada ou generalizada em uma edificação.

Já para o IBAPE (2013), incêndio é um termo utilizado para o fogo em situações desproporcionais ou descontroladas, que destrói e pode causar prejuízos ao meio ambiente, ao usuário de uma edificação, à própria edificação e aos seus componentes, além de exigir ação intensa de meios e equipamentos de maior potência para seu controle e extinção.

### 2.2.1. Causas de incêndio

Para a determinação da causa de um incêndio é importante estudar onde, como e porque iniciou-se o processo de combustão e, se sua origem tem ligação com a ação do homem.

USP (2013) reconhece três classes básicas para distinção da origem dos incêndios: natural, acidental e criminosa. Ainda segundo este autor, os incêndios naturais são aqueles originários de fenômenos naturais, enquanto os acidentais se referem aqueles nos quais há componentes aleatórios, involuntários e não planejados e, por fim, os criminosos, os quais tem origem em atos premeditados e intencionais.

De modo similar, Fagundes (2013) classifica as causas de incêndios em três categorias: causas humanas, causas acidentais e causas naturais. Por causas humanas, classificam-se os incêndios cujo início se dá por ação direta do homem. Este tipo de incêndio subdivide-se em duas subclasses, das causas culposas – quando a negligência, imperícia ou imprudência propicia o início do incêndio – e causas criminosas, quando a origem do incêndio é proposital e objetiva ocasionar dano, perda e destruição. Já as causas acidentais ocorrem por falha ocasional, motivada por diversos fatores que fogem ao controle das ações humanas, mesmo que tenham sido tomadas todas as precauções para evitá-los. Enquanto as causas naturais são os incêndios originados a partir de fenômenos naturais, cujo controle foge dos procedimentos preventivos.

Como exemplos dos tipos de causas de incêndios, têm-se:

- Causas Humanas Culposas: esquecer a panela no fogão ligado; sobrecarregar uma tomada com muitos equipamentos elétricos; armazenar combustível próximo à fonte de calor;
- Causas Criminosas: incêndios motivados por razões psicológicas, tentativas de assassinato, ocultação de documentos, fraude em seguros, entre outros;
- Causas Acidentais: falhas em equipamentos elétricos, como o superaquecimento por curto-circuito; a explosão mecânica de vasos de pressão de caldeiras; o superaquecimento por atrito em correias, rolamentos e mancais; o fenômeno de auto-combustão (reação química altamente exotérmica) causado pela absorção da umidade em determinados produtos químicos, tais como hidrosulfito de sódio, pentasulfeto de fósforo, pó de bronze, pó de alumínio, pó de zinco e potássio.

- Causas Naturais: incêndios originados a partir de fenômenos naturais, como raios elétricos, terremotos, vulcões, desabamentos, furacões, tsunamis, incidência solar

### **2.2.2. Classificação dos incêndios**

O evento de um incêndio sempre contará com a presença de material combustível, portanto para sua classificação, Brentano (2007), Campos e Conceição (2006), USP (2013), entre outros autores, sugerem tomar como referência a natureza dos materiais combustíveis. Assim, os autores citados qualificam a natureza de um incêndio em quatro classes (A, B, C e D), em função do material combustível e suas características de queima.

A classificação pela natureza do combustível auxilia na determinação do agente extintor e do método de extinção mais adequado para cada classe de incêndio, conforme exemplificado a seguir:

Classe A: São incêndios que ocorrem em materiais sólidos, como madeira, papel, tecidos, etc. Estes materiais queimam em superfície e em profundidade, deixando resíduos após a sua combustão, como brasas, cinzas e carvão. Segundo Brentano (2007) a extinção mais eficaz para incêndios de classe A se dá pela ação da água, pois estes materiais necessitam de resfriamento para a extinção do fogo.

Classe B: São incêndios que ocorrem em produtos inflamáveis que queimam somente em sua superfície e não deixam resíduos. Estes incêndios ocorrem na mistura do ar com os vapores que se formam nas superfícies dos líquidos combustíveis inflamáveis, como óleos, gasolina, entre outros; e nos gases inflamáveis como gás liquefeito do petróleo (GLP), gás natural (GN), hidrogênio e outros. A extinção é feita por abafamento, pela quebra da reação química em cadeia ou pela retirada do material combustível. Os agentes extintores podem ser produtos químicos secos, CO<sub>2</sub>, água nebulizada e a espuma química, que é o melhor agente extintor (CAMPOS e CONCEIÇÃO, 2006).

Classe C: São incêndios que ocorrem em equipamentos elétricos energizados, como máquinas elétricas, quadros de força, eletrodomésticos, etc. Nestes casos de fogo,

USP (2013) recomenda o uso de agente extintor não condutor de eletricidade, como pó químico seco ou misturas gasosas específicas, por exemplo, CO<sub>2</sub>, etileno cloro propano, trifluor metano, nitrogênio ou argônio.

Classe D: São incêndios que ocorrem em elementos pirofóricos (metais combustíveis), como magnésio, titânio, lítio, alumínio, zircônio, entre outros. Estes metais queimam mais rapidamente, reagem com o oxigênio atmosférico, atingindo temperaturas mais altas que outros materiais combustíveis. Para Fagundes (2013), incêndios desta natureza requerem equipamentos, técnicas e agentes extintores específicos em função do tipo de metal combustível.

### **2.2.3. Evolução de um incêndio**

São Paulo (2011a) considera que um incêndio seja composto essencialmente por um ciclo de três fases, ignição, aquecimento e resfriamento, as quais são descritas graficamente por uma curva tempo-temperatura (Figura 2-3).

De acordo com Baranoski (2008), o trecho inicial da curva (fase de ignição) possui um crescimento relativamente linear da temperatura ambiente. Nesta fase, o fogo ainda não se espalhou por todo ambiente, sendo que a zona de risco se restringe à vizinhança imediata ao foco de incêndio. Ao final desta fase, o volume de fumaça é grande, há uma redução significativa da visibilidade e risco iminente à vida.

Romani e Yanagihara (1995) relatam que, ao final da fase de ignição, o aumento da temperatura propicia que o calor atinja as paredes e teto do recinto, aquecendo-os por radiação e convecção. Estes elementos aquecidos passam a irradiar calor de volta aos materiais combustíveis, aumentando a volatilização e, por consequência, as chamas, em um ciclo de retroalimentação crescente, até que ocorra a ignição simultânea de todos os combustíveis presentes no local. Esta propagação abrupta é conhecida como *flashover* ou incêndio generalizado, onde as chamas passam de um crescimento linear para um crescimento exponencial.

A fase seguinte, de aquecimento, tem início com o incêndio generalizado e se caracteriza pela súbita elevação da temperatura, pela presença de grandes volumes de fumaça e pelo rápido alastramento do fogo, devido a queima de todos os materiais

combustíveis presentes no recinto em chamas. Baranoski (2008) afirma que a duração desta fase é determinada, principalmente, pela densidade da carga de incêndio, pela superfície livre do combustível e pelo fator de ventilação.

A última fase, de resfriamento, ocorre quando a maior parte do combustível ou do oxigênio já foi consumida, o que diminui gradativamente a intensidade do fogo e a queima se processa em pequenos focos de chama. No caso da diminuição do incêndio pela ausência de oxigênio, Campos e Conceição (2006) alertam para o risco de reignição do fogo, caso ainda exista material combustível no recinto e seja injetado ar no ambiente.

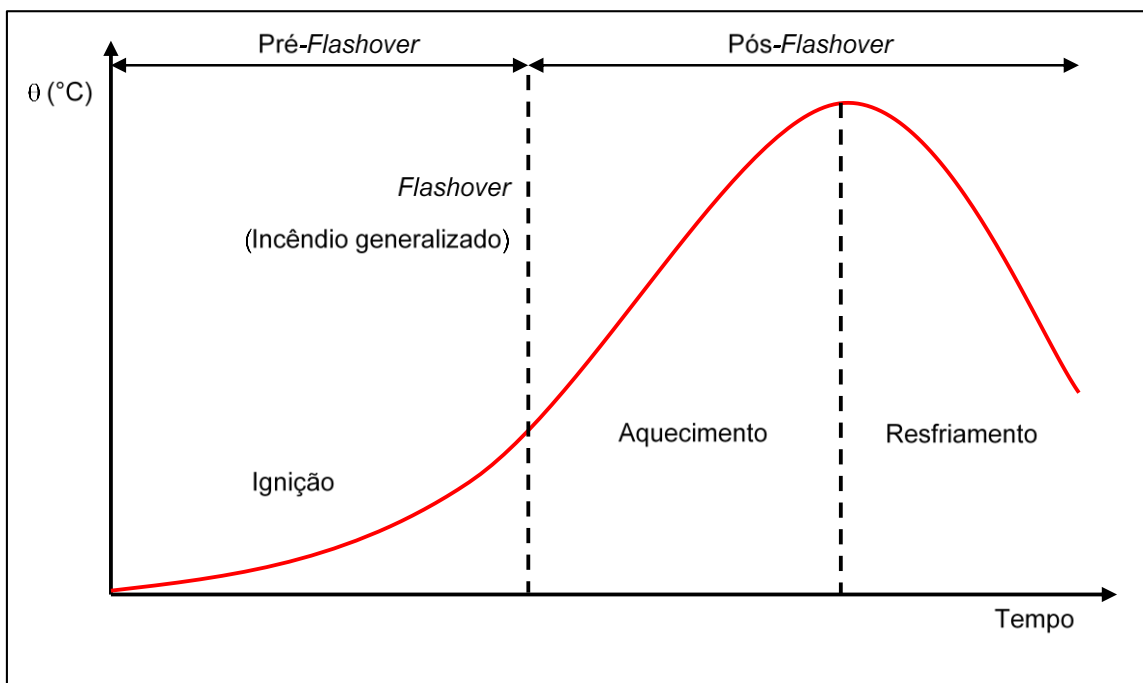


Figura 2-3: Curva temperatura tempo de um incêndio  
Fonte: adaptado de São Paulo (2011a)

#### 2.2.4. Métodos de extinção do fogo

A manutenção de um incêndio depende da combinação dos quatro elementos que constituem o tetraedro do fogo: combustível, comburente, calor e reação em cadeia (SÃO PAULO, 2011a). Os métodos de extinção do fogo consistem em neutralizar ao menos um destes elementos, conforme detalhado a seguir:

- Extinção por isolamento: trata-se da retirada do material combustível que está pegando fogo e também de outros materiais que estejam próximas a chama,

para evitar o alastramento do incêndio. A neutralização do combustível é muito difícil em incêndios em edificações.

- Extinção por abafamento: se refere à retirada do comburente, em geral o oxigênio presente no ar. Neste caso evita-se que o material em combustão seja alimentado por mais oxigênio do ar, reduzindo sua concentração na mistura inflamável.
- Extinção por resfriamento: retirada do calor utilizando um agente extintor, para absorver o calor do fogo e do material em combustão, resfriando este material. É a forma mais comum de extinção do fogo em edificações, sendo a água seu principal agente extintor.
- Extinção química (quebra da reação em cadeia): interrupção da reação química em cadeia por meio de determinados agentes extintores, que se combinam com a mistura inflamável resultante do gás ou vapor do material combustível com o comburente, formando uma mistura não inflamável.

### **2.2.5. Agentes extintores**

Agentes extintores são substâncias capazes de interromper a combustão, agindo por resfriamento, abafamento ou por quebra da reação em cadeia. Estas substâncias podem estar em estado sólido, líquido ou gasoso, podendo ser utilizadas em extintores, hidrantes e dispositivos especiais (sprinkler e sistemas fixos de CO<sub>2</sub>). Os principais agentes extintores são:

Água: age por principalmente por resfriamento, podendo ser utilizada na forma de jato compacto em fogos da classe A, ou na forma de água pulverizada (neblina), em fogos das classes A e B. A água pulverizada age tanto por resfriamento quanto por abafamento, seu uso é indicado para incêndios em líquidos combustíveis pesados (SÃO PAULO, 2011a).

Espuma mecânica: mistura composta por água, concentrado formador de espuma e injeção de ar. Quando submetida a turbulência, esta mistura apresenta aumento significativo de volume, formando a espuma, que pode ser de baixa, média e alta

expansão (RIO DE JANEIRO, 2008). Ainda segundo este autor, a espuma forma uma camada superficial sobre o material combustível, que age primariamente por abafamento, com ação secundária de resfriamento. Fritsch (2012) indica este agente como sendo muito eficaz em líquidos inflamáveis, com exceção de hidrocarbonetos solúveis em água, como os álcoois, acetona, etc, pois estes têm efeito dissolutivo sobre a espuma. Tão pouco deve ser utilizada em fogo da classe C, dada sua alta concentração de água, que capacita à condução de corrente elétrica. O efeito de abafamento da espuma também é eficaz no combate ao fogo classe A.

Gases Inertes: tais como gás carbônico, nitrogênio e argônio, entre outros, que atuam na extinção do fogo por abafamento, sendo eficazes em incêndios de líquidos inflamáveis e em equipamentos elétricos (classes B e C), pois não são condutores de eletricidade e não deixam resíduos (FAGUNDES, 2013). Ainda segundo este autor, os gases inertes são muito utilizados no sistema de proteção contra incêndio de arquivos, bibliotecas, museus e demais situações onde é imperativo que o agente extintor não danifique os materiais.

Pós químicos: têm com bases químicas principais o bicarbonato de sódio, o bicarbonato de potássio, o cloreto de potássio, bicarbonato de potássio-uréia e o monofosfato de amônia, misturados com aditivos que dão estabilidade ao pó frente à umidade e à aglutinação (FAGUNDES, 2013). Estes agentes têm como características serem compostos por finíssimas partículas sólidas, não abrasivas, não tóxicas e não condutoras de eletricidade. Sua principal atuação ante um foco de incêndio é a quebra da reação em cadeia e, secundariamente, o abafamento (RIO DE JANEIRO, 2008). São eficientes no combate ao fogo em líquidos inflamáveis e também podem ser utilizados no combate ao fogo em equipamentos energizados, no entanto deve-se evitar o uso em equipamentos eletrônicos, pois o pó químico deixa resíduos que, em contato com a umidade do ar, corrói o metal, afetando principalmente as placas dos circuitos (FAGUNDES, 2013).

Além dos já citados, pode-se considerar como agentes extintores terra, areia, cal, talco, etc. os quais agem por abafamento e secundariamente por resfriamento.

A tabela abaixo mostra a escolha adequada do agente extintor de acordo com a classe de fogo.



Tabela 2-1: Agente extintor segundo a classe de fogo

Agente Extintor	Classe de fogo			
	A	B	C	D
Água (jato compacto)	Sim	Não	Não	Não
Água (pulverizada)	Sim	Sim	Não	Não
Espuma mecânica	Sim	Sim	Não	Não
Gases inertes	Sim*	Sim	Sim	Não
Pó químico	Sim*	Sim	Sim	Sim

\* Com restrição, pois há risco de reignição. (se possível utilizar outro agente)

Fonte: Fiocruz (2015).

### 2.3. LEGISLAÇÃO

No Estado de São Paulo a legislação estadual relativa à proteção contra incêndio nas edificações tem como marco a publicação das Leis Estaduais nº616/1974 e nº 684/1975, ambas motivadas pela tragédia no edifício Joelma (fevereiro de 1974). A Lei Estadual nº616/1974 dispôs sobre o comando do Corpo de Bombeiros e suas atribuições. A Lei Estadual nº 684/1975 autorizou o Poder Executivo a celebrar convênios com Municípios, sobre Serviços de Bombeiros, e condicionou a aprovação de projetos e a concessão de alvarás para construção, reforma ou conservação de imóveis à vistoria do Corpo de Bombeiros Conveniado ao Município.

Atualmente, a segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco é regulamentada pelo Decreto Estadual nº 56.819/2011, que dispõe sobre os procedimentos e medidas de segurança a serem adotados em todo o Estado e institui o Corpo de Bombeiros, por meio do Serviço de Segurança Contra Incêndio (SvSCI) a regulamentar, analisar e vistoriar as medidas de segurança contra incêndio.

Na esfera municipal não há regulamentação quanto à segurança contra incêndio. A Lei Municipal nº 6.046/2004, que estabelece o Código de Edificações e Licenciamento Urbano do Município de Guarulhos cita em seus artigos 57º, 91º e 114º que as construções deverão ser dimensionadas e executadas de acordo com as exigências contidas na legislação e normas técnicas vigentes, ou seja, aquelas das esferas Estadual e Federal.

## 2.4. CLASSIFICAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO

Para fins de aplicação do Decreto Estadual nº 56.819/2011, e respectivas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, as edificações e áreas de risco devem ser classificadas, quanto à sua ocupação, altura e carga de incêndio.

A classificação quanto à ocupação de uma edificação é definida pela TABELA 1, que se encontra nos anexos do Decreto Estadual nº 56.819/2011. Nela, as edificações são classificadas em dez grupos, em função do tipo de uso, por exemplo, residencial, comercial, serviço de saúde, indústria, etc. por sua vez, os grupos de ocupação são subdivididos, de acordo com a especificidade do tipo de uso, conforme ilustrado na Tabela 2-2.

Tabela 2-2: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à sua ocupação

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais.
		A-2	Habitações multifamiliar	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Habitações coletivas	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos

Fonte: adaptado de São Paulo (2011b)

Outro fator importante na classificação da edificação é sua altura, pois o nível de complexidade quanto à proteção contra incêndio aumenta de acordo com seu desenvolvimento vertical. O tema é abordado na TABELA 2 do Decreto Estadual nº 56.819/2011, reproduzida abaixo.

Tabela 2-3: Classificação das edificações quanto à altura

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

Fonte: São Paulo (2011b)

A carga de incêndio é definida como a soma de toda a potencial energia calorífica liberada pela combustão completa do material combustível contido em um determinado espaço, incluindo o revestimento deste ambiente (USP, 2013). A classificação do grau de risco de incêndio numa edificação em função da carga de incêndio é obtida por meio da TABELA 3 do Decreto Estadual nº 56.819/2011 (Tabela 2-4).

Tabela 2-4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio

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

Fonte: São Paulo (2011b)

## 2.5. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

A prevenção de incêndios compreende um conjunto de medidas a serem adotadas com o objetivo de minimizar a possibilidade de ocorrência de um incêndio, detectar o início de um incêndio e proporcionar meios para o combate às chamas, em sua fase inicial (BARANOSKI, 2008).

Seito et al. (2008) qualifica as medidas contra incêndios em medidas de proteção e medidas de prevenção. Segundo o autor, as medidas de proteção são aquelas que visam evitar o alastramento rápido do incêndio, por meio de barreiras físicas (compartimentação de ambientes) e por meio de equipamentos de combate a incêndio. Já as medidas de prevenção são aquelas tomadas para evitar o início do

fogo ou o alastramento do incêndio, isso é realizado no projeto da edificação por meio da escolha de materiais com índices de reação ao fogo compatíveis com o nível de segurança que se deseja e ainda pelo isolamento das fontes de calor.

De maneira similar, a ABNT (2001a) classifica as medidas de segurança e proteção contra incêndio em medidas de proteção passiva e de proteção ativa. Segundo a norma, proteção passiva compreende o conjunto de medidas integrado ao sistema construtivo da edificação, que têm por objetivo minimizar as possibilidades da eclosão de um princípio de fogo, bem com reduzir a probabilidade de seu alastramento, garantindo a resistência ao fogo, melhor condição de fuga aos usuários e o ingresso no edifício das equipes de resgate e combate ao incêndio. A proteção ativa inclui todo tipo de proteção ativada manual ou automaticamente em resposta ao fogo. Estas medidas visam agir sobre o fogo já existente, para extingui-lo ou, então, controlá-lo até à chegada do corpo de bombeiros ao local, criando facilidades para que este combate seja o mais eficaz possível.

A escolha das medidas de proteção adequadas deve ser feita tendo por referência os riscos de incêndio e de suas consequências. Para assegurar proteção mínima às pessoas e a edificação deve-se considerar essencialmente alguns atributos da própria edificação, tais como: tipo de ocupação (residência, comércio, escola, unidade de saúde, etc.), características construtivas (materiais, isolamento de riscos, segurança estrutural), dimensões (altura, número de pavimentos, área construída), facilidade de acesso ao corpo de bombeiros.

### **2.5.1. Medidas de proteção passiva**

Seito et al. (2008) define a proteção passiva como as aquelas incorporadas à edificação, as quais não necessitam de nenhum tipo de acionamento para o seu funcionamento em situação de incêndio.

A proteção passiva não se percebe no cotidiano de uma edificação, no entanto, em caso de incêndio, observa-se sua função, por exemplo, ao retardar o alastramento do fogo, minimizar a emissão de fumaça e possibilitar a fuga segura pelas saídas de emergência.

#### 2.5.1.1. Isolamento de risco

O isolamento de risco trata do afastamento mínimo entre edificações e da compartimentação na própria edificação, com o intuito de confinar o fogo, durante um determinado período, de modo que permita a saída segura de seus ocupantes, proporcione condições favoráveis às operações de resgate e combate ao incêndio, evitando a propagação do fogo e para minimizar os danos às edificações vizinhas.

No estado de São Paulo as normas de isolamento de risco são regulamentadas pela Instrução Técnica Nº 07/2011.

Fagundes (2013) alerta que em uma situação de incêndio, o fogo pode se propagar de uma edificação à outra através de radiação térmica, pelas aberturas nas fachadas e pela cobertura das edificações, através da convecção, quando os gases quentes emitidos por uma edificação atingem a edificação vizinha; ou através da condução, quando as chamas se propagam de uma edificação para a outra.

A compartimentação é constituída por elementos resistentes ao fogo, construídos horizontal e verticalmente, com o propósito de evitar o alastramento do fogo. A compartimentação horizontal, (Figura 2-4) se destina a impedir a propagação do fogo em um mesmo pavimento.

Segundo (SEITO et al., 2008) as separações verticais que caracterizam a compartimentação horizontal são:

- Paredes de compartimentação de áreas;
- Portas e vedadores corta-fogo nas paredes de compartimentação;
- Selagem corta-fogo nas passagens das instalações prediais existentes nas paredes de compartimentação;
- Registros ou damper corta-fogo nas tubulações de ventilação e ar-condicionado;
- Portas corta-fogo de acesso a unidades autônomas.

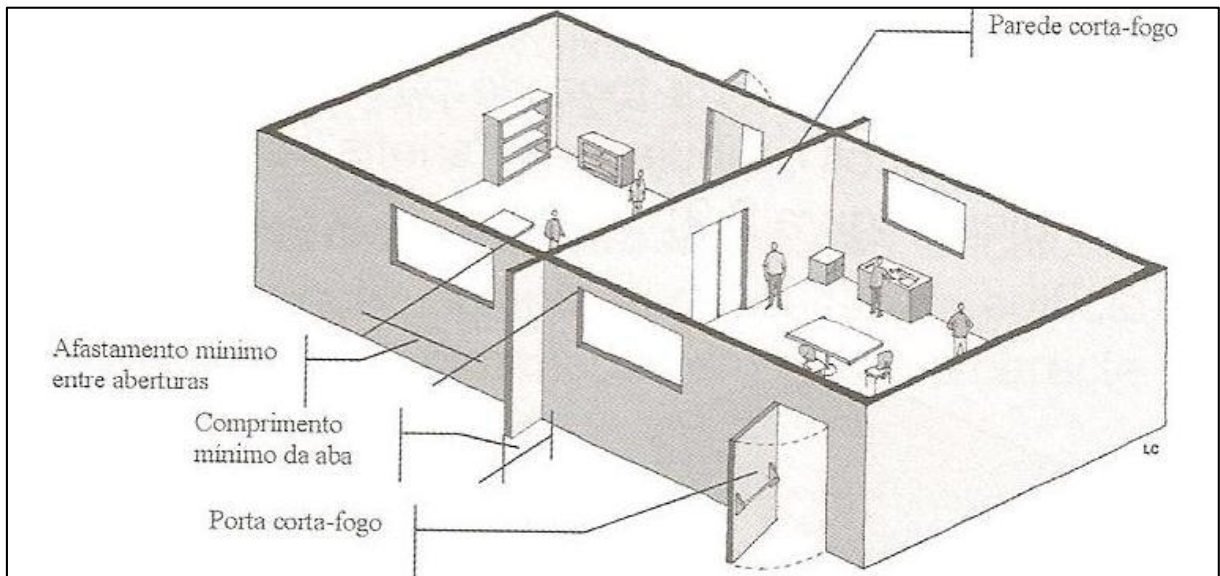


Figura 2-4: compartimentação horizontal

Fonte: Silva et al., 2010

A compartimentação vertical (Figura 2-5) constitui-se de barreiras horizontais, internas e externas, resistentes ao fogo, destinadas a confinar o incêndio no pavimento atingido e evitar sua propagação, em sentido vertical, ao pavimento sucessivo. Estas barreiras podem ser internas e externas à edificação (SEITO et al., 2008). Como exemplos, Brentano (2007) apud Fritsch (2012) cita os seguintes elementos de compartimentação vertical:

- Lajes corta-fogo;
- Escadas e elevadores enclausurados;
- Selagem de abas verticais e horizontais;
- Afastamento das aberturas existentes na fachada.

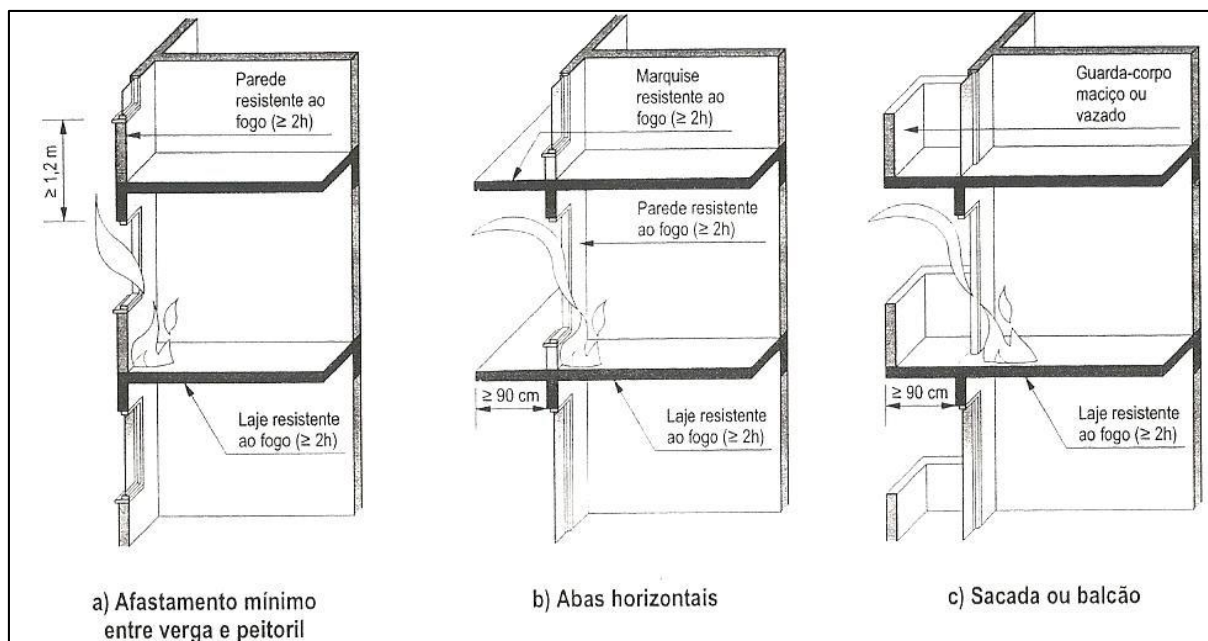


Figura 2-5: Compartimentação vertical externa de fachadas

Fonte: Brentano, 2007 apud Fritsch, 2012

#### 2.5.1.2. Segurança estrutural das edificações

De acordo com Fagundes (2013), em um incêndio generalizado, a deflagração das chamas eleva a temperatura a níveis tão altos que a estrutura da edificação pode não suportar e ceder. Portanto, ainda na fase de projeto a estrutura deve ser concebida considerando padrões mínimos de desempenho, de modo que os materiais empregados não contribuam para a formação de chamas, além de evitar e retardar a propagação do fogo e da fumaça, evitando o colapso parcial ou total da edificação. Complementarmente, Gouveia e Etrusco (2002) afirmam que a segurança estrutural de uma edificação pode ser aprimorada ao longo de sua vida útil, por meio da instalação de proteções passivas adequadas que aumentem o nível de resistência ao fogo dessa estrutura.

No Estado de São Paulo, o tema é regulamentado pela Instrução Técnica nº 08/2011, do Corpo de Bombeiros. Os elementos estruturais e de compartimentação de uma edificação deverão atender aos critérios estabelecidos na referida instrução técnica, em especial, ao tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), que indica o período mínimo que o elemento estrutural ou de compartimentação, em situação de incêndio, deve suportar antes de ceder.

Neste sentido, Brentano (2007) salienta que o tempo de resistência ao fogo da uma edificação deve ser muito maior que o tempo necessário para a desocupação da mesma, garantindo assim que os seus ocupantes consigam sair em segurança, e que as equipes de socorro tenham condições adequadas para combater o fogo, além de minimizar as possíveis perdas materiais, inclusive de edificações vizinhas.

#### 2.5.1.3. Controle dos materiais de revestimento e acabamento (CMAR)

Materiais combustíveis podem produzir e propagar chamas e fumaça rapidamente em caso de princípio de incêndio. Portanto é necessário conhecer os critérios para escolha desses materiais. No Estado de São Paulo o tema é regulamentado pela IT nº 10/2011 do Corpo de Bombeiros.

A regulamentação vigente exige que o controle dos materiais de acabamento e revestimento, seja feito em razão da ocupação, uso e função da posição desses materiais, que podem estar no piso, parede e divisória, teto e forro ou cobertura, conforme Tabela 2-5. O CMAR não será exigido nas edificações com área menor ou igual a 750 m<sup>2</sup> e altura menor ou igual a 12 m nos grupos/divisões: A, C, D, E, G, F-9, F-10, H-1, H-4, H-6, I, J.

Tabela 2-5: Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão Controle de materiais de acabamento e de revestimento da ocupação/uso em função da finalidade do material

Classe de Ocupação	Classificação do Material de Acabamento e Revestimento Permitido		
	Piso	Parede e divisórias	Teto e forro
Residencial A2, A3 e Condomínios	I, II-A, III-A, IV-A ou V-A	I, II-A, III-A ou IV-A	I, II-A ou III-A
B, D, E, G, H, I1, J1 e J2	I, II-A, III-A ou IV-A	I, II-A ou III-A	I ou II-A
C, F, I2, I3, J3, J4, L1, M2 e M3	I, II-A, III-A ou IV-A	I ou II-A	I ou II-A

Fonte: USP, 2013.

#### 2.5.1.4. Saídas de emergência

A saída de emergência consiste em um trajeto contínuo, protegido, desobstruído, iluminado e sinalizado, que possibilite a desocupação rápida e segura, dos ocupantes da edificação, por seus próprios meios, de qualquer ponto da edificação para um lugar livre da ação do fogo, calor, fumaça e gases, independente da origem do fogo.



Também deve permitir o fácil acesso às equipes de socorro, possibilitando de forma rápida e segura o salvamento dos ocupantes e o combate ao fogo.

Compõem a saída de emergência: os acessos às escadas a partir dos corredores dos pavimentos, passagens, as rotas de saída horizontais ao espaço livre exterior, nas edificações térreas, as escadas ou rampas e a descarga (espaço entre a escada e o logradouro público ou área externa).

A Instrução Técnica nº 11 estabelece os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência, abordados nos subitens que seguem.

a) Cálculo da população

O cálculo da população é importante por fornecer dados para o dimensionamento das saídas de emergência, considerando a população máxima possível em cada pavimento da edificação, independente da população real existente em determinado momento. Neste cálculo são computados um coeficiente de pessoas por dormitório / área construída, que varia conforme o tipo de ocupação, de acordo com a Tabela 1 do Decreto Estadual nº 56.819/2011.

Para as edificações residenciais (Tipo A-1 e A-2), são consideradas duas pessoas por dormitório. No caso de apartamentos de até dois dormitórios, a sala é considerada como dormitório. Em apartamentos maiores, deve-se considerar, além da sala, outras dependências que podem ser utilizadas como dormitório. E, nos apartamentos sem divisão em planta, atualmente denominados como *studio*, considera-se uma população de uma pessoa a cada 6m<sup>2</sup>. A população e sua respectiva capacidade da unidade de passagem, para as edificações do tipo residencial são apresentadas na Tabela 2-6.

Tabela 2-6: Dados para o dimensionamento das saídas de emergência

Ocupação		População <sup>(A)</sup>	Capacidade da Unidade de passagem - UP <sup>(B)</sup>		
Grupo	Divisão		Acesso / descargas	Escadas / e rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório <sup>(C)</sup>	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(D)</sup>			

Fonte: adaptado de São Paulo, 2014a

Nota:

(A) Os parâmetros dados nesta Tabela são os mínimos aceitáveis para o cálculo da população.

(B) as capacidades das unidades de passagem (1 UP = 0,55 m) em escadas e rampas estendem-se para lanços retos e saída descendente;

(C) em apartamentos de até 2 dormitórios, a sala deve ser considerada como dormitório: em apartamentos maiores (3 e mais dormitórios), as salas, gabinetes e outras dependências que possam ser usadas como dormitórios (inclusive para empregadas) são considerados como tais. Em apartamentos mínimos, sem divisões em planta, considera-se uma pessoa para cada 6 m<sup>2</sup> de área de pavimento;

(D) Alojamento = dormitório coletivo, com mais de 10,00 m<sup>2</sup>

#### b) Dimensionamento das saídas de emergência

Os acessos às saídas de um pavimento devem ser dimensionados em função da população do pavimento em questão, enquanto as escadas, rampas e descargas devem ser dimensionadas para atender o pavimento de maior população, levando em consideração o sentido da saída.

O dimensionamento das saídas de emergência (acessos, escadas, descargas) é obtido pela seguinte fórmula (ABNT, 2001b):

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

Onde:

N = Número de unidades de passagem de 0,55 m, arredondado para número inteiro imediatamente superior.

P = População máxima possível no pavimento

C = Capacidade da unidade de passagem.

A NBR 9077/2001 indica o número mínimo de saídas de emergência exigidas para uma edificação variando com o tipo de ocupação, o qual é determinado pela sua altura, dimensão em planta e características construtivas. Para prédios de apartamento (A-2), com até quatro unidades por andar, é admitida uma única saída de emergência.

Para os casos onde existam mais de uma saída de emergência, estas devem atender a metragem total calculada, sendo aceito apenas o que for múltiplo de 0,55 (equivalente à uma unidade de passagem). Sempre respeitando a largura mínima da saída de emergência (acessos, escadas, rampas ou descargas), que é de 1,2 m (ABNT, 2001b).

A medida da largura das saídas deve ser feita em sua parte mais estreita e, apenas para as saídas com largura superior à 1,2 m são admitidas saliências de alisares, pilares e outros, desde que não possuam dimensões superiores à 25 cm de largura e 10 cm de profundidade, conforme ilustrado na Figura 2-6.

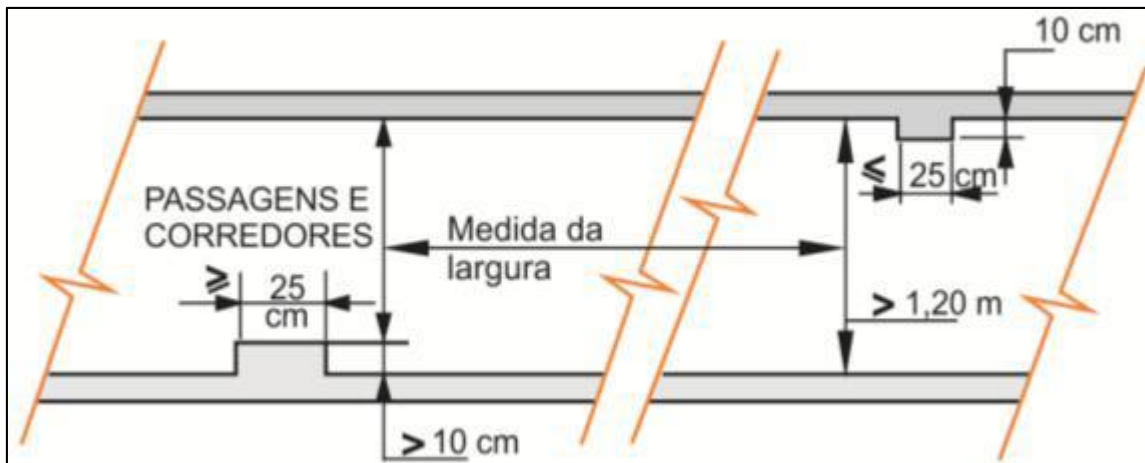


Figura 2-6: Medida da largura em corredores e passagens  
Fonte: São Paulo, 2014a

Os acessos das saídas de emergência devem permitir o escoamento fácil de todos os ocupantes da edificação e permanecer desobstruídas em todos os pavimentos, seu pé-direito, deve ter no mínimo de, 2,5 m de altura, com exceção de obstáculos representados por vigas, vergas de portas, entre outros, cuja altura mínima livre admissível é de 2,10 m.

Obstáculos verticais (alisares, colunas) e horizontais (vigas) devem ser sinalizados e iluminados (iluminação de emergência de balizamento) com indicação clara do sentido da saída, de acordo com o estabelecido na IT n° 18 (Iluminação de emergência) e na IT n° 20 (Sinalização de emergência).

c) Distâncias máximas a serem percorridas

Trata da distância máxima a ser percorrida entre o ponto mais afastado e o acesso à uma saída de emergência. Esta distância varia em função do tipo de ocupação, número de saídas de emergência e a existência de chuveiros automáticos de combate ao fogo. As distâncias máximas a serem percorridas são estabelecidas pela IT n° 11. A Tabela 2-7 apresenta as distâncias para ocupações residenciais, considerando uma ou mais saídas de emergência e a presença ou não de chuveiros automáticos.

Tabela 2-7: Distâncias máximas a serem percorridas

Grupo e divisão de ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
<b>A e B</b>	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m

Fonte: adaptado de São Paulo, 2014a

Nota:

(A) Sem detecção automática de fumaça (referência)

(B) Com detecção automática de fumaça

d) Portas

Segundo a norma estadual as portas das saídas de emergência e aquelas das salas com capacidade maior do que 100 pessoas, em comunicação com os acessos e descargas devem abrir no sentido do trânsito de saída. Tais portas devem ter as seguintes dimensões mínimas de largura:

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

- **2 m**, em duas folhas, valendo por **4** unidades de passagem.

A IT nº 11 define que portas com dimensão maior que 1,2 m deve ter duas folhas. E, se a dimensão da porta for maior ou igual a 2,2 m é necessária coluna central. As portas das antecâmaras das escadas à prova de fumaça e das paredes corta-fogo devem ser do tipo corta-fogo (PCF), providas de dispositivos mecânicos e automáticos, de modo a permanecerem fechadas, mas destrancadas no sentido do fluxo de saída, sendo admissível que se mantenham abertas desde que disponham de dispositivo de fechamento, quando necessário, conforme estabelecido na NBR 11742. A colocação de fechaduras com chave nas portas de acesso e descargas é permitida, desde que seja possível a abertura do lado interno, sem a necessidade de chave, admitindo-se que a abertura pelo lado externo seja feita apenas por meio de chave, dispensando-se maçanetas.

Cabe ressaltar que a IT nº 11 proíbe a utilização de peças plásticas em fechaduras, espelhos, maçanetas, dobradiças e outros, nas portas das rotas de saídas, entrada em unidades autônomas e salas com capacidade acima de 100 pessoas.

#### e) Escadas

As escadas podem ter diversas larguras, formas e degraus, porém qualquer escada de uma edificação deve ser incombustível, seus elementos estruturais devem oferecer resistência ao fogo (conforme IT nº 08/11), ser dotadas de guardas nos seus lados abertos, corrimãos em ambos os lados, ter pisos e patamares com condições antiderrapantes (e que permaneçam assim com o uso).

Para o correto dimensionamento de uma escada deve-se observar a largura da escada, altura e largura dos degraus, bocel e comprimento dos patamares, conforme apresentado na Figura 2-7. Os degraus devem ter altura  $h$  compreendida entre 16 cm e 18 cm, com tolerância de 0,5 cm. A largura dos degraus deve ser dimensionada pela fórmula de *Blondel*:

$$63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64 \text{ cm}$$

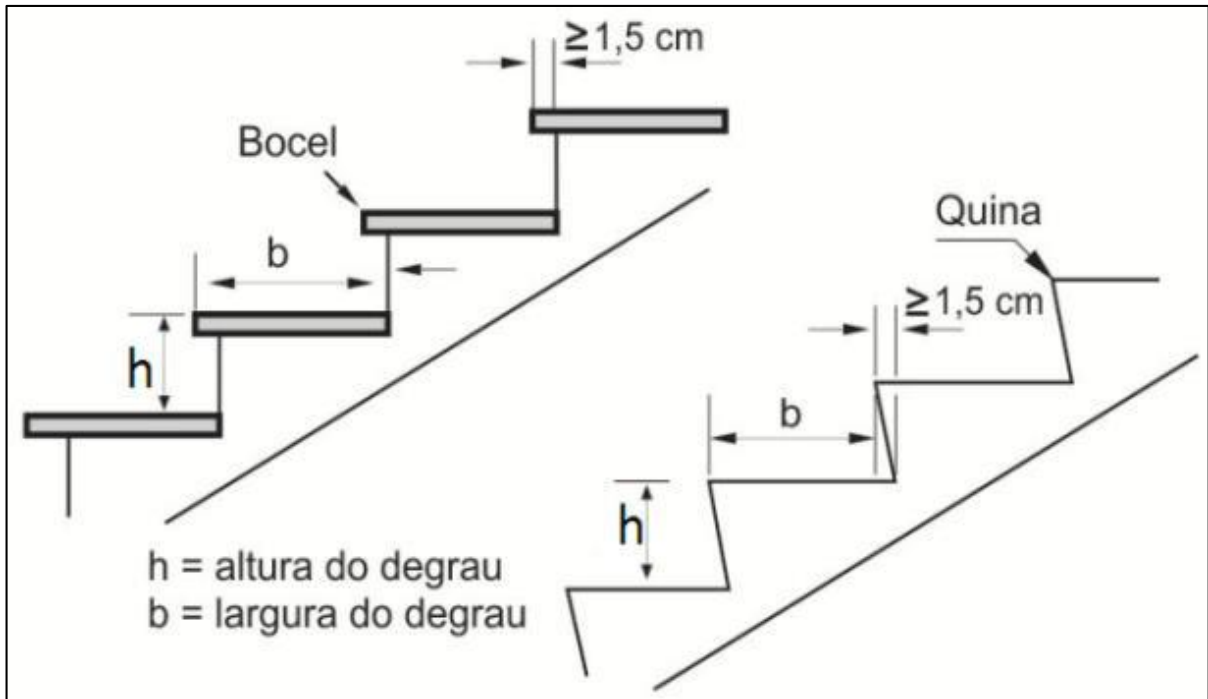


Figura 2-7: Altura e largura dos degraus  
Fonte: São Paulo, 2014a

O comprimento dos patamares é dado pela fórmula:

$$p = (2h + b)n + b$$

onde  $n$  é um número inteiro (1, 2 ou 3), quando se tratar de escada reta, medido na direção do trânsito.

Caso haja mudança na direção da escada sem degraus ingrauxidos (degrau de piso oblíquo, com uma extremidade maior que a outra, como uma escada em caracol), o patamar deverá ter comprimento mínimo igual à largura da escada. O lanço máximo, entre 2 patamares consecutivos, não deve ultrapassar 3,7 m de altura.

A IT nº11/2011 conceitua quatro tipos diferentes de escadas, permitidas em rotas de saídas de emergências:

- Escada enclausurada protegida (EP), cuja caixa de escada deve ser ventilada, com paredes resistentes ao fogo (mínimo de duas horas), dotadas de porta corta-fogo com resistência de 90 min;

- Escada enclausurada à prova de fumaça (PF), possuem caixa de escadas resistentes a 120 minutos de fogo, dotadas de portas corta-fogo (PCF 60), acesso por antecâmaras ventiladas,
- Escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada (PFP), possui características construtivas similares à escada enclausurada à prova de fumaça, com o diferencial de possuírem insufladores de ar, instalados em local protegido contra a ação do fogo e com fonte alimentadora própria de energia, que assegure um funcionamento para quando ocorrer falta de energia na rede pública. Estas escadas devem seguir as exigências da IT 13/11 – Pressurização de escada de segurança.
- Escada não enclausurada ou escada comum (NE), embora possa fazer parte de uma rota de saída, a mesma deverá possuir as mesmas características geométricas das escadas enclausuradas.
- Escada aberta externa (AE) é uma escada que tem sua projeção fora do corpo principal da edificação, isolada da fachada por parede resistente ao fogo (120 minutos), porta corta-fogo (PCF 90), dotadas de corrimão e guarda corpo.

f) Guarda corpo e corrimão

Conforme determina a IT nº 11, toda saída de emergência com desnível maior que 19 cm, ou seja, maior que um degrau, deverá ser protegida de ambos os lados por paredes ou guarda-corpos. Esta proteção, deve possuir, altura mínima de 1,10 m ao longo dos patamares, corredores, mezaninos e outros, e de 1,30 m para escadas abertas externas.

Em relação aos corrimãos, a norma cita que eles devem ser projetados, de forma que possam ser agarrados facilmente, permitindo um continuo deslocamento da mão ao longo de toda a sua extensão, sem encontrar quaisquer obstruções, arestas ou soluções de continuidade (SÃO PAULO, 2014a). Sua largura máxima não deve exceder 65 mm. Devem ser instalados com afastamento mínimo de 40 mm das paredes ou guardas à quais estão fixados, e a 92 cm acima do piso de acabamento. Os corrimãos de escadas devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares,

prolongando-se, sempre que possível a pelo menos 30 cm do início e término da escada com suas extremidades voltadas para a parede ou com solução alternativa.

Escadas com mais de 2,2 m de largura devem ter corrimão intermediário, no máximo, a cada 1,8 m. Observando que os lanços determinados pelos corrimãos intermediários devem ter, no mínimo, 1,1 m de largura.

A Figura 2-8 ilustra as dimensões de instalação para guarda e corrimãos.

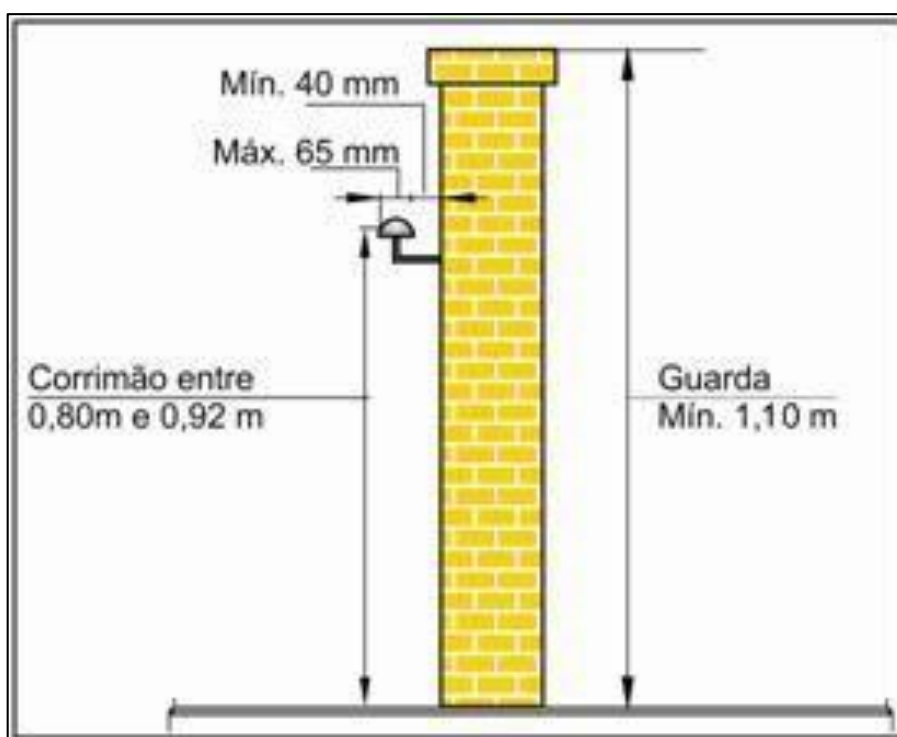


Figura 2-8: Dimensões de guardas e corrimãos  
Fonte: São Paulo, 2014a

#### 2.5.1.5. Brigada de incêndio

Segundo a NBR 14276 (Programa de brigada de incêndio), a brigada de incêndio compreende um grupo organizado de pessoas, voluntárias ou não, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção, abandono e combate a um princípio de incêndio e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida. No estado de São Paulo, a IT n° 17/2014 estabelece as diretrizes para formação de brigadas de incêndio e suas atribuições.



Às brigadas de incêndio, são imputadas ações de prevenção e de emergência, listadas na tabela a seguir.

Tabela 2-8: atribuições da brigada de incêndio

<b>Ações de prevenção</b>	<b>Ações de emergência</b>
Avaliação dos riscos existentes	Identificação da situação de perigo
Inspeção geral dos equipamentos de combate a incêndio	Alarme/abandono de área
Inspeção geral das rotas de fuga	Acionamento do Corpo de Bombeiros e/ou ajuda externa
Elaboração de relatório das irregularidades encontradas	Corte de energia
Participação nos exercícios simulados	Primeiros socorros
Orientação à população fixa e flutuante	Combate ao princípio de incêndio
Conhecer o plano de emergência da edificação	Recepção e orientação ao Corpo de Bombeiros

Fonte: São Paulo, 2014b

A composição da brigada de incêndio deve atender aos critérios estabelecidos na IT n° 17/2014, em relação às condições mínimas a serem atendidas pelos candidatos, assim como ao número mínimo de pessoas (Tabela A.1 – IT n° 17), dimensionado de acordo com o tipo de ocupação e a população, fixa e flutuante. A Instrução Técnica ainda determina treinamento mínimo dos brigadistas (TABELA B.2 – IT n° 17), o conteúdo programático (TABELA B.1 – IT n° 17).

Minimamente, a brigada de incêndio deve ser estruturada com os seguintes membros:

- Brigadistas: membros da brigada que executam as atribuições previamente determinadas;
- Líder: brigadista responsável pela coordenação e execução das ações de emergência em sua área de atuação (setor/pavimento / compartimento). Deve ser escolhido entre os brigadistas;
- Chefe da edificação ou do turno: brigadista responsável pela coordenação e execução das ações de emergência de uma determinada edificação da planta;

- Coordenador geral: responsável por todas as edificações que compõem uma planta.

## **2.5.2. Medidas de proteção ativa**

### **2.5.2.1. Sistema de detecção e alarme de incêndio**

O sistema de detecção e alarme de incêndio compreende um conjunto de dispositivos de detecção e de alarme, interligados entre si e à um sistema de processamento central, por linhas de comunicação. Os dispositivos de detecção podem ser do tipo manual ou automático e, quando acionados, comunicam-se com o sistema de processamento, que envia comando de acionamento aos dispositivos de alarme audiovisuais, para informar a situação de emergência (BRASIL, 2014).

O projeto e instalação do sistema de detecção e alarme de incêndio são regulamentados pelas NBRs 17240/2010, 7240-11/2012, 11836/1992, 9077/2001. No Estado de São Paulo também deve-se atentar ao Decreto Nº 56.819 e IT nº 19.

A exigência de alarme de incêndio para edificações deve ser observada na Tabela 8 da NBR 9077/2001, a qual leva em conta a dimensão em planta, altura, classe e grupo de ocupação.

De acordo com a IT nº 19, todo sistema deve ter duas fontes de alimentação, a principal (rede elétrica da edificação), e a auxiliar, alimentada por baterias ou gerador. Caso se opte por bateria, estas deverão ter autonomia mínima de 24 horas, em regime de supervisão e, no mínimo 15 minutos para suprimento da indicação sonora ou o tempo necessário para abandono da edificação.

A distância máxima a ser percorrida por uma pessoa, em qualquer ponto da área protegida até o acionador manual mais próximo, não deve ser superior a 30 metros, com exceção às edificações construídas antes de 20 de março de 1983, para estas, os acionadores manuais devem ser posicionados junto aos hidrantes.

### 2.5.2.2. Sistema de sinalização de emergência

A sinalização de emergência numa edificação tem múltipla finalidade. Ela serve como medida preventiva contra incêndio, ao alertar os diversos riscos existentes na edificação. Também tem a finalidade de indicar a localização dos equipamentos de combate ao incêndio e a função de orientar o acesso às rotas de fuga e saídas de emergência para abandono seguro da edificação em caso de sinistro (BRASIL, 2014).

A implantação do sistema de sinalização de emergência é regulamentada pelas normas ABNT NBR 9077/2001, que trata das saídas de emergência, ABNT NBR 13.434 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, publicada em três partes: Parte 1: Princípios de projeto; Parte 2: Símbolos e suas formas; Parte 3: Requisitos e Métodos de Ensaio, e pela IT n° 20/2011.

A sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores objetivamente definidos na Parte 2 da ABNT NBR 13.434 e não devem ser alterados, permitindo que os usuários possam facilmente reconhecê-los e interpretá-los em qualquer localidade.

A sinalização de emergência possui quatro categorias distintas: alerta; proibição; orientação e salvamento; equipamentos de combate a incêndio. A NBR 13.434 também define um padrão de forma e cor para estas categorias, Figura 2-9.


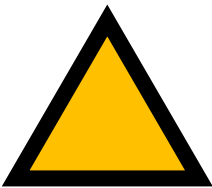




Categoria de sinalização			
Proibição	Alerta	Orientação e salvamento*	Equipamentos de combate a incêndio*
		 ou 	 ou 

Figura 2-9: Formas e cores por categoria de sinalização

Fonte: Arquivo Pessoal

\* a cor do símbolo para sinalização de orientação, salvamento e equipamentos deve ser branca e fotoluminescente

### 2.5.2.3. Sistema de iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência tem por finalidade iluminar as saídas de emergência, possibilitando a identificação de barreiras, obstáculos e quaisquer objetos que possam dificultar a fuga de uma edificação, em situação de emergência. Este sistema também deve iluminar os locais onde existam equipamentos de combate ao fogo de operação manual.

Sua instalação é regulamentada pela IT nº 18/2011, a qual faz referência às orientações constantes da NBR 10.898/1999. Cabe citar que esta norma foi atualizada em 2013, portanto deve-se utilizar como referência a última revisão.

A IT nº 18 determina que a distância máxima entre os pontos de iluminação de emergência não ultrapasse 15 m e, entre o ponto e a parede 7,5 m. O nível de iluminação mínimo é de 3 lux, em locais planos e 5 lux em locais com desnível (escadas e passagens com obstáculos). Ainda segundo esta Instrução Técnica, o Corpo de Bombeiros, em vistoria, pode exigir que os equipamentos utilizados na iluminação de emergência sejam certificados pelo Sistema Brasileiro de Certificação.

De acordo com o que estabelece a NBR 10.898/2013, dois métodos de iluminação de emergência são possíveis: a iluminação permanente, na qual a iluminação permanece ligada constantemente, sendo alimentada pela rede elétrica da concessionária e, em caso de desligamento desta é automaticamente comutada para a fonte de eletricidade alternativa; e a iluminação não permanente, que só é acionada no caso de desligamento da rede elétrica da concessionária. Em ambos os métodos, a iluminação de emergência deve ter autonomia de 2 horas, a fim de permitir uma saída eficiente para a população em caso de sinistro.

### 2.5.2.4. Sistema de extintores de incêndio

Extintores de incêndio são dispositivos utilizados como a primeira linha de combate à incêndios, e tem como finalidade extinguir ou controlar o início das chamas. Com exceção das residências unifamiliares, os extintores são obrigatórios em todos os tipos de edificação, mesmo caso existam outras medidas de proteção instaladas, por exemplo: chuveiros automáticos, hidrantes e mangueiras.

Os extintores são divididos em dois grupos: portáteis e sobre rodas. São ditos extintores portáteis aqueles que podem ser manuseados por uma única pessoa. Os extintores sobre rodas são equipamentos de maior capacidade extintora, montados sobre dispositivo de transporte com rodas, e cuja utilização requer mais de um operador.

O sistema de extintores de incêndio deve ser projetado e instalado de acordo com a IT nº 21:2001 e a NBR 12.693, considerando:

- Tipo de risco da edificação, conforme indicado na TABELA 3, anexa ao Decreto Estadual 56.819/2011, que os classifica em: baixo, médio ou alto, em função da carga de incêndio;
- Classe de fogo que pode ocorrer com maior frequência, no local a ser protegido pelo extintor. Desse modo deve-se escolher o agente extintor que melhor se aplica à situação. De modo geral, edifícios de apartamentos são protegidos por extintores aptos para fogos da classe A, B e C;
- Tamanho do princípio de incêndio que possa ocorrer e seu desenvolvimento de calor e fumaça;
- A distância máxima a ser percorrida, até o extintor.

Ainda segundo a Norma (ABNT, 2013), cada pavimento de uma edificação deve possuir no mínimo duas unidades extintoras, sendo uma para incêndio classe A e outra para incêndio classes B e C, ou duas unidades extintoras de pó ABC, com capacidade extintora 2-A:20-B:C. Também deve haver no mínimo um extintor de incêndio distante a não mais de 5 m da porta de acesso da entrada principal da edificação, entrada do pavimento ou entrada da área de risco.

Os extintores portáteis devem ser instalados no máximo a 1,60 m do piso (altura da alça de manuseio) e sua parte inferior deve estar no mínimo a 0,10 m do piso acabado, mesmo apoiado em suporte. Recomenda-se que os extintores sejam posicionados em local com baixa probabilidade do fogo bloquear seu acesso, seja visível nos campos

visuais, vertical e horizontal, através de sinalização de paredes e não sejam instalado em escadas.

O sistema de extintores de incêndios deverá passar por inspeções e manutenções periódicas conforme normas vigentes, observando período máximo entre inspeções de 6 meses para extintores com carga de CO<sub>2</sub> e 12 meses para os demais.

#### 2.5.2.5. Sistema de hidrantes ou mangotinhos

O sistema de hidrantes ou de mangotinhos é um sistema fixo de combate a incêndio, que compreende uma rede de tubulações fixas, com o intuito de levar água do reservatório até o ponto onde o fogo deve ser combatido, liberando um jato de água sobre o foco de incêndio. Este jato deve possuir vazão compatível ao risco do local que visa proteger, de forma a extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial.

Estes sistemas são classificados de acordo com o tipo de esguicho utilizado, (compacto ou regulável), diâmetro e comprimento máximo da mangueira, número de saídas e vazão no hidrante ou mangotinho menos favorável. A escolha do tipo de sistema aplicado varia em função da ocupação e uso da edificação.

A principal diferença entre os sistemas está no tipo de mangueira utilizada. O sistema de mangotinhos utiliza mangueira semirrígidas, enquanto os hidrantes são compostos por mangueiras flexíveis, que podem atingir maior comprimento, diâmetro e, conseqüentemente, maior vazão.

O sistema de hidrantes possui maior vazão e, conseqüentemente, maior capacidade de combate à incêndios. Contudo, eles possuem peças específicas que precisam ser montadas no momento do incêndio e, por isso, tornam sua utilização mais complexa. Além disso, por ser um equipamento de grandes pressões e vazões, requer, muitas vezes, mais de uma pessoa para operá-lo.

O sistema de mangotinho tem como vantagem a facilidade de utilização, pois permanece constantemente conectado ao seu esguicho e possui peso, diâmetro e vazão menores do que os hidrantes, o que possibilita a operação imediata por uma única pessoa, desde que essa tenha recebido um treinamento mínimo.

As desvantagens deste sistema são o maior custo por unidade, e o fato das conexões do mangotinho serem incompatíveis com as mangueiras utilizadas pelo Corpo de Bombeiros, sendo imprescindível uma tomada suplementar, acoplada por válvula de hidrante em cada ponto do sistema.

No Estado de São Paulo, o sistema de hidrantes ou mangotinhos é regulamentado pela IT nº 22, e pelas normas técnicas brasileiras citadas no item 3 desta Instrução Técnica. Estes sistemas de combate a incêndio são classificados em sistema tipo 1 (mangotinho) e sistemas tipo 2, 3, 4 e 5 (hidrantes), conforme especificado na TABELA 2 da IT nº 22.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso em tela foi desenvolvido para um condomínio exclusivamente residencial, multifamiliar e multipavimentado, constituído por quatro torres idênticas de vinte andares, com quatro apartamentos por pavimento (1° ao 20° andar), além dos equipamentos de lazer no pavimento térreo (no nível da rua): salão de festas, salão de jogos, quadra e parquinho. O condomínio conta ainda com três pavimentos de garagem, no subsolo. Mais detalhes do condomínio são apresentados na Tabela 3-1.

Tabela 3-1: Dados Gerais do conjunto residencial

Localização	Guarulhos/SP
Ano de construção	1980
Pavimentos residenciais (1° ao 20° andar)	287 m <sup>2</sup> por pavimento (4 x 68m <sup>2</sup> (apto) + 2 x 7,5 m <sup>2</sup> ( <i>hall</i> social) + 7,5 m <sup>2</sup> ( <i>hall</i> de serviço) 5.740 m <sup>2</sup> por prédio 22.960 m <sup>2</sup> total
Pavimento Térreo	5.325 m <sup>2</sup>
Subsolo 01 e 02 (garagem)	5.325 m <sup>2</sup> cada
Subsolo 03 (garagem)	3.195 m <sup>2</sup>
Área do terreno	5.775 m <sup>2</sup>
Altura entre descarga e último pavimento ocupado	60 m
Funcionários	15 (4 porteiros, 6 vigias, 3 faxineiros, 1 manutenção e 1 zelador)





Figura 3-1: Edificações do Conjunto Residencial  
Fonte: Arquivo pessoal

### 3.2. MATERIAIS UTILIZADOS

As atividades de vistoria das medidas de proteção contra incêndio foram realizadas com apoio dos seguintes equipamentos:

- Câmera fotográfica;
- Trena;
- Bloco de notas.

### 3.3. LEGISLAÇÃO E NORMAS OBSERVADAS

Para a comparação do sistema de proteção de incêndio do conjunto residencial objeto de estudo buscou-se amparo no Decreto Estadual nº 56.819/2011, o qual estabelece que para edificações anteriores à publicação do referido Decreto, desde que não tenha ocorrido aumento de área ou mudança de ocupação, aplicam-se as medidas de

segurança contra incêndio definidas pela IT n° 43, conforme disposto na TABELA 4 do Decreto supracitado.

Para edificações com altura superior a 12 m e área maior que 750 m<sup>2</sup>, como é o caso em tela, a IT n° 43 estabelece que estas devem possuir minimamente as seguintes medidas de segurança, consideradas básicas:

- Extintores de incêndio;
- Iluminação de emergência;
- Sinalização de emergência;
- Alarme de incêndio;
- Brigada de incêndio;
- Hidrantes;
- Saída de emergência.

Além das leis e normas citadas acima, para a análise do atendimento às medidas de segurança contra incêndios foram consultadas as normas indicadas a seguir.

Instrução Técnicas do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

- IT n° 11 - Saídas de emergência em edificações
- IT n° 14 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco
- IT n° 17 - Brigada de incêndio
- IT n° 18 - Iluminação de emergência
- IT n° 19 - Sistemas de detecção e alarme de incêndio
- IT n° 20 - Sinalização de emergência
- IT n° 21 - Sistema de proteção por extintores de incêndio
- IT n° 22 - Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio
- IT n° 43 - Adaptação às normas de Segurança contra Incêndio - Edificações existentes

Normas Técnicas:

- ABNT NBR 9.077/2001 – Saídas de emergência em edifícios
- ABNT NBR 12.693/2013 – Sistemas de proteção por extintor de incêndio

### 3.4. MÉTODO

Considerando as diretrizes estabelecidas pelas normas técnicas, a edificação foi analisada sob o ponto de vista do tipo de ocupação, da classe de incêndio e das suas dimensões.

Após esta etapa, realizou-se vistoria in loco e entrevista com o zelador e síndico para identificar os sistemas de proteção contra incêndios existentes nas edificações.

Por fim, sob a luz dos diplomas legais e das normas vigentes, analisou-se a situação constatada ante os requerimentos legais e normativos, cujo resultado é apresentado no Capítulo 4.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES**

#### **4.1.1. Classificação quanto à ocupação**

Conforme a TABELA 1 do Decreto Estadual nº 56.819/2011, edifícios de apartamento em geral, exclusivamente residenciais são classificados no grupo A, divisão A-2 - habitações multifamiliares.

#### **4.1.2. Classificação quanto à altura**

A definição da altura de uma edificação é estabelecida no art. 3, inciso I, do Decreto Estadual nº 56.819/2011, que estabelece, na alínea a, para fins de medidas de segurança contra incêndio, a altura deve ser medida entre piso mais baixo ocupado e o piso do último pavimento.

Dado que a ocupação dos quatro edifícios é uniforme e ocorre do primeiro ao vigésimo andar, a altura a ser considerada, para cada uma das torres é de 60 metros. Observando a TABELA 2, anexa ao Decreto Estadual nº 56.819/2011, cada uma das torres é classificada como tipo VI – edificação alta (acima de 30m).

#### **4.1.3. Classificação quanto à carga de incêndio**

A Instrução Técnica nº 14/2011 - Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco, em seu anexo A, apresenta tabela classificatória da carga de incêndio relativa à ocupação/uso, para edificações do tipo A-2 (edifícios de apartamentos em geral) a carga de incêndio é definida em 300 MJ/m<sup>2</sup>, tido como de risco Baixo, pela definição constante no Decreto Estadual nº 56.819/2011 (TABELA 3).

#### **4.1.4. Cálculo da população**

A população deve ser calculada conforme as instruções indicadas na TABELA 1, anexo A, da IT nº 11/2014, que para edificações do grupo A-2 considera a ocupação

de duas pessoas por dormitório e, no caso de apartamentos de até 2 dormitórios, a sala deve ser considerada como dormitório.

Cada pavimento dos edifícios em estudo é constituído por um conjunto de quatro apartamentos de dois dormitórios. Assim de acordo com a regra estabelecida, a ocupação, por pavimento, é de 24 habitantes. Portanto, cada edifício possui população potencial de 480 hab., totalizando 1920 habitantes de capacidade máxima para o conjunto residencial.

## 4.2. DETALHAMENTO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

### 4.2.1. Extintores de incêndio

Cada pavimento dos edifícios possui duas unidades extintoras de incêndio portáteis, de pressurização direta, sendo um extintor com carga d'água e capacidade extintora 2-A (10 L) e outro extintor com carga pó BC, de capacidade extintora 20-B:C (4 kg). As duas unidades se localizam no hall de serviço, ao lado da saída de serviço dos apartamentos, sua instalação segue as orientações da IT nº 21 e NBR 12.693, estando ambos fixados à 1,6 m do piso, com sinalização em altura superior à 1,8 m, distante menos de 5 metros da saída de emergência e abaixo da distância máxima de caminamento para unidades de risco baixo (25 metros), como ilustra a Figura 4-1.

Nos pavimentos de garagem existem um conjunto composto por dois extintores (um 2-A e outro 20-B:C) próximo as escadas de emergência.

Em vistoria, observou-se que todos os extintores aparentam boas condições de uso, possuem selo de certificação do Inmetro, estão dentro do prazo de validade da carga e de garantia de funcionamento.



Figura 4-1: Unidades extintoras dos pavimentos de apartamento

Fonte: Arquivo Pessoal

Ao todo, o condomínio possui 188 unidades extintoras de incêndio, das quais 160 estão distribuídas nos *halls* de serviço dos apartamentos, 8 (4 2-A e 4 20-B:C) nos pavimentos térreos dos prédios e 20 nos pavimentos de garagem. Para atender o padrão de distância máxima de caminhada (25 m para risco baixo), são necessários mais 16 extintores nos pavimentos de garagem.

Por ser um equipamento compacto, leve e de fácil manuseio, os extintores de incêndio constituem um importante instrumento no combate ao princípio de incêndios. Portanto, recomenda-se que o condomínio instale 16 extintores de incêndio nos pavimentos de garagem, a fim de atender ao padrão de caminhada de 25 metros, estabelecido para edificações de baixo risco.

#### 4.2.2. Iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência do conjunto residencial opera no sistema de iluminação não permanente, alimentado por baterias, as quais são acionadas automaticamente em caso de falha no fornecimento de energia elétrica da concessionária.

Cada ponto de luz é constituído por uma lâmpada fluorescente de 15 W ou incandescente de 60 W, disposta em luminária de alumínio, com proteção de acrílico. Apesar de não ter sido feita medição do nível de luz, por experiência relatada, sabe-se que há deficiência na iluminação. Como pode ser observado na Figura 4-2, o ponto de iluminação fica instalado sobre o patamar da escada, em posição que ilumina diretamente um lanço de degraus (à esquerda da figura), enquanto o outro lanço recebe iluminação indireta, refletida pelas paredes e teto, portanto infere-se que há uma incidência muito menor de luz naquele local.

A distância percorrida entre dois pontos de luzes é cerca de 5,3 m, abaixo dos 15 m determinados pela norma (IT n° 18). As luminárias não possuem certificação do Inmetro e tem a mesma idade da edificação, final da década de 1970. Ademais, não há iluminação indicando as rotas e saídas de emergência, nem os equipamentos de combate à incêndio do prédio.

A iluminação adequada da rota de fuga é fundamental para evacuação segura do edifício. Além do aclaramento, ela deve indicar o sentido de fluxo, mudanças de direção, obstáculos e os equipamentos de proteção contra incêndio. Recomenda-se que o sistema seja trocado por outro mais moderno e que atenda plenamente aos requisitos legais.



Figura 4-2: Sistema de iluminação de emergência  
Fonte: Arquivo Pessoal

### 4.2.3. Sinalização de emergência

A edificação conta apenas com sinalização de emergência de alerta (na entrada da casa de máquinas) e de equipamento de combate a incêndio (hidrantes e extintores). De acordo com a IT n° 20/2011 é necessária à instalação de sinalização de orientação e salvamento, indicando a rota de fuga, como ilustra a Figura 4-3.

A sinalização de emergência tem por objetivo indicar, visualmente, a melhor conduta a se tomar perante um momento crítico, como no caso de um incêndio. Na situação atual, uma pessoa que não conheça o conjunto residencial, ou mesmo uma pessoa desorientada pela situação de perigo, por exemplo, pode ter dificuldade em se dirigir à saída de emergência. Desta maneira, considera-se imprescindível a implantação de sinalização de orientação e salvamento.

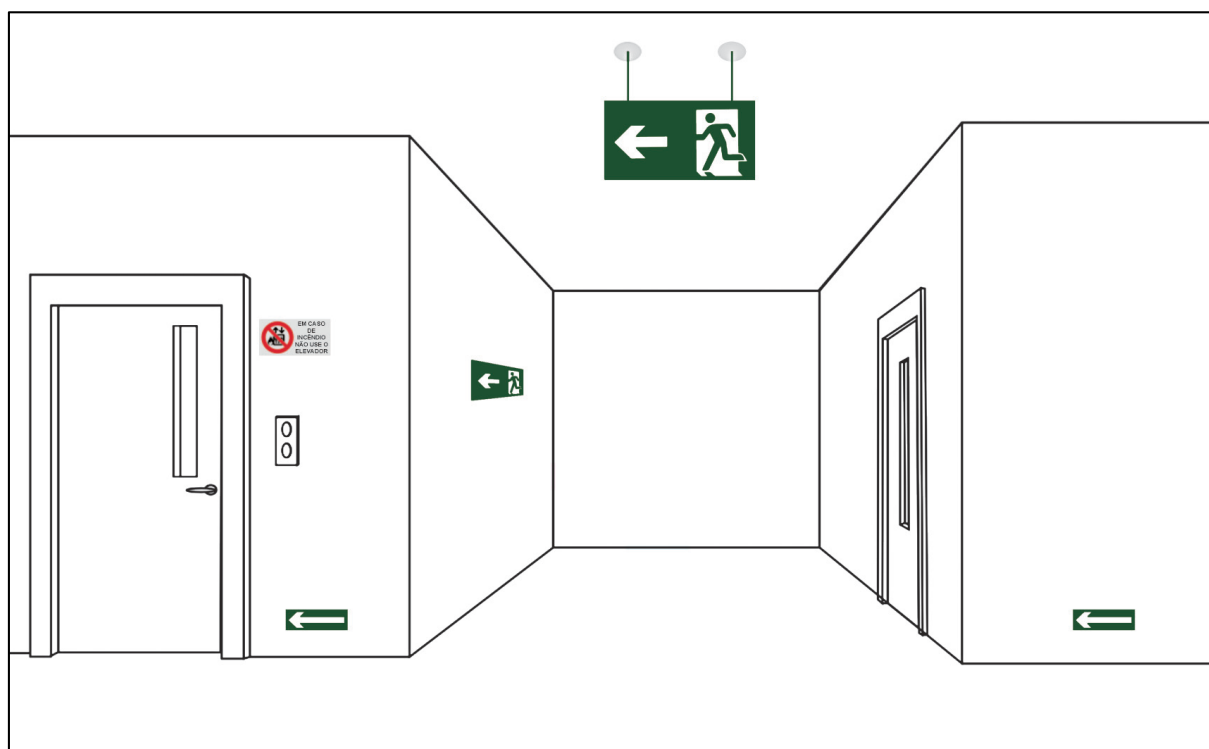


Figura 4-3: Sinalização de saída no sentido da fuga  
Fonte: IT n° 20/2011

### 4.2.4. Alarme de incêndio

O condomínio não possui alarme de incêndio. Por se tratar de edificação existente, onde não houve aumento de área, altura ou mudança de ocupação, a IT n° 43/2011, em seu item 7.7.1 indica que deve-se adotar a legislação vigente à época. Como em



1980 não havia esta obrigação, a situação está regular, no entanto, considerando a altura dos prédios, que não há compartimentação entre os pavimentos e, que o tempo de resposta é o principal elemento quando se considera a evacuação em uma situação de emergência, recomenda-se que seja instalado um sistema de alarme de incêndio conforme indicado pela IT n° 19 ou, minimamente seja adaptado o sistema de interfone para que o mesmo possa receber um alerta, identificar o pavimento de origem, e replicar um aviso sonoro diferenciado em todos os apartamentos, automaticamente, em caso sinistro.

#### **4.2.5. Brigada de incêndio**

O condomínio não possui brigada de incêndio. De acordo com a TABELA A.1 da IT n° 17/2014, dada a classificação da ocupação (A-2), e grau de risco baixo, o condomínio deve estabelecer brigada de incêndio, com nível básico de treinamento, compreendendo 80% do corpo funcional da edificação, mais um morador ou seu funcionário, por pavimento.

O condomínio conta com 15 funcionários, dos quais 12 devem compor a brigada, respeitando a homogeneidade de brigadistas entre os turnos. Por parte da população fixa da edificação, a brigada deve ser composta por 80 moradores, ou seus funcionários, totalizando 92 brigadistas.

A formação da brigada de incêndio tem baixo custo, uma vez que é formado pela própria população do condomínio e o investimento é, em sua maior parte, relacionado ao treinamento, que para o caso em questão é de nível básico. Em contrapartida este grupo presta importantes serviços de prevenção e atendimento à emergência. Como exemplo de prevenção citam-se: inspeção periódica dos equipamentos de combate a incêndio e rotas de fuga; avaliação dos riscos existentes; e orientação à população do local. Em relação às ações de emergência, eles são treinados para: combate ao princípio de incêndio, estando aptos a operar os hidrantes; corte de energia; alerta e orientação ao abandono do edifício; primeiros socorros; entre outros.

Considerando a relevância e importância dos serviços prestados, além do custo reduzido, recomenda-se a instauração imediata de brigada de incêndio, a qual auxiliará na implantação das demais medidas de proteção necessárias.

#### **4.2.6. Hidrantes**

O condomínio possui hidrantes instalados no *hall* de serviço de todos os andares pares e nos três pavimentos de garagem, também na proximidade do elevador de serviço. Cada uma das edificações possui 10 pontos de hidrantes, distribuídos no hall de serviço dos pavimentos de número par, incluindo o térreo.

O sistema de hidrantes é do tipo 2, cada ponto possui mangueira (40 DN e 45 m de comprimento), esguicho regulável (40 mm) e chave para acoplagem rápida. As mangueiras de incêndio têm comprimento suficiente para atender o ponto mais distante dos pavimentos atendidos. Cada torre possui dois reservatórios elevados de 25.000 L, totalizando 50.000 L.

Face ao exposto, observa-se que o sistema de hidrantes instalado no condomínio atende ao disposto na IT nº 43 e IT nº 22.

Em vistoria, observou-se que em alguns hidrantes faltam mangueira, esguicho regulável e chave para acoplagem rápida. Segundo funcionário do condomínio, este problema é recorrente, pois não há vigilância contínua em todos os pontos de hidrante, o que facilita o furto.

É importante que os componentes subtraídos dos pontos de hidrante sejam repostos e que sejam tomadas medidas para conter o furto dos equipamentos, pois este sistema não pode ser acionado na ausência de qualquer peça do equipamento.

Cabe também considerar a troca do sistema de hidrantes por mangotinhos. Apesar de não ser prioritário e envolver um alto custo, a troca pelo sistema de mangotinhos tem como vantagem a facilidade de uso, pois é mais leve, pode ser manuseado por uma única pessoa, a mangueira não precisa ser totalmente desenrolada e está sempre pronto para uso.

#### **4.2.7. Saída de emergência**

A saída de emergência dos apartamentos é feita pelo *hall* de serviço, que funcionam como corredor de acesso às escadas. Eles possuem largura de 2,1 m, pé direito de

2,75m, não possuem desnível ou obstrução, portanto atende à NBR 9077/2011 e a IT nº 11/2014.

Os edifícios possuem escada não enclausurada, com 1,12 m de largura, lanço de 16 degraus, intercalado por um patamar de mesma largura que a escada. O pé direito, no seu ponto mais baixo é de 2,75m, a altura dos degraus é 17,5 cm e sua profundidade 20 cm. A largura da escada não atende à IT nº 11, que define a largura mínima em 1,2 m, no entanto, a IT nº 43 diz que nestes casos, a lotação do pavimento deve ser limitada ao resultado do cálculo da largura da escada. A largura da escada equivale à duas Unidades de Passagem que, de acordo com a TABELA 1 (IT nº 11), suportam uma população de 90 pessoas, valor muito maior que a população de fato (24 habitantes por pavimento).

As escadas são dotadas de corrimãos metálicos, de seção retangular de 40 mm, instalados em ambas paredes, com afastamento de 4 cm, e altura de 90 cm do piso. Contudo, não há corrimão nos patamares, o que contraria a IT nº 11. A falta de continuidade dos corrimãos, nos patamares, aumenta o risco de queda, principalmente para as pessoas de mobilidade reduzida.

A saída dos prédios (descarga) possui 2,00 m de largura, com portas de vidro temperado de duas folhas que abrem em sentido oposto ao fluxo. Esta configuração, além de contrariar os requisitos normativos aumenta o risco de acidentes, em uma eventual situação de emergência. A inversão do sentido de abertura das portas é uma medida simples, barata, que pode ser feita rapidamente.

Além das adequações já citadas, para atender às normas vigentes e garantir a segurança da edificação será necessária a instalação de piso ou fita antiderrapante nos degraus das escadas, de faixas reflexivas ao longo da rota de fuga e a sinalização orientativa da saída de emergência.

## 5. CONCLUSÕES

Como conclusão, tem-se que os objetivos deste trabalho foram alcançados. A ampla revisão bibliográfica forneceu os subsídios necessários para a identificação e análise crítica das medidas de prevenção contra incêndio, e possibilitaram a sugestão de soluções.

Os resultados apresentados indicam uma série de não conformidades nas medidas de segurança contra incêndios existentes no conjunto residencial analisado.

Das medidas de combate ao fogo, constatou-se deficiência no número de extintores nos pavimentos de garagem e a falta de peças (mangueiras, chaves de acoplagem e esguicho regulável) em alguns dos pontos de hidrante. Portanto, recomenda-se a instalação de mais extintores, a aquisição de novos equipamentos para os hidrantes e a proteção destes contra vandalismos e furto. Vale também considerar a troca do sistema de hidrantes por mangotinhos, por ser mais ágil e fácil de utilizar.

A iluminação de emergência opera com equipamento muito antigo, não certificado pelo órgão competente (Inmetro), e sua eficiência é questionável, sendo recomendável sua substituição por sistema mais moderno e de maior confiabilidade. Também é recomendável que sejam instaladas mais luminárias nas escadas, de maneira a melhorar a iluminação da saída de emergência.

No que tange as saídas de emergência, constatou-se que não há continuidade dos corrimãos nos patamares das escadas, ausência de material antiderrapante nos pisos, ausência de sinalização das rotas de fuga e que as portas das saídas dos edifícios abrem no sentido contrário ao fluxo. Esta situação é preocupante, pois em caso de emergência haverá dificuldade no abandono da edificação, especialmente por pessoas de mobilidade reduzida. Para corrigir esta situação, recomenda-se: a adaptação dos corrimãos, para garantir sua continuidade por toda a escada; a instalação de sinalização da rota de fuga (placas orientativas e sinalização fotoluminescente na lateral dos degraus); instalação de fitas antiderrapantes no piso das escadas, e a adequação das portas da saída dos edifícios, para elas abram no sentido do fluxo. Estas medidas são rápidas e fáceis de se implantar, e aumentam consideravelmente a segurança da edificação.

Outro ponto importante observado é que, mesmo sendo classificada como edificação alta, o condomínio não conta com alarme e tão pouco com uma brigada de incêndio, o que é muito preocupante, pois o tempo de reação à uma emergência é um dos fatores fundamentais para o sucesso do abandono seguro da edificação e para ações de combate e controle do princípio de incêndio. Para mitigar esta situação, recomenda-se que o sistema de interfones seja adaptado para atuar como alarme de emergência e que seja instituída a brigada de incêndio, composta por moradores e funcionários do condomínio.

Por fim, recomenda-se a divulgação deste trabalho aos moradores do condomínio, para que eles tomem conhecimento sobre os riscos de incêndio aos quais estão expostos, as medidas necessárias para diminuir estes riscos e os procedimentos que devem ser tomados para a regularização da edificação.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. M. S de. **Incêndio em edificações históricas: um estudo sobre o risco global de incêndio em cidades tombadas e as suas formas de prevenção, proteção e combate.** A metodologia aplicada à cidade de Ouro Preto. Niterói, RJ, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense. 219p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9.077. **Saídas de emergência em edifícios.** Rio de Janeiro, 2001b.

\_\_\_\_\_. NBR 12.693. **Sistemas de proteção por extintor de incêndio.** Rio de Janeiro, 2013.

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

BARANOSKI, E. LUIZ. **Análise do risco de incêndio em assentamentos urbanos precários:** diagnóstico da região de ocupação do Guarituba - Município de Piraquara-Paraná. Curitiba, 2008.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança contra Incêndio em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** Brasília, 2014.

BRENTANO, T. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações.** 3ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndio ao projeto de edificações.** 2º ed. Porto Alegre: T Edições, 2010

BRENTANO, T. **A segurança contra incêndio nas edificações.** Porto Alegre: [s.n.], 2013.

CAMPOS, A. T.; CONCEIÇÃO, A. L. S. **Manual de segurança contra incêndio e pânico:** Proteção passiva. Brasília: Corpo de Bombeiros, 2006.

USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo / Programa de Educação Continuada. **Proteção Contra Incêndios e Explosões:** Parte A. São Paulo: USP, 2013.

FAGUNDES, F. **Plano de prevenção e combate a incêndios: estudo de caso em edificação residencial multipavimentada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Santa Rosa, 2013.

FRITSCH, F. **Gestão de projetos no âmbito da prevenção contra incêndio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Santa Rosa, 2012.

Fundação Osvaldo Cruz (Fiocruz). **Laboratório Virtual: Fogo**. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/fogo.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/fogo.html)>. Acesso em: 10 fev. 2015.

GOUVEIA, A. M. C. DE; ETRUSCO, P. **Tempo de escape em edificações: os desafios do modelamento de incêndio no Brasil**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 55, n. 4, p. 257–261, 2002.

GOUVEIA, A. M. C. **Apostila do curso de Introdução à Engenharia de Incêndio**. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG. 2003.

IBAPE/SP. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção Predial Inspeção Predial**. São Paulo: IBAPE, 2013.

MAZZONI, F. **Simulação computacional de incêndios**: Aplicação no caso do condomínio edifício Cacique em Porto Alegre-RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Engenharia Civil, 2010.

REZENDE, M. F. **Análise do risco global de incêndio em edifícios hospitalares**: diagnóstico de risco da santa casa de misericórdia de São João Del Rei/MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação). Universidade Federal de Ouro Preto – Departamento de Engenharia Civil, 2008.

RIO DE JANEIRO. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Praças. **Manual de Prevenção e combate a incêndio**. Rio de Janeiro, 2008.

ROMANI, R; YANAGIARA, J. I. **Modelagem e simulação de incêndio em ambientes confinados**. In: Encontro Nacional de Modelos de Simulação de Ambientes. São Paulo, 1995. Artigo Técnico.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 56.819, de 10 de março de 2011.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 11 de março de 2011. Seção 1, p. 1.

São Paulo. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 02. **Conceitos básicos de proteção contra incêndio.** São Paulo, 2011a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 11. **Saídas de emergência em edificações.** São Paulo, 2014a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 14. **Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 17. **Brigada de incêndio.** São Paulo, 2014b.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 18. **Iluminação de emergência.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 19. **Sistemas de detecção e alarme de incêndio.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 20. **Sinalização de emergência.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 21. **Sistema de proteção por extintores de incêndio.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 22. **Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 43. **Adaptação às normas de Segurança contra Incêndio: Edificações existentes.** São Paulo, 2011.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 484



SECCO, O. **Manual de Prevenção e de Combate a Incêndio**. 3 ed. São Paulo: Ed. Associação Brasileira de Prevenção de Acidentes, 1982. 406 p.

SILVA, V. P et al. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2010.