

PROBLEMÁTICA DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS ALTOS

ROGÉRIO DUARTE • ROSARIA ONO • SILVIO BENTO

versão digital

[Ir para o sumário](#)



Bem-vindo ao livro


“Problemática de Incêndio em Edifícios Altos”

versão digital

É possível ler ou imprimir as páginas, mas não é possível editá-las ou modificar seu conteúdo.

Este LIVRO é um arquivo PDF interativo, portanto as páginas que o constituem são conectadas entre si por *links* que facilitam a navegação.

Como “navegar” no livro:

- Estando na capa, o Sumário poderá ser acessado clicando-se em: **Ir para o Sumário**.
- Estando no “Sumário” qualquer um dos Capítulos poderá ser acessado diretamente, clicando-se no título ou número da página correspondente ao que deseja acessar.
- Para regressar ao passo anterior de sua navegação, no Acrobat Reader (para PC) basta ir clicando nas teclas **ALT** e  quantas vezes for necessário para voltar nas páginas já visitadas. Se este comando não funcionar em seu equipamento, favor consultar o manual do aplicativo que estiver em uso.
- Para retornar ao “Sumário” deve-se ir para a página 8. Para tanto, no Acrobat Reader (para PC), deve-se pressionar **CTRL + SHIFT + N**, digitar “8” e dar **ENTER**. Alternativamente, pode-se ir para a capa pressionando a tecla **HOME** e depois clicando no botão **Ir para o Sumário**. Novamente, se este comando não funcionar em seu equipamento, favor consultar o manual do aplicativo que estiver em uso.

BOA NAVEGAÇÃO!

APROVEITE!

Sobre esta edição

(revisão 1 de 26/03/2021)

- Esta é a versão digital do livro impresso de mesmo nome
- A versão digital tem o ISBN 978-65-5872-074-4
- A versão impressa tem o ISBN 978-65-5872-075-1
- A numeração de páginas é a mesma nas duas versões

Rogério Bernardes Duarte
Rosaria Ono
Silvio Bento da Silva

PROBLEMÁTICA DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS ALTOS

São Paulo – 2021

“A coragem é a primeira das qualidades humanas,
porque é a qualidade que garante as demais”.

Winston Churchill

Copyright © 2021 por Rogério Bernardes Duarte, Rosaria Ono e Silvio Bento da Silva

Arte da Capa

Priscila Aline Raysel de Souza

Imagens utilizadas na capa

- 1) Imagem de ArtTower – Pixabay (2017);
- 2) Imagem de Николай Егoшин – Pixabay (2020);
- 3) Imagem de ArtTower – Pixabay (2019).

Projeto Gráfico e Edição de Arte

Iberê M. Campos

Autores

Rogério Bernardes Duarte
Rosaria Ono
Silvio Bento da Silva

Equipe da Firek

Natalia de Sá
Priscila Aline Raysel de Souza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D812p Duarte, Rogério Bernardes, 1964-
Problemática de incêndio em edifícios altos [livro eletrônico] /
Rogério Bernardes Duarte, Rosaria Ono, Silvio Bento da Silva. – São
Paulo, SP: Ed. do Autor, 2021.
178 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5872-074-4

1. Construções civis – Medidas de segurança. 2. Edifícios altos –
Medidas de segurança. 3. Incêndio – Prevenção. I. Ono, Rosaria,
1965-. II. Silva, Silvio Bento da, 1959-.

CDD 331.823

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Índice para catálogo sistemático:

1. Combate a Incêndio em Edifícios Altos
2. Prevenção Contra Incêndios
3. Segurança Contra Incêndio

VENDA PROIBIDA

É permitida a reprodução total ou parcial deste livro, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte. Seu conteúdo foi desenvolvido, buscando o estado da arte, sob responsabilidade de seus autores, não representando a opinião dos apoiadores e patrocinadores.

PATROCÍNIO



PATROCINADORES

<p>AMBIPAR RESPONSE/WILLIANS FIRE & HAZARD CONTROL Av. Pacaembu, 1.088 - Pacaembu - São Paulo/SP CEP: 01234-000 Tel: (11) 3526-3526 vendas@ambipar.com www.ambipar.com</p>	<p>AUREON Aureon Ind.e Com. de Equipamentos Eletrônicos Ltda Rua Atílio Piffer, 125/135 - Casa Verde - São Paulo/SP CEP: 02516-000 Tel: (11) 3966-6211 vendas@aureon.com.br www.aureon.com.br</p>
<p>CKC DO BRASIL - Proteção Passiva Contra o Fogo CKC do Brasil Ltda Rua das Rosas, 300 - Mirandópolis - São Paulo/SP CEP: 04048-000 Tel: (11) 5584-6380 atendimento@ckc.com.br / rogerio.lin@ckc.com.br www.ckc.com.br</p>	<p>FOGO ZERO FZ Prevenção Comércio, Imp. e Exp. de Artigos de Seg. Ltda Av. Paulista, 807 - Bela Vista - São Paulo/SP CEP: 01311-100 Tel: (11) 3500-8087 / (47) 98411-8700 (WhatsApp) vendas@fogozero.com.br www.fogozero.com.br</p>
<p>ISB Instituto Sprinkler Brasil Av. Pres. Juscelino Kubitschek, 1.455 - 4º And. - V. N. Conceição - São Paulo/SP CEP: 04543-011 Tel: (11) 2124-3724 comunicacao@sprinklerbrasil.org.br www.sprinklerbrasil.org.br</p>	<p>LUMINSTANT Produtos e Serviços Fotoluminescentes CERTIFICADOS Campos Valentim Indústria, Comércio e Serviços Ltda Rua Madalena de Madureira, 245 - Limão - São Paulo/SP CEP: 02551-040 Tel: (11) 3858-0793 / 3965-2421 / 97429-4253 (WhatsApp) campos.valentimbr@gmail.com www.luminstant.com.br</p>
<p>QUEBECK Quebeck Automação e Controle Rua Paracatú, 309 - 4º And. - Saúde - São Paulo/SP CEP: 04302-020 Tel: (11) 5585-2766 quebeck@quebeck.com.br www.quebeck.com.br</p>	<p>REMONATO ENGENHARIA Remonato Engenharia Contra Incêndio EIRELI Rua Terra Rica, 514 - Emiliano Perneta - Pinhais/PR CEP: 83324-195 Tel: (41) 3077-7674 monica@remonato.eng.br www.remonato.eng.br</p>
<p>RESGATÉCNICA Resgatécnic Equipamentos para Resgate e Salvamento Rua Urano, 77 - Santa Lúcia - Belo Horizonte/MG CEP: 30350-580 Tel: (31) 3290-2300 contato@resgatecnica.com.br www.resgatecnica.com.br</p>	<p>RR ENGENHARIA Rua Valença, 284 - Palmeiras de São José - São José dos Campos/SP CEP: 12237-824 Tel: (12) 3207-6477 / (12) 3939-3848 contato@rrincendio.com.br www.rrincendio.com.br</p>
<p>THORUS ENGENHARIA Projetos de Engenharia para Construtoras Rua Doutor João Colin, 1.872 - Sala 32 - América - Joinville/SC CEP: 89204-000 Tel: (47) 3043-6643 contato@thorusengenharia.com.br www.thorusengenharia.com.br</p>	

APOIO INSTITUCIONAL



APOIADORES INSTITUCIONAIS

<p>ABPP Associação Brasileira de Proteção Passiva Contra Incêndio Av. das Nações Unidas, 8.501 - 17º And. - Pinheiros - São Paulo/SP CEP: 05425-070 Tel: (11) 3434-6610 atendimento@abpp.org.br www.abpp.org.br</p>	<p>CB-24/ABNT Comitê Brasileiro de Seg. Contra Incêndio da ABNT Praça Clóvis Bevilácqua, 421 - 3ª SL - Sé - São Paulo/SP CEP: 01018-001 Tel: (11) 3396-2324 cb-024@abnt.org.br www.abnt.org.br/cb-24</p>
<p>REVISTA CIPA & INCÊNDIO Cipa Fiera Milano Publicações e Eventos Ltda Av. Angélica, 2.491 - 20º And. - Cj. 203/204 - Consolação - São Paulo/SP CEP: 01227-200 Tel: (11) 5585-4355 redacao@fieramilano.com.br www.fieramilano.com.br / www.revistaincendio.com.br</p>	<p>ELFIRE Elfire Equipamentos de Segurança Ltda - EPP Av. Reg. Feijó, 944 - Vila Formosa - São Paulo/SP CEP: 03342-000 Tel: (11) 3280-8097 contato@elfire.com.br www.elfire.com.br</p>
<p>REVISTA EMERGÊNCIA Proteção Publicação e Eventos Ltda Rua Domingos de Almeida, 218 - Centro - Novo Hamburgo/RS CEP: 93510-100 Tel: (51) 2131-0400 agusmao@protecao.com.br www.revistaemergencia.com.br</p>	<p>FIREK Firek Segurança Contra Incêndio Ltda Rua Des. Eurípedes Queiroz Do Valle, 640 - Lj. 01 - Jd. Camburi - Vitória/ES CEP: 29090-090 Tel: (27) 3237-1358 firek@firek.com.br www.firek.com.br</p>
<p>FUNDABOM Fundação de Apoio ao Corpo de Bombeiros da PMESP Rua Anita Garibaldi, 25 - Sé - São Paulo/SP CEP: 01018-020 Tel: (11) 3101-0974 / (11) 3101-1772 (WhatsApp) contato@fundabom.org.br www.fundabom.org.br</p>	<p>GSI Grupo de Fomento à Segurança Contra Incêndio Rua do Anfiteatro, 181 - Colmeia, Favo 11 - Cid. Univ. - São Paulo/SP (NUTAU-USP) CEP: 05508-060 nutaugsi@usp.br www.gsi-incendio.com.br</p>
<p>ISB Instituto Sprinkler Brasil Av. Pres. Juscelino Kubitschek, 1.455 - 4º And. - V. N. Conceição - São Paulo/SP CEP: 04543-011 Tel: (11) 2124-3724 comunicacao@sprinklerbrasil.org.br www.sprinklerbrasil.org.br</p>	<p>LIGABOM Cons. Nac. dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil Rod. Papa João Paulo II, 4.143 - 5º And. - Prédio Minas - Serra Verde - Belo Horizonte/MG CEP: 31630-900 Tel: (31) 3915-7525 secretarialigabom@gmail.com</p>
<p>SEE Sociedade Espírito-Santense de Engenheiros Praça Getúlio Vargas, 35 - Ed. Jusmar - Sala 113 - Centro - Vitória/ES CEP: 29010-925 Tel: (27) 3223-0322 contato@see.org.br</p>	

SUMÁRIO

SOBRE OS AUTORES / PREFACIADOR	13
PREFÁCIO	14
NOTA DOS AUTORES	16
INTRODUÇÃO	18
1 - INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS ALTOS NO MUNDO	20
2 - PROBLEMAS ESPECÍFICOS	30
2.1 Localização do fogo	30
2.1.1 Falha humana.....	30
2.1.2 Falha de dispositivo	30
2.1.3 Evidência física.....	30
2.2 Acesso ao edifício	31
2.2.1 Acesso normal	31
2.2.2 Aproximação ao pavimento do incêndio	31
2.3 Controlando a expansão da fumaça.....	33
2.3.1 Expansão vertical da fumaça.....	33
2.3.2 Expansão horizontal da fumaça.....	34
2.4 Fator tempo	34
2.5 Guarnições e equipamentos necessários.....	35
3 - CALOR	36
3.1 Transmissão do calor.....	36
3.2 Absorção do calor.....	36
3.3 Confinamento do calor	37
3.4 Processo de propagação - “Efeito Cogumelo”.....	38
3.5 Calor residual	38
3.6 Potencial de ocorrência do “Backdraft”	38
3.7 Potencial de ocorrência do “Flashover”	39
3.8 Potencial de exposição	41
3.9 Efeitos do calor nas operações de combate	42
3.9.1 Fadiga.....	42
3.9.2 Vapor.....	42
3.10 Acesso.....	42
3.11 Operações de salvamento	43
3.12 Risco à vida.....	43
3.13 Fator tempo	43
3.14 Danos do calor.....	43
3.15 Distorção dos componentes estruturais metálicos	44
3.16 Fragmentação do concreto	44

3.17 Rompimento da tubulação de água	45
3.18 Rompimento de vidro	45
3.19 Rompimento de suportes de acessórios	45
3.20 Falhas elétricas	46
3.21 Prejuízos ao conteúdo e acabamento	47
4 - FUMAÇA E GASES QUENTES	48
4.1 Efeitos da fumaça e dos gases quentes	48
4.1.1 A falta de visibilidade	48
4.1.2 Toxicidade dos gases	49
4.1.3 Gases quentes.....	52
4.2 O Alastramento da fumaça e dos gases quentes	52
4.3 A estratificação da fumaça e dos gases quentes	55
4.4 Exposição interna e externa	56
4.5 Potencial de explosão	56
4.6 Perigo à vida humana	56
4.7 O perigo do pânico	57
4.8 Danos causados pela fumaça	57
4.9 Sistema de controle de fumaça	59
5 - RISCO À VIDA	60
5.1 Ocupação do edifício.....	60
5.2 Problemas de salvamento	61
5.2.1 Evacuação dos ocupantes	61
5.2.2 Controle dos ocupantes	63
5.2.3 Estabelecimento de áreas seguras.....	63
5.2.4 Falta de tempo.....	64
5.3 Uso das saídas	65
5.3.1 Capacidade das saídas	65
5.3.2 Pavimentos de descarga	66
5.3.3 Outros meios de saída e áreas de refúgio	66
5.4 Acesso para salvamento.....	67
6 - PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO	68
6.1 Definição.....	68
6.1.1 Propagação de origem externa.....	68
6.1.2 Propagação de origem interna	69
6.2 Efeitos do clima.....	70
6.3 Efeitos da diferença de altura entre edifícios.....	70
6.4 Efeitos das diferenças construtivas	72
6.5 Idade da construção	72
6.6 Condições do edifício	73
6.7 Fachadas com painéis combustíveis.....	75

7 - SUPRIMENTO D'ÁGUA.....	78
7.1 Sistemas de proteção contra incêndios.....	79
7.2 Sistemas deteriorados.....	80
7.3 Sistema de chuveiro automático (sprinkler).....	81
7.4 Rede de tubulação de hidrantes urbanos e privados.....	81
7.5 Alteração dos sistemas da edificação.....	81
7.6 Sistemas inoperantes.....	81
7.7 Bombas de incêndio inoperantes.....	82
7.8 Sistema excessivamente pressurizado.....	83
8 - ACESSO.....	85
8.1 Atingindo o local incendiado no edifício.....	85
8.2 Recuos.....	85
8.3 Áreas com tratamento paisagístico e espelhos d'água.....	86
8.4 Paredes ornamentais e estátuas.....	86
8.5 Quebra-sóis.....	86
8.5.1 Quebra-sóis tipo limitadores.....	86
8.5.2 Quebra-sóis tipo não limitadores.....	87
8.6 Áreas de carga limitada.....	88
8.6.1 Estacionamentos subterrâneos.....	88
8.6.2 Túneis.....	88
8.6.3 Estacionamento ao nível do solo.....	88
8.6.4 Vias de trânsito local.....	90
8.6.5 Calçadas.....	90
8.7 Chegando ao pavimento do incêndio.....	90
8.7.1 Ausência de janelas nos edifícios.....	90
8.7.2 Volumes recuados.....	90
8.8 O acesso considerado no planejamento prévio de incêndio.....	91
8.8.1 Edifícios em construção.....	91
8.8.1.1 Tapumes.....	92
8.8.1.2 Escavações.....	92
8.8.1.3 Equipamento pesado da obra.....	92
8.8.1.4 Ausência de escadas e pisos.....	93
8.8.1.5 Depósito de materiais.....	93
8.8.1.6 Andaimos.....	93
9 - LOGÍSTICA.....	94
9.1 Problemas gerais.....	94
9.1.1 Pavimentos não identificados.....	94
9.1.2 Escadas descontínuas.....	95
9.2 Fator tempo.....	95
9.3 Período do dia.....	95
9.4 Utilizando elevadores para economizar tempo.....	96

9.5 O trabalho do bombeiro.....	97
9.5.1 Fadiga.....	97
9.5.2 Coordenação.....	97
9.5.3 Guarnição insuficiente.....	98
9.5.4 Equipamento.....	99
9.5.5 Recursos materiais necessários.....	99
9.5.5.1 Recursos materiais no interior do edifício.....	99
9.5.5.2 Recursos materiais no exterior do edifício.....	100
10 - COORDENAÇÃO.....	101
10.1 Redução do intervalo de tempo.....	101
10.2 Aprimoramento da comunicação.....	101
10.3 Coordenação de órgãos e entidades de ajuda mútua.....	102
10.4 Posto de comando.....	103
10.4.1 Posto de comando secundário.....	104
10.4.2 Posto de comando exterior.....	104
10.4.3 Auxiliares do posto de comando.....	104
10.5 A estrutura do comando.....	105
10.6 O Incident Command System (ICS).....	106
10.7 Meios de informação.....	108
11 - COMUNICAÇÕES.....	109
11.1 Rádio comunicação.....	109
11.2 Retransmissão de mensagens.....	110
11.3 Pontos mortos.....	110
11.4 Viatura para coordenação das comunicações.....	110
11.5 Coordenação das comunicações.....	111
11.6 Uso de alto-falantes.....	111
11.7 Mensageiros.....	112
12 - PROTEÇÃO DE PATRIMÔNIO E RESCALDO.....	113
12.1 Remoção de material.....	114
12.2 Perigo de colapso estrutural.....	114
12.3 Perigo de queda de material de revestimento externo.....	115
12.4 Controle de danos causados pela água.....	116
12.4.1 Construções não adequadamente seladas.....	117
12.4.2 Drenagem vertical.....	117
12.4.3 Drenagem horizontal.....	117
12.5 Controle dos danos causados pelo calor.....	117
12.6 Controle dos danos causados pela fumaça.....	118
12.7 Acesso para operações.....	118
12.8 Segurança patrimonial do edifício.....	118
13 - FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	120

13.1 Problemas de evacuação e transporte.....	120
13.2 Problema de pessoas retidas em elevadores	122
13.3 Problemas de iluminação.....	124
13.4 Problemas de comunicação.....	125
13.5 Problemas de ventilação	126
13.6 Problema das bombas de suprimento de água	126
13.7 Problemas de energia auxiliar e equipamentos.....	127
14 - ESCADAS DE EMERGÊNCIA	128
14.1 Tipos de escadas.....	128
14.2 Escada pressurizada.....	129
14.2.1 O sistema de pressurização.....	130
14.2.2 Instalações e equipamentos do sistema de pressurização	130
14.3 Escadas abertas externas.....	131
15 - PROBLEMAS ESPECIAIS	133
15.1 Construções não usuais.....	133
15.2 Ocupações não usuais.....	134
15.3 Táticas especiais de combate	135
15.4 Procedimento Operacional Padrão (POP)	135
16 - PLANEJAMENTO PRÉVIO DE INCÊNDIO.....	137
16.1 Máxima eficiência, eficácia e efetividade	137
16.1.1 Conhecimento dos equipamentos e viaturas	138
16.1.2 Conhecimento das edificações.....	138
16.1.3 Conhecimento da malha viária e rede de hidrantes urbanos	139
16.2 Conciliando os três fatores.....	140
17 - A PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS.....	142
17.1 Reflexões a respeito da Segurança Contra Incêndio	142
17.2 Critérios de classificação de altura dos edifícios	144
17.3 O avanço no alcance dos equipamentos de bombeiros	145
17.4 Os edifícios mais altos do Brasil.....	147
17.5 Os edifícios mais altos da América Latina	151
17.6 Os edifícios mais altos do mundo	152
17.7 A prevenção nos altos, super altos e mega altos edifícios.....	154
17.8 A abordagem atual para segurança contra incêndio em edifícios altos	158
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	163
GLOSSÁRIO	165
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	168

SOBRE OS AUTORES / PREFACIADOR



Rogerio Lin - Prefaciador

Graduado em Administração de Empresas pela ESPM (Escola Superior de Propaganda e Marketing). Graduado e pós-graduado em Proteção Passiva Contra o Fogo pelo Fire Service College (Reino Unido). Especializado em International Economics e International Organizations pela Harvard Business School (EUA). Atualmente, é Diretor-Presidente da Associação Brasileira de Proteção Passiva Contra Incêndio (ABPP); Superintendente do Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB-024) e Vice-Presidente do Fórum Nacional Contra Incêndio (FONACI).



Rogério Bernardes Duarte - Autor

Bacharel em Direito pela Universidade Mackenzie. Pós-Graduado em Políticas Públicas e Gestão em Segurança Pública pela Faculdade de Educação - PUC/SP. Mestre e Doutor em Ciências Policiais de Segurança e Ordem Pública pelo Centro de Altos Estudos de Segurança da Polícia Militar do Estado de São Paulo (PMESP). Coronel da Reserva da PMESP. Foi Comandante do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo e Diretor Presidente da FUNDABOM – Fundação de Apoio ao Corpo de Bombeiros da PMESP.



Rosaria Ono - Autora

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela FAU/USP. Master in Engineering pela Nagoya University. Doutora e Livre-Docente pela USP. Professora Titular do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da FAU/USP. Diretora do Museu Paulista da USP. Bombeira Honorária. Tem experiência na área de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, com ênfase em Segurança Contra Incêndio e Avaliação Pós-ocupação, atuando principalmente nos seguintes temas: segurança contra incêndio, avaliação de desempenho e acessibilidade.



Silvio Bento da Silva - Autor

Curso de Formação de Oficiais - PMESP, Curso de Especialização de Oficiais do Corpo de Bombeiros de São Paulo, Curso de Complementação Tecnológica para Oficiais Fatec-SP, Curso de Manejo do Fogo - Extensão Universitária - Universidade de Brasília, Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais - Pós-Graduação - PMESP, Curso Superior de Polícia - CSP - PMESP, Curso de Planejamento Estratégico para os Corpos de Bombeiros do Brasil - SENASP. Coronel da Reserva da PMESP-CB. Atualmente é Diretor da Empresa Firek Educação e Segurança Contra Incêndio.

PREFÁCIO

Com o crescimento de centenas de cidades mundo afora, atingindo populações acima de 10 milhões de habitantes e passando à categoria de megacidades, os centros urbanos foram ficando espremidos e cada vez mais valorizados, o que estimulou a concepção de mega edifícios, com ocupações que integram, muitas vezes, complexos residenciais, comerciais, de convivência, trabalho cooperativo, lazer e entretenimento, centros médicos e uma infinidade de serviços.

Em 1990, existiam 10 “megacidades”¹. No ano de 2100, este número crescerá para incríveis 83 megacidades (aquelas com mais de 10 milhões de habitantes e com algumas ultrapassando 80 milhões de habitantes), segundo estimativas da Ontario Tech University, do Canadá². Num futuro não muito distante, existirá uma enorme fila contendo centenas de cidades bem próximas de receberem o mesmo posto, a despeito da existência de edifícios altos não ser uma exclusividade das grandes metrópoles no mundo, a exemplo dos edifícios altos localizados no Balneário de Camboriú, em Santa Catarina, que é uma das cidades turísticas do Brasil.

Para atender a demanda da verticalização e dos edifícios cada vez mais altos, devemos estudar, e muito, não somente após a construção deles, mas desde sua concepção, arquitetura, design e engenharia. Levar a segurança contra incêndio em consideração, entender sua dinâmica, potenciais usos não previstos atualmente, sistemas integrados de segurança contra incêndio e inovação com tecnologias antes nunca utilizadas são essenciais para vencermos estas etapas. Para isso, este livro reuniu informações essenciais que podem orientar no planejamento necessário. A importância do aprimoramento das Corporações de Bombeiros, para enfrentarem tamanho desafio que é o incêndio em edifícios altos, também tem especial destaque no conteúdo deste livro, em particular nas menores cidades, que nem sempre possuem uma boa estrutura para fazer frente a esse tipo de emergência, dependendo, então, de um sistema de auxílio mútuo com outros órgãos e entidades para melhor eficácia.

Alguns exemplos de medidas de segurança contra incêndio que devem ser implementadas, se justificam nos temas de alta complexidade e interdisciplinaridade que um edifício alto, em situação de incêndio, pode enfrentar. Um edifício com aberturas

¹ GRAYLEY, Mônica Villela. ONU aponta São Paulo como 4ª cidade mais populosa do mundo. ONU News, 11 jul. 2014. Disponível em: <https://news.un.org/pt/audio/2014/07/1104451#:~:text=Osaka%2C%20Pequim%2C%20Nova%20York%20e,a%20maioria%20vivendo%20na%20C3%81sia>. Acesso em: 03 fev. 2021.

² Population projections. City population 2100. Ontario Tech University. Disponível em: <https://sites.ontariotechu.ca/sustainabilitytoday/urban-and-energy-systems/Worlds-largest-cities/population-projections/city-population-2100.php>. Acesso em: 03 fev. 2021.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Prefácio

nos sistemas prediais e sem a devida selagem, ou com uma fachada contendo materiais combustíveis, pode levar o fogo a escalar incríveis 7 pavimentos por minuto. Isso ficou patente em inúmeros incêndios que este livro abordou. As medidas de proteção ativa e passiva empregadas em edifícios convencionais podem não ser suficientes em edifícios altos.

Com autores e fontes confiáveis, você terá a certeza de que a segurança contra incêndio, que foi minuciosamente estudada e planejada, encontra sua eficácia nos detalhes e na riqueza com que este livro explora o assunto.

O livro traz relevantes comentários sobre alguns dos incêndios em edifícios altos que mais impactaram a sociedade e que foram objetos de estudos por especialistas de todo o mundo. Com certeza, tais experiências e interpretações nos ajudam sobre como podemos criar edifícios altos e seguros contra incêndio.

Por fim, gostaria de desejar a todos que tiverem este livro em mãos, que façam uma boa leitura; compartilhem, depois que terminarem, com algum profissional que possa fazer bom uso dele e que tenham a versão digital sempre com fácil acesso, pois mais que um livro, é um guia que pode salvar vidas!

Rogério Lin

NOTA DOS AUTORES

Este trabalho começou no início da década de 1990, com uma primeira versão concluída em 1997, não publicada, que já foi utilizada como referência em outros trabalhos já produzidos desde então, a exemplo dos Manuais Técnicos de Bombeiros (MTB) nº 16 - Combate a Incêndio em Edifícios Altos e nº 32 - Estratégia e Tática de Combate a Incêndio, da Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), em 2006.

Esta nova versão, após decorridos mais de 20 anos, segue revisada, ampliada e atualizada, com novas referências e ilustrações, enriquecendo seu conteúdo de extrema importância para todos aqueles que atuam na segurança contra incêndio, seja no projeto de edificações, na implementação de sistemas de prevenção ou na intervenção operacional, em especial os bombeiros, cuja coragem e profissionalismo atraem a admiração de todos. Dentre várias outras alterações, nesta nova versão, tivemos o cuidado de atualizar o capítulo inicial, a respeito da cronologia dos incêndios em edifícios altos no mundo, com os acontecimentos mais recentes, além de acrescentar um novo capítulo, no final, com o ranking atual dos edifícios mais altos no Brasil, na América Latina e no Mundo. Esse ranking é uma fotografia de momento, pois a disputa pelo título de “edifício mais alto” é dinâmica, alterando-se ao longo do tempo.

O incêndio em edifícios altos traz algumas peculiaridades que o diferenciam dos incêndios em outros tipos de edificações, apesar de seus fundamentos também poderem ser aplicados nessas outras circunstâncias, envolvendo uma quantidade maior de problemas específicos, por isso a utilização do termo “problemática” no título do livro.

Adotamos, para fins de conceituação de edifícios altos, muito embora hoje já existam os “mega altos” (vide capítulo 17), o critério da National Fire Protection Association (NFPA) 101 (Life Safety Code), que considera “edifício alto” aquele “maior de 75 pés (23 m), do mais baixo nível de acesso para a viatura do Corpo de Bombeiros ao piso do mais alto pavimento ocupado”, o que corresponde a um prédio de pelo menos 8 pavimentos acima do nível do solo³. Tal conceito foi adotado, em detrimento de outros critérios existentes atualmente, em razão da afinidade do foco dos estudos da NFPA com a proteção contra incêndios, que se coaduna com a natureza do presente trabalho.

É interessante destacar que a altura indicada nesse critério seria, em tese, o limite de alcance do maior equipamento (autoescada ou autoplateforma elevada) do Corpo de Bombeiros para o salvamento de vítimas, de modo que “alto” seria o edifício cuja altura ultrapassasse esse alcance, o que comportaria uma certa “mobilidade” em função da

³ A definição adotada também consta no Glossário.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Nota dos Autores

localização do edifício. Exemplificando: um edifício de 5 pavimentos, cujos equipamentos do Corpo de Bombeiros da localidade alcançassem, no máximo, o 3º pavimento, já seria considerado “alto”; por outro lado, se o Corpo de Bombeiros da localidade possuísse equipamento com alcance de 30 metros, só seria “alto” o edifício com mais de 10 pavimentos, considerando-se a altura de 3 metros para cada pavimento. Para se evitar essa “relatividade” em sua conceituação, entendemos prudente fixar o entendimento objetivo de que “edifício alto” é aquele com mais de 23 metros de altura ou com pelo menos 8 pavimentos acima do nível do solo.

Atualmente já se fala em drones que poderiam realizar o combate a incêndios em edifícios altos. Se, além disso, também puderem realizar o salvamento de eventuais vítimas, não haveria mesmo motivo para se adotar um conceito com base no alcance dos equipamentos dos Bombeiros, podendo-se, no entanto, manter o critério dos 23 metros, que já é consagrado pelos estudiosos do assunto e normalmente adotado por engenheiros e arquitetos.

Os incêndios em edifícios altos, apesar de trágicos, trazem ensinamentos que se disseminam mundialmente, a exemplo de mudanças na legislação de segurança contra incêndio com os incêndios nos Edifícios *Andraus* e *Joelma* em São Paulo (Brasil), na década de 1970; da discussão a respeito da retirada das pessoas (evacuação) com o incêndio no WTC (Torres Gêmeas) em Nova York (EUA), em 2001; e da discussão do revestimento de fachadas em ACM (Aluminum Composite Material) com o incêndio no *Grenfell Tower* em Londres (Inglaterra), em 2017.

A proposta deste trabalho é a de ser uma fonte adicional de consulta aos interessados no estudo do problema do incêndio em edificações e, em particular, em sua problemática nos edifícios altos. Compete aos profissionais da área estarem sempre analisando se estão no caminho certo, com base na série histórica dos incêndios e na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

Por fim, não poderíamos deixar de agradecer a todos aqueles que de alguma forma ajudaram na consecução deste trabalho, em especial aos bombeiros Ajax Wallace de Almeida Garcia e Aguinaldo Hernandes Rodrigues, bombeiros aposentados do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, em nome de quem prestamos nossas homenagens e devido reconhecimento ao valoroso e diuturno trabalho prestado mundialmente por todos os bombeiros.

Os autores

INTRODUÇÃO

O grande impacto causado pelos incêndios em edifícios altos, a escassez de literatura específica sobre o assunto e a importância da temática foram os fatores que levaram os autores a formar um grupo de trabalho com a finalidade de discutir os problemas e propor recomendações viáveis para aqueles que se confrontam com o problema de uma forma mais direta.

A intenção é dar uma ideia dos problemas que estão envolvidos nos incêndios em edifícios altos, cujas construções crescem cada vez mais, seja em quantidade, seja em tamanho (altura), com aplicação de novos materiais e tecnologias. A abordagem inclui a necessidade de projetos técnicos bem elaborados, planejamentos específicos e vistorias técnicas periódicas, ou seja, não só o aspecto operacional de combate, mas também os aspectos da prevenção e proteção, da forma mais didática possível.

Este trabalho, fruto de mais de três anos de pesquisa, baseia-se em um texto norte-americano, que foi traduzido e adaptado para a realidade brasileira (“Fire Problems in High Rise Buildings”, da IFSTA - International Fire Service Training Association, edição de 1976), aliado à experiência profissional de cada um dos autores, através de discussões, estudos e análises dos edifícios incendiados.

Procurou-se tratar o assunto em uma linguagem acessível ao profissional bombeiro e a todos interessados que atuam na Segurança Contra Incêndio, a exemplo de engenheiros e arquitetos.

Organização do trabalho:

De início, numa grande retrospectiva, foram abordadas as grandes ocorrências do gênero, no mundo, como forma, inclusive, de chamar a atenção para o problema que faz parte do dia a dia das metrópoles.

A seguir, foram tratados os aspectos relativos a problemática de incêndios em edifícios altos propriamente ditos, como problemas específicos; calor; comportamento da fumaça; risco à vida; propagação do incêndio; suprimento d’água; dificuldades de acesso; logística de combate a incêndio; coordenação operacional; comunicações; importância da proteção patrimonial e rescaldo; falta de energia elétrica; saídas de emergência (escadas de emergência) e problemas especiais.

Salientou-se a necessidade de se desenvolver o planejamento prévio de incêndio como meio para se alcançar êxito nas operações de combate a incêndio e salvamento em edifícios altos.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Introdução

Foi dedicado um capítulo especial a respeito dos edifícios mais altos ainda, os chamados “Mega Torres”, que englobam os “Super Altos” e os “Mega Altos”, dando um panorama de como é feita a prevenção contra incêndio nesses edifícios.

Considerando que condições de segurança estão associadas ao baixo risco de ocorrência de determinados eventos, que proporcionam perigo às pessoas e aos bens, percebe-se que elas podem ser obtidas através da eliminação de tais riscos. Como a eliminação total de riscos é, na prática, impossível, pode-se entender a segurança contra incêndios como o fruto de um conjunto de medidas que devem estar compatibilizadas e racionalmente integradas para diminuir a probabilidade do risco de incêndio e minimizar suas consequências.

Assim, as medidas a serem tomadas para garantir a segurança contra incêndio são normalmente agrupadas em medidas de prevenção e medidas de proteção. Fazem parte da primeira, as que se destinam a prevenir a ocorrência do início do incêndio, isto é, diminuir a probabilidade do incêndio iniciar e da segunda, àquelas destinadas a proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se desenvolve. Em conjunto, essas medidas visam a manter o risco de incêndio em níveis aceitáveis. Este trabalho tem o foco especialmente nas medidas de proteção, tanto passivas como ativas, e destaca o impacto das decisões tomadas tanto no projeto como nas intervenções ao longo do uso, na segurança dos edifícios altos em situação de incêndio.

Por derradeiro, nas considerações finais, foram enfatizados aspectos que levam o profissional a pensar, planejar, corrigir falhas e atuar em pesquisa, continuamente.

Segue ainda um glossário, que auxilia no entendimento deste trabalho, que pode ser útil como fonte de consulta no dia a dia. A referência bibliográfica apresenta o conjunto de obras pesquisadas e consultadas.

O mais gratificante no desenvolvimento deste trabalho foi verificar que nos últimos 30 anos houve um considerável avanço na Segurança Contra Incêndio, em especial no tocante às exigências das regulamentações sobre o assunto e no melhor aparelhamento dos Corpos de Bombeiros, e o mais animador é saber que muito ainda pode ser feito para melhorar ainda mais.

As críticas e as sugestões que possam contribuir no aperfeiçoamento deste trabalho são bem-vindas.

1 - INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS ALTOS NO MUNDO

Segue abaixo, em ordem cronológica, vários incêndios em edifícios altos ocorridos no mundo, nas últimas sete décadas, alguns de grande vulto, com maior ênfase aos ocorridos no Brasil, em razão principalmente da maior disponibilidade dos dados. Tais dados servem como mostra da gravidade de tal ocorrência, que normalmente, apesar do grande prejuízo material que causa, também acaba por ceifar várias vidas, muitas vezes pela pouca importância que se dá à prevenção. Os horários indicados referem-se aos locais dos acontecimentos. Interessante destacar que dentre os vários incêndios mencionados, muitos decorreram de ataques terroristas provocados por explosões.

➤ **BRASIL (13 de janeiro de 1969)** - Incêndio no edifício Grande Avenida, de **23 pavimentos** de escritórios comerciais na Av. Paulista, em São Paulo, atingindo 14 pavimentos (do 5º ao 18º). Não houve vítimas. Segundo consta, o incêndio deu-se em virtude de curto-circuito, com origem no 6º pavimento, por volta das 06:00 horas.

➤ **COREIA DO SUL (25 de dezembro de 1971)** - No dia de Natal, incêndio no Hotel Taeyunkak resultou em 162 vítimas fatais num edifício de **20 pavimentos**, em Seul. Os bombeiros tiveram dificuldades com o suprimento de água.

➤ **BRASIL (24 de fevereiro de 1972)** - Incêndio no edifício Andraus, de **31 pavimentos** de escritórios comerciais e lojas de departamentos, na Av. São João, em São Paulo, atingindo todos os pavimentos por completo. Houve 16 vítimas fatais e outras 329 feridas. O fogo teve origem no 4º pavimento, por volta das 15:00 horas, em razão da existência de grande quantidade de material combustível na marquise desse pavimento, com rápida propagação das chamas por todo o edifício por causa de fortes ventos.

➤ **BRASIL (01 de fevereiro de 1974)** - Incêndio no edifício Joelma, na Av. 9 de Julho, em São Paulo. O edifício possuía **25 pavimentos** de garagens e escritórios comerciais. O incêndio teve origem em um escritório no 12º pavimento, quando por volta das 08:50 horas ocorreu um curto-circuito no sistema de ar condicionado, propagando-se até o 25º pavimento. Esse terrível incidente resultou em 189 vítimas fatais e em 320 feridas. Dentre os mortos, 12 morreram por saltar do edifício no desespero de tentar salvar-se, sem aguardar o socorro. Helicópteros foram usados para salvamento de sobreviventes na cobertura do edifício. Este incêndio induziu muitos Corpos de Bombeiros a desenvolverem estratégias especiais para combate a incêndios em edifícios altos.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Incêndios em Edifícios Altos no Mundo

➤ **BRASIL (29 de novembro de 1976)** - Incêndio no edifício do Banco Real, de **16 pavimentos**, que estava em obras, localizado na Bela Vista, em São Paulo. O incêndio teve origem no 12º pavimento por volta das 20:30 horas, propagando-se por todo o madeiramento da estrutura do edifício. Não houve vítimas.

➤ **BRASIL (04 de setembro de 1978)** - Incêndio no Conjunto Nacional, na Av. Paulista, em São Paulo. Bloco de edifícios com lojas, escritórios comerciais e cinemas, com **26 pavimentos**. O incêndio teve início em uma loja no 1º pavimento, por volta das 05:30 horas, propagando-se em parte da edificação. Houve 7 vítimas feridas e nenhuma fatal.

➤ **ESPANHA (12 de julho de 1979)** - Incêndio no Hotel Corona de Aragón, em Zaragoza, de **11 pavimentos**, resultou em 76 vítimas fatais (a maioria totalmente intoxicada por monóxido de carbono ou por impacto na queda suicida das janelas) e também feriu outras 113 pessoas. O incêndio começou numa fritadeira cheia de óleo na cozinha do subsolo, onde funcionários tentaram frustradamente extingui-lo com extintores portáteis. O incêndio propagou-se através de dutos existentes e a fumaça ocupou todos os pavimentos através das quatro escadas, dutos da cozinha, condicionadores de ar e dutos de serviço. O edifício foi construído com estrutura de aço, porém sem proteção contra incêndio adequada, com escadas abertas, sem compartimentação ou portas corta-fogo.

➤ **BRASIL (09 de abril de 1980)** - Incêndio no edifício de **22 pavimentos** onde funciona a Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. O incêndio teve origem no 13º pavimento e propagou-se ao 14º. Não houve vítimas.

➤ **ESTADOS UNIDOS (21 de novembro de 1980)** - O MGM Grande Hotel, em Las Vegas, Nevada, sofreu um incêndio, com a maior área já atingida em cassinos, resultando em 85 vítimas fatais e 679 feridas. O sistema de ventilação do hotel contribuiu para a propagação da fumaça no interior dos pavimentos superiores. O fogo foi contido no pavimento térreo, porém a fumaça propagou-se extensivamente e com grande volume aos pavimentos superiores, em razão da pobre compartimentação e pela existência de aberturas impróprias na edificação de **26 pavimentos**. Hóspedes não puderam ser advertidos por causa de alarmes inaudíveis e por deficiência do sistema de som.

➤ **BRASIL (14 de fevereiro de 1981)** - Incêndio pela segunda vez no edifício Grande Avenida, de **23 pavimentos** de escritórios comerciais, na Av. Paulista, em São Paulo. O incêndio teve origem no subsolo, se propagando até o 19º pavimento. Houve 17 vítimas fatais e 53 feridas.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Incêndios em Edifícios Altos no Mundo

➤ **JAPÃO (08 de fevereiro de 1982)** - Uma ponta de cigarro iniciou um incêndio que resultou em 32 vítimas fatais e feriu outras 34 no Hotel New Japan, de **10 pavimentos**, em Tóquio. Havia 355 hóspedes no hotel quando o incêndio foi descoberto no 9º pavimento. A falta de sistema de som, a tardia operação do alarme de incêndio, a total falta de sprinklers e a inexistência de funcionários treinados adequadamente, levou alguns hóspedes a ficarem presos em seus quartos no 9º pavimento e também no 10º, para onde o fogo se propagou. O incêndio teve rápida propagação horizontal em razão das aberturas existentes nas paredes entre os quartos e também pela existência de portas de madeira e divisórias combustíveis. Fusíveis de acionamento das portas corta-fogo falharam e não permitiram o fechamento das mesmas. Bombeiros usaram escadas mecânicas para salvar 68 pessoas.

➤ **BRASIL (03 de junho de 1983)** - Incêndio no edifício Scarpa, de **17 pavimentos** de escritórios comerciais, na Av. Paulista, em São Paulo. O incêndio teve origem no 12º pavimento e se propagou para o 13º. Não houve vítimas.

➤ **FILIPINAS (13 de fevereiro de 1985)** - Um incêndio em um hotel de Manila, com **10 pavimentos**, resultou em 26 vítimas fatais. O incêndio (alegado criminoso) começou no segundo pavimento, no salão de conferência, após duas explosões. Fortes ventos fizeram com que as chamas se propagassem rapidamente por todo o hotel. Houve falta de energia elétrica e os bombeiros tiveram dificuldades para efetuar o salvamento dos ocupantes por causa da densa fumaça que se formou nos pavimentos superiores. Em razão da insuficiência de meios de suprimento de água, os bombeiros tiveram que lançar mão da água da piscina do Hotel. Fatores que contribuíram para a ocorrência do incidente: o hotel possuía inadequado sistema de alarme e compartimentação, pessoal não devidamente treinado e falta de iluminação de emergência.

➤ **ÍNDIA (23 de janeiro de 1986)** - Incêndio criminoso num hotel de **10 pavimentos**, construído em 1982, em Nova Delhi, que provocou a morte de 44 pessoas. Muitos dos 185 hóspedes tentaram escapar pelas saídas de emergência que estavam trancadas e a chave mestra só foi encontrada 2 horas e meia após o início do incêndio. O incêndio iniciou-se no salão do subsolo pouco antes das 02:00 horas. Não havia sistema de alarme de incêndio para alertar os hóspedes. O sistema de iluminação de emergência falhou. A fumaça espalhou-se até o 9º andar, sufocando os hóspedes nos quartos. Funcionários descobriram o fogo e, não podendo extingui-lo, fugiram em pânico, sem alertar os hóspedes. Houve deficiência no suprimento de água.

➤ **NORUEGA (05 de setembro de 1986)** - Incêndio no Hotel Caledonien, em Kristiansand, resultou em 14 vítimas fatais e 54 feridas. Nenhum dos 86 ocupantes puderam escapar através das duas escadas, pois estavam tomadas pela fumaça até o 11º

pavimento. Os únicos meios de escape eram através das janelas ou do telhado, sendo que somente aqueles que puderam quebrar as janelas fixas sobreviveram. Todas as 14 vítimas fatais foram intoxicadas pelo monóxido de carbono. O incêndio começou no piso térreo próximo a uma escada. Tal escada, de madeira, não resistiu ao incêndio, que se propagou para o piso superior. O revestimento das paredes e painéis de isolamento feitos de poliestireno expandido produziram fumaça escura tóxica.

➤ **PORTO RICO (31 de dezembro de 1986)** - Incêndio de múltiplos pavimentos no DuPont Plaza Hotel, em San Juan, resultou em 97 vítimas fatais e 146 feridas. O Hotel tinha uma **área de lazer nos primeiros pavimentos e 20 pavimentos de quartos**. Três funcionários envolvidos numa disputa sindical colocaram fogo no salão do piso térreo. O fogo produziu um flashover que encheu uma área contígua ao cassino com fumaça. O edifício estava parcialmente protegido por sprinklers (não na área de origem do incêndio) e o sistema de alarme manual na torre do edifício não estava funcionando. Ocupantes escaparam pelas sacadas e pela cobertura (telhado) para em seguida serem resgatados com sucesso. O hotel tinha as saídas de emergência trancadas e uma escada que não era enclausurada. Aqueles três funcionários foram mais tarde condenados pelo incêndio.

➤ **BRASIL (21 de maio de 1987)** - Incêndio no edifício da CESP (Companhia Energética de São Paulo), na Av. Paulista, em São Paulo. **Dois blocos** do conjunto foram totalmente destruídos, **um com 21 pavimentos e outro com 27**, que serviam como escritórios comerciais. O incêndio teve início no 5º pavimento de um dos blocos, por volta das 19:30 horas, por problema de curto-circuito. Houve uma vítima fatal e a sorte foi que o incêndio ocorreu já fora do horário de expediente, não havendo mais funcionários na edificação, a não ser os vigias, caso contrário as consequências poderiam ter sido bem piores. Bombeiros quase tornaram-se vítimas fatais quando, ao vistoriarem um dos blocos à procura de possíveis vítimas, ocorreu colapso estrutural, com desabamento de parte da estrutura desse bloco.

➤ **ESTADOS UNIDOS (23 de fevereiro de 1991)** - Três bombeiros morreram e outros 24 ficaram feridos durante o incêndio no One Meridian Plaza, na Filadélfia, Pensilvânia. **O fogo se propagou por 9 pavimentos, dos 38 existentes**, por defeito no sistema de suprimento de água e por ajuste inadequado nas válvulas redutoras de pressão instaladas no edifício, o que inibiu o combate ao incêndio pelos bombeiros, em razão da pressão insuficiente. Foi um dos maiores incêndios em prédios de escritórios da história americana moderna - consumindo completamente oito andares do prédio - e foi controlado apenas quando atingiu um andar protegido por sprinklers (NAUM, 2011).

➤ **RÚSSIA (23 de fevereiro de 1991)** - Incêndio destruiu um hotel de **11 pavimentos**, em São Petersburgo, resultando em 18 vítimas fatais (incluindo nove bombeiros) e ferindo outras 21. A despeito do fato de todos os quartos de hóspedes estarem equipados com dois detectores de calor e cada corredor possuir detectores de fumaça e um sistema de alarme contra incêndios, o fogo no 9º pavimento foi visto da rua por um motorista que ia passando pelo local. Hóspedes estavam carregando suas bagagens para evacuação, quando foram surpreendidos pela fumaça. Bombeiros tentaram entrar no edifício (construído em 1970 com estrutura de pedra e concreto) por uma escada central, exatamente por onde os hóspedes tentavam escapar. As paredes dos corredores, revestidas com material combustível, foram responsáveis pela rápida propagação do fogo. As portas corta-fogo, as quais proporcionavam acesso às escadarias e aos halls dos elevadores, encontravam-se abertas e calçadas. O alarme contra incêndio falhou, o que resultou naquela situação fatal.

➤ **ESTADOS UNIDOS (26 de fevereiro de 1993)** - Um carro-bomba destruiu um estacionamento subterrâneo no World Trade Center, em Nova York, às 12:18 horas, resultando em 6 vítimas fatais e ferindo outras 1.000 pessoas. Houve falta de energia elétrica e a densa fumaça preta propagou-se para as duas torres do edifício causando pânico entre os 50.000 funcionários e visitantes que utilizaram a escura rota de fuga pelas escadas para descer os **110 pavimentos**. O atentado terrorista pretendia derrubar a Torre Norte (Torre 1) sobre a Torre Sul (Torre 2), derrubando as duas torres e matando dezenas de milhares de pessoas⁴.

➤ **ÍNDIA (12 de março de 1993)** - Um carro-bomba dilacerou completamente o flanco da bolsa de valores de Mumbai. A explosão atingiu uma torre de **27 pavimentos**, do Banco Estadual da Índia, destruindo a central de telefones e bloqueando o acesso aos andares superiores com o entulho da própria ruína da explosão. Mais seis bombas foram detonadas na área circunvizinha de Mumbai, levando a 270 vítimas fatais e 1.200 feridas. Equipes de Incêndio e Salvamento foram impedidas de trabalhar, em razão dos danos na rede hidráulica e dos fragmentos de concreto.

➤ **NIGÉRIA (15 de abril de 1993)** - Todos os **25 pavimentos** do Edifício Independência, de 33 anos, em Lagos, que era domicílio do Escritório Central de Defesa, foram completamente consumidos pelo incêndio que durou 18 horas. O Bombeiro de Lagos relatou que somente após uma hora do chamado é que chegaram ao local. Oficiais do Corpo de Bombeiros Federal mais tarde queixaram-se que conseguiram chegar até o

⁴ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Atentado_de_1993_ao_World_Trade_Center Acesso em: 08 set. 2020.

8º pavimento da elevada estrutura do edifício, quando ficaram sem água. Não houve vítimas.

➤ **ESTADOS UNIDOS (19 de abril de 1995)** - Em Oklahoma, um carro-bomba destruiu toda a face norte de um edifício de escritórios de órgãos públicos de **9 andares**, causando colapso de 1/3 deste e danificando estruturalmente um edifício de 26 pavimentos, outro de 3 e outro de 2 pavimentos. Além destes, houve danos em muitos veículos que se incendiaram e danos menores por 48 quadras ao redor do edifício. A explosão levou operações de resgate de 43 organizações a se mobilizarem, bem como de vários outros especialistas federais. Além de vítimas da bomba (168 vítimas fatais e 475 feridas), houve uma morte entre o pessoal da equipe de resgate (queda de destroços) e ferimentos graves em vários outros, durante as operações de resgate.

➤ **ESTADOS UNIDOS (11 de setembro de 2001)** - O colapso do World Trade Center (WTC), em Nova York, aconteceu em função de ataques terroristas, provocados por colisões de aviões sequestrados, em suas duas torres principais - “Torres Gêmeas”, cada uma com **110 pavimentos**. O primeiro desmoronamento ocorreu na Torre Sul às 09:59 horas, em menos de uma hora após o choque da aeronave, seguindo-se a Torre Norte às 10:28 horas. Morreram 2.753 pessoas, incluindo todos os 157 passageiros, os tripulantes e sequestradores a bordo dos dois aviões, além dos grandes e diversos danos causados nos edifícios circundantes. Os detritos expelidos durante o desabamento das duas torres provocaram a destruição de outras estruturas adjacentes e nas proximidades⁵. Mais tarde, no mesmo dia, às 17:21 horas, um outro edifício do complexo pertencente ao WTC, de 47 pavimentos, ruiu devido aos desmoronamentos das Torres Gêmeas. Dentre as vítimas fatais, 343 eram bombeiros, 23 eram policiais e 37 eram oficiais do porto de Nova York. O número total continuou crescendo no decorrer dos anos, atribuindo ao número de vítimas fatais pessoas que faleceram posteriormente em decorrência da exposição da fumaça e da poeira do dia⁶.

➤ **BRASIL (02 de dezembro de 2002)** - Incêndio de grandes proporções no prédio de **18 andares** onde funcionava a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema), em São Cristóvão, subúrbio da cidade do Rio de Janeiro. O fogo começou no elevador e se propagou rapidamente para o terceiro, quarto e sexto andares. Em seguida, o incêndio se alastrou para os andares superiores, atingindo do décimo quarto ao último andar do prédio. Bombeiros de quatro quartéis trabalharam mais de três horas para controlar o fogo, que era visto de bairros distantes, devido aos rolos de

⁵ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Colapso_do_World_Trade_Center. Acesso em: 04 set. 2020.

⁶ Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/mundo/2018/09/11-de-setembro-17-curiosidades-sobre-o-atentado-as-torres-gemeas.html>. Acesso em: 08 set. 2020.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Incêndios em Edifícios Altos no Mundo

fumaça que saíam do prédio. Lá também funcionavam outros órgãos públicos⁷. Não houve relato de vítimas.

➤ **INGLATERRA (03 de julho de 2009)** - Incêndio em um prédio no sul de Londres, numa tarde de sexta-feira, resultou na morte de seis pessoas, dentre as quais um bebê de três meses e sua mãe. O fogo atingiu o edifício Lakanal House, no bairro de Camberwell, de **12 pavimentos**. As chamas se iniciaram por volta das 16:10 horas e se propagaram por sete andares. Segundo a polícia de Londres o incêndio teria começado no nono andar. Todas as seis vítimas foram descobertas no 11º andar. Cerca de 30 pessoas foram resgatadas. Metade delas foram levadas ao hospital com dificuldades de respirar por conta da fumaça (UCHOA, 2009).

➤ **IRÃ (19 de janeiro de 2017)** - Um edifício de **15 andares**, em Teerã, desabou após incêndio. Em um primeiro balanço divulgado, havia 70 feridos, incluindo 23 hospitalizados, por causa do desabamento. O prédio, construído no início dos anos 1960, era um dos mais altos da capital iraniana e abrigava o centro comercial Plasco, com lojas e oficinas de confecção. O incêndio começou no início da manhã e durou quatro horas. O fogo se originou no nono andar e se propagou até o décimo quinto, segundo os bombeiros⁸. O prédio foi esvaziado momentos antes do desabamento, mas havia dezenas de bombeiros em seu interior tentando apagar as chamas. Trinta bombeiros morreram. As imagens do colapso do prédio foram transmitidas ao vivo pela televisão pública iraniana⁹.

➤ **INGLATERRA (14 de junho de 2017)** - Na zona oeste de Londres, o prédio residencial Grenfell Tower, de **24 pavimentos**, foi devorado por chamas durante a noite, matando 79 moradores. Provocado por um curto-circuito em uma geladeira no 4º andar, o fogo se propagou do segundo ao último andar, onde moravam ao menos 600 pessoas. Em 2011, especialista alertara para o risco do material usado no revestimento do edifício (LIMARQUE, 2019). O prédio, construído em 1974, passou por uma reforma em 2015/2016 cujas paredes exteriores foram renovadas com a aplicação de um sistema que combinava painéis compostos de alumínio e plástico de polietileno com espuma isolante, materiais combustíveis. O incêndio não só subiu rapidamente e rodeou os lados do edifício, como também se propagou de fora para dentro, destruindo toda a estrutura (VERZONI, 2017).

⁷ Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2002-12-02/incendio-esta-destruindo-predio-onde-funciona-feema-no-rio>. Acesso em: 04 set. 2020.

⁸ Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2017/01/19/edificio-de-15-andares-em-teera-desaba-apos-incendio.htm>. Acesso em: 04 set. 2020.

⁹ Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/edificio-de-15-andares-desaba-em-teera.ghtml>. Acesso em: 04 set. 2020.

➤ **ESTADOS UNIDOS (14 de julho de 2017)** - Incêndio iniciado no 26º andar do edifício Marco Polo Apartments, em Honolulu, Capital do Arquipélago do Havaí, construído em 1971, com **36 andares**, que se propagou internamente e também para a superfície exterior. Por ser de concreto, a construção limitou a propagação externa do fogo ao 28º andar (WIECZOREK, 2017). Pelo menos três pessoas morreram e cinco ficaram feridas em decorrência deste incêndio¹⁰.

➤ **EMIRADOS ÁRABES UNIDOS (03 de agosto de 2017)** - Incêndio no Edifício Torch Tower, de **86 andares**, localizado em Dubai, que também já havia se incendiado em 2015. O fogo se originou no 26º andar e se espalhou até o topo do prédio. Afirma-se que a causa teria sido pontas de cigarro atiradas em um vaso de plantas. A Torch Tower, assim como a maioria dos prédios mais altos de Dubai, contava com sprinklers. O fogo ficou limitado à parte exterior do edifício. Nenhuma morte foi registrada neste incêndio (e também no ocorrido em 2015); além disso, de acordo com relatos, o estrago na parte interna foi mínimo e a maioria dos moradores voltou para os apartamentos em questão de dias (WIECZOREK, 2017).

➤ **BRASIL (01 de maio de 2018)** - Incêndio e desmoronamento do Edifício Wilton Paes de Almeida, de **24 pavimentos**, ocorrido durante a madrugada, na região do Largo do Paissandu, no Centro de São Paulo, deixando 7 moradores mortos e 2 desaparecidos. O Corpo de Bombeiros trabalhou durante 12 dias em busca das vítimas. Conhecido como "prédio de vidro", o edifício foi projetado em 1961, tombado em 1992, e era ocupado irregularmente desde 2003. Um curto-circuito em uma tomada onde estavam ligados três aparelhos eletroeletrônicos (micro-ondas, geladeira e TV) teria sido a principal hipótese da causa do incêndio. No relatório final da polícia, uma testemunha reforçou que, muito antes de o prédio cair, em várias oportunidades já haviam ocorrido curtos-circuitos devido a problemas referentes à fiação existente no local¹¹. Veja, mais adiante, como o prédio ficou tomado pelo fogo antes de desmoronar (Figura 1).

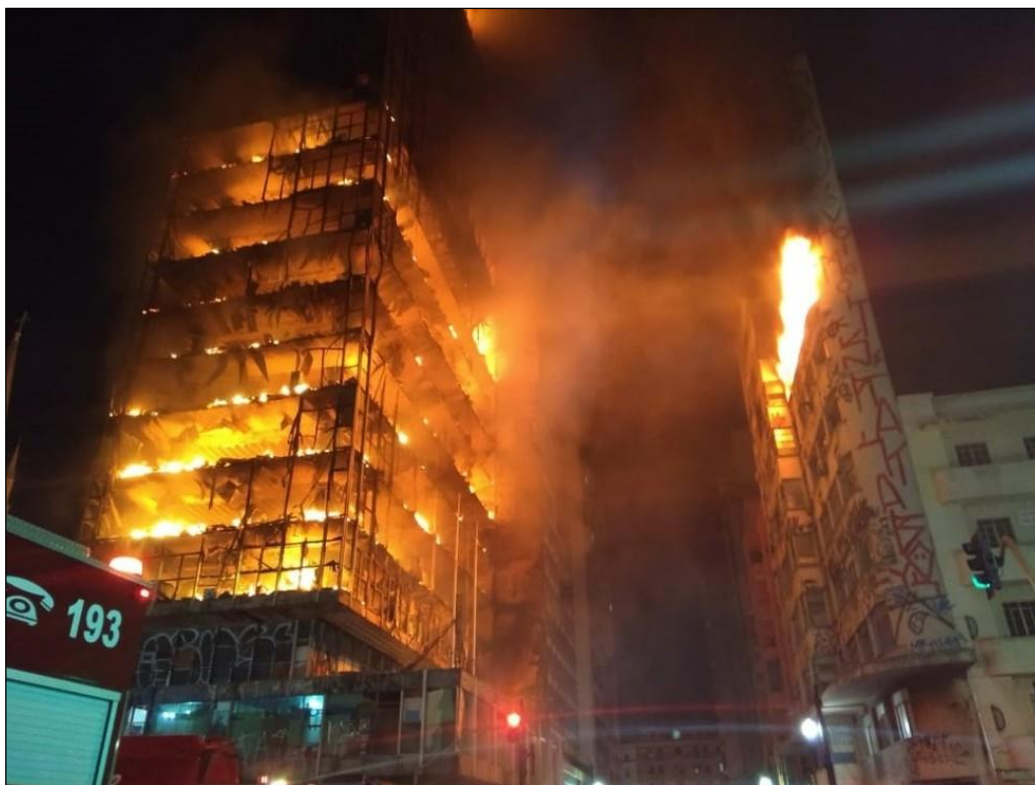
➤ **EMIRADOS ÁRABES UNIDOS (05 de maio de 2020)** - Pelo menos 12 pessoas ficaram feridas num incêndio de grandes proporções deflagrado num prédio residencial de **48 andares** no emirado de Sharjah. O governo do emirado informou, num breve comunicado, que do sinistro resultaram 12 feridos leves, 7 deles socorridos no local e os demais transportados para o hospital, e que os bombeiros conseguiram evacuar o edifício e controlar o fogo. O incêndio teve início por volta das 21:00 horas na Torre Abbco e forçou a evacuação de vários edifícios na área. Imagens captadas nas ruas e

¹⁰ Disponível em: <https://www.cmjornal.pt/mundo/detalhe/pelo-menos-tres-mortos-em-incendio-em-predio-de-habitacao-em-honolulu-eua>. Acesso em: 08 set. 2020.

¹¹ Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/05/01/incendio-e-desabamento-do-predio-no-largo-do-paissandu-completa-um-ano-veja-o-que-se-sabe-sobre-o-caso.ghtml>. Acesso em: 04 set. 2020.

prédios vizinhos, publicados nas redes sociais, mostraram o edifício em chamas e fragmentos incandescentes caindo. Os órgãos de comunicação locais relataram que alguns desses fragmentos atingiram veículos estacionados nas proximidades do edifício¹².

Figura 1 – Edifício Wilton Paes de Almeida durante o incêndio



Fonte: Divulgação/Corpo de Bombeiros de São Paulo - G1 (2019)

A título de conhecimento, pesquisa feita pela NFPA a respeito de incêndios em edifícios altos (NFPA Research – High-rise building fires), publicada em novembro de 2016, aponta que no período de 2009 a 2013, os Corpos de Bombeiros dos EUA responderam a uma média de 14.500 incêndios estruturais por ano em edifícios altos, que causaram uma média anual de 40 vítimas fatais, 520 vítimas feridas, e um prejuízo à propriedade de 154 milhões de dólares.

Cinco grupos de ocupações corresponderam a quase três quartos (74%) dos incêndios em edifícios altos, conforme se verifica na tabela a seguir:

¹² Disponível em: <https://observador.pt/2020/05/06/varios-feridos-em-incendio-num-edificio-de-48-andares-no-dubai/>. Acesso em 04 set. 2020.

Tabela – Incêndios em edifícios altos/ocupação (EUA) – 2009 a 2013

OCUPAÇÕES	PERCENTUAL
Apartamentos ou outras habitações multifamiliares	62%
Hotéis	4%
Dormitórios	4%
Escritórios	2%
Instalações que cuidam de doentes	2%
Outras ocupações*	26%
TOTAL	100%

Fonte: NPFA Research - High-rise building fires, adaptada pelos autores

A maioria dos incêndios restantes (outras ocupações*) ocorreu em edifícios residenciais ou comerciais de uso misto (como restaurantes, lojas e garagens de estacionamento) ou prováveis erros de códigos de propriedades que não se enquadravam como edifícios altos (a exemplo de casas e galpões para uma ou duas famílias).

A pesquisa ressalta que edifícios altos são mais propensos a terem construções resistentes ao fogo e sprinklers do que edifícios menores. Tais proteções ajudam a prevenir a propagação do fogo (AHRENS, 2016, tradução nossa).

2 - PROBLEMAS ESPECÍFICOS

É difícil a solução para o combate efetivo aos incêndios nos edifícios altos, pois existem problemas específicos neste tipo de estrutura. A localização do incêndio, acesso ao edifício e condução das operações são atividades aparentemente simples quando o incêndio ocorre em edifícios de pequeno porte, porém se tornam difíceis quando se trata de edifícios altos. O combate a incêndio é dificultado pelas características de comportamento do fogo e sua propagação, bem como pelo tempo extra necessário para a operação. A inspeção e o planejamento prévio são de extrema importância.

2.1 Localização do fogo

O primeiro problema encontrado pelo bombeiro nos edifícios altos é a localização do incêndio. Nas pequenas estruturas o incêndio é facilmente visível. O tamanho da estrutura afeta tanto, que fontes de informações, além das visuais, são importantes. Quanto maior o edifício, maior a possibilidade de a informação ser enganosa ou incompleta. As comunicações devem ser interrompidas o menos possível, em razão da ansiedade em localizar o incêndio, devendo continuar até que a efetiva instalação do Posto de Comando no local tenha melhores condições para administrá-las.

2.1.1 Falha humana

Informações recebidas a respeito da localização do incêndio podem ser imprecisas. Por exemplo, uma pessoa que corre ao elevador para chegar em um determinado pavimento e encontra fumaça quando o elevador abre a porta, muito provavelmente confirmará o incêndio naquele pavimento. Porém o incêndio pode estar em qualquer outro pavimento.

2.1.2 Falha de dispositivo

Dispositivos ligados ao sistema de alarme contra incêndio podem ser ativados no pavimento muito acima da parte incendiada, em razão do calor acumulado neste local, e, deste modo, uma falsa localização do incêndio será transmitida. Esta transmissão pode ocorrer antes do dispositivo do alarme ser ativado no exato pavimento do incêndio. Portanto, em um incêndio, cujo aviso é feito apenas por um dispositivo automático, um sinal falso de localização pode, eventualmente, ser transmitido.

2.1.3 Evidência física

A evidência física de um incêndio em um pavimento não significa, necessariamente, que ele tenha se iniciado naquele pavimento ou que ele esteja nele contido. O incêndio pode ter se expandido de pavimentos inferiores através de dutos e

outros espaços abertos, como ocorre na propagação vertical, que é um tópico a ser discutido mais à frente neste trabalho. Um pequeno foco descoberto num pavimento pode ser apenas a evidência visível de um grande incêndio em outro pavimento.

A emissão de fumaça de uma abertura em duto não deve induzir o bombeiro a assumir de imediato que o incêndio se restringe ao sistema de dutos.

2.2 Acesso ao edifício

O acesso ao local do incêndio pelo Corpo de Bombeiros é tão importante que merece ser estudado de modo mais específico no Capítulo 8, ocasião em que se discutirá o problema com maiores detalhes. Neste momento será feita uma abordagem mais superficial a respeito do assunto.

2.2.1 Acesso normal

Os acessos externos à estrutura dos edifícios altos podem ser muito limitados. Prédios com recuos, áreas projetadas, espelhos d'água e estruturas frágeis cobrindo garagens e áreas de serviço, podem limitar significativamente a aproximação por autoescadas ou autoplatasformas (viaturas “aéreas”). Janelas fixas muitas vezes devem ser quebradas e o seu rompimento pode criar uma situação de perigo para o bombeiro que tenha que fazer isso.

É comum em alguns países, a exemplo dos Estados Unidos e Japão, a indicação das janelas fixas que podem ser quebradas em uma situação de emergência, normalmente marcadas com um “X”, uma Cruz de Malta ou alguma outra indicação pequena no canto inferior do painel. Algumas dessas janelas também podem ser abertas com chaves ou dispositivos especiais.

A menos que o incêndio no pavimento possa ser alcançado por uma autoescada ou autoplatasforma, o acesso pelo interior do edifício é mais prático por elevadores e escadas, normalmente localizados no saguão de entrada do edifício. As janelas de vidro devem ser quebradas apenas quando não houver outro meio de acesso.

2.2.2 Aproximação ao pavimento do incêndio

Em alguns casos, o acesso ao pavimento afetado pode ser tão difícil quanto o acesso à própria edificação, portanto, mesmo que o bombeiro tenha entrado no edifício, o problema de entradas forçadas não estará completamente resolvido.

As portas de saídas devem permitir abertura sem o uso de chave ou qualquer conhecimento especial ou esforço físico. Caso as portas se encontrem fechadas e as

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Problemas Específicos

chaves não forem imediatamente encontradas, podem ser feitas entradas forçadas utilizando-se equipamentos apropriados.

Poços de elevadores que não têm aberturas para todos os pavimentos podem estar instalados em muitos edifícios altos. Alguns elevadores neste tipo de construção podem servir, por exemplo, apenas os primeiros dez pavimentos, outros do 11º ao 20º pavimento, do 21º ao 30º e assim sucessivamente. Nestes casos eles podem ser usados para o transporte de equipes de bombeiros e de equipamentos pelas partes não envolvidas pelo incêndio, desde que seja feito de forma criteriosa, atentando-se para o aspecto da segurança.

Alguns edifícios podem não dispor de sinalização no saguão, indicando como os pavimentos são servidos pelos vários elevadores. As informações precisas de como os elevadores servem vários pavimentos são necessárias durante a operação de combate a incêndios. O bombeiro deve ser treinado para checar a indicação dos painéis contidos em cada elevador, para determinar quais pavimentos são servidos. A checagem errada da localização dos elevadores não apenas atrasa a atuação, mas também pode expor o bombeiro a um perigo desnecessário. Um edifício com janelas fixas pode limitar o incêndio internamente até que o bombeiro atue. Até então, a propagação interna pode estar ocorrendo de pavimento em pavimento no edifício, sem que haja comunicação com o exterior.

Quanto maior a quantidade da fumaça, menor é a visibilidade. A visibilidade durante o início do incêndio pode ser reduzida para apenas a altura dos pés, cobrindo todas as possibilidades de iluminação natural ou artificial quando a fumaça fica contida no interior do edifício. É essencial para o bombeiro o uso de máscara autônoma (com pressão positiva), bem como os demais equipamentos de proteção individual para localização do incêndio nesta situação. O deslocamento das equipes de socorro e de combate a incêndio nessas circunstâncias, de pouca visibilidade, deve ser feito com muita técnica e critério, pois existe a possibilidade de queda em aberturas existentes nos pisos ou paredes, podendo causar ferimentos ou fatalidades que passam a ser um novo problema a ser administrado.

Os edifícios sem janelas criam alguns problemas semelhantes aos de janelas fixas. Como não há luz natural, o bombeiro deve usar luz artificial para todas as atividades de combate. O planejamento prévio é necessário para conhecer a construção do edifício. Canalizações, sistemas elétricos e vários outros sistemas que correm nos forros são de difícil localização nos incêndios. Eles também contribuem para propagação do fogo e da fumaça. Muitos edifícios modernos contêm espaços confinados sobre os forros em cada um dos pavimentos, com áreas equivalentes às áreas dos respectivos pisos. Estes espaços contêm sistemas elétricos, encanamentos e sistemas de

duto para um pavimento específico. Em muitos casos, estes espaços fechados são utilizados para passagem dos dutos do sistema de ar condicionado. A maioria dos edifícios modernos tem um pequeno compartimento de distribuição em cada pavimento, para equipamentos que servem o próprio pavimento, conectado ao sistema maior.

Estes compartimentos são geralmente posicionados no centro dos pavimentos. Quando possível, na situação de incêndio, estas áreas devem ser checadas o quanto antes, já com uma linha de mangueira de combate, pois pode estar contribuindo na propagação do fogo para outros pavimentos. A possibilidade de um bombeiro ficar isolado, sem condições de avançar ou recuar, deve ser sempre avaliada, pois representa um grande risco!

2.3 Controlando a expansão da fumaça

A fumaça encontrada no incêndio consiste na mistura de oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono, algum monóxido de carbono e finalmente partículas de fuligem e cinzas. O poliuretano, policarbonato e outros materiais sintéticos contidos nos edifícios produzem fumaças tóxicas. O planejamento prévio deve familiarizar o bombeiro com o conteúdo dos edifícios. A fumaça representa um risco aos ocupantes nos incêndios dos edifícios e dificultam as operações de combate. O bombeiro deve saber como a fumaça se espalha e quais os efeitos que ela produz aos ocupantes do edifício, assim como o conhecimento do comportamento do fogo e suas propriedades características.

2.3.1 Expansão vertical da fumaça

A movimentação vertical da fumaça quente, que pode ocorrer através de aberturas verticais, deve ser considerada. Aberturas de escadas, poços de elevadores e sistemas de ar condicionado são canais para caminhamento da fumaça. Além disso, novos problemas têm sido criados com a utilização de áreas de forro para serviços especiais. Teoricamente, cada pavimento deveria atuar como barreira do incêndio de um pavimento para outro, porém, na prática, as aberturas não vedadas, feitas para passagem de vários equipamentos e serviços, permitem a comunicação do forro com o pavimento superior. Estes espaços para instalação de tubulações devem ser selados posteriormente com concreto ou outros materiais seladores. Na prática, se as selagens não são efetuadas, o resultado é a existência de edifícios resistentes ao fogo literalmente cheios de furos. As construções indevidamente seladas também permitem a passagem de fumaça de um pavimento para outro.

Nos edifícios fechados, quando não é possível o escape da fumaça para o exterior, a experiência tem demonstrado que ela se expande por pelo menos três pavimentos quando da ocorrência de um pequeno incêndio em um dos pavimentos. Após muitos

pavimentos terem sido preenchidos pela fumaça, encontrar o local do incêndio se torna um grande desafio.

2.3.2 Expansão horizontal da fumaça

Na edificação, o caminhamento da fumaça pode ocorrer horizontalmente através de dutos; espaços abertos, a exemplo de portas ou outras aberturas nas paredes; e sistemas de ar condicionado. A expansão da fumaça horizontalmente, através destes locais, ocorre rapidamente.

A razão para que a expansão da fumaça seja rápida é que uma vez coletada pelo sistema de ar condicionado ela é resfriada, fazendo com que não suba normalmente, mas se expanda horizontalmente tornando-se mais difícil a exata localização do incêndio. O sistema de aquecimento e ar condicionado formam um canal natural de distribuição de fumaça, permitindo sua passagem de um pavimento a outro. Sistema de controle de fumaça deve ser rapidamente acionado para prevenção de sua expansão. A fumaça densa faz com que as operações necessárias sejam demoradas. Uma rápida ventilação em edifícios modernos nem sempre é fácil de ser feita. As operações de salvamento pelo bombeiro equipado devem ser conduzidas rapidamente e também a ventilação, quando possível, para reduzir o risco à vida. Se as guarnições forem suficientes, a ventilação do local deve ser desenvolvida para rápida localização e extinção do incêndio.

Apesar da elevada temperatura e da quantidade de fumaça, é necessário que se desenvolvam, de modo urgente, as operações de salvamento. Tais fatores são os armadores de ciladas em razão da redução da visibilidade, dificultando as operações de salvamento. O problema da toxicidade da fumaça é muito maior em edifícios selados, quando não há ventilação natural.

2.4 Fator tempo

O principal fator que contribui para a grande perda por incêndio é o tempo requerido para a localização do fogo e o início das operações de combate. A experiência tem demonstrado que edifícios altos requerem guarnições de reforço, bem como equipamentos suficientes. Tendo em vista as várias ações exigidas no atendimento de uma ocorrência de incêndio em edifícios altos, a exemplo da busca e exploração por possíveis vítimas, a ventilação do local, o transporte de mangueiras e outros equipamentos, a recarga de cilindros de ar respirável e o combate propriamente dito, vários bombeiros são necessários logo no início do atendimento, principalmente se o edifício não dispõe de chuveiros automáticos ou brigadas de incêndio devidamente treinadas, que permitam um combate inicial logo no princípio do incêndio. O tempo extra, necessário para conseguir a quantidade de guarnições suficientes e de suporte necessário ao local do incêndio, pode ser um sério fator. Portanto, o despacho de viaturas

do Corpo de Bombeiros deve adequar recursos humanos e materiais para responder satisfatoriamente ao chamado de incêndio em edifício alto.

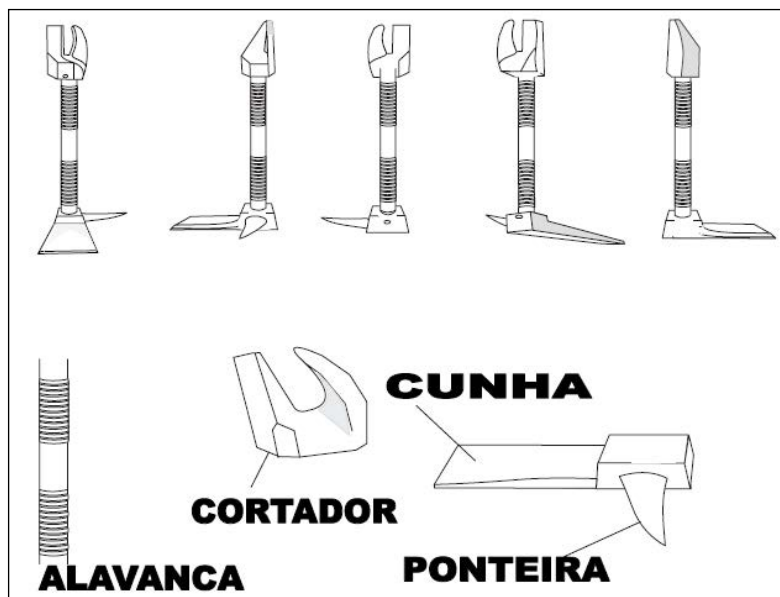
2.5 Guarnições e equipamentos necessários

O Corpo de Bombeiros pode ter a necessidade de empregar grande número de bombeiros para a rápida busca de pessoas em edifícios envolvidos pela fumaça e para início das operações de combate. Quanto mais altos são os edifícios tanto mais guarnições são requeridas. Planos de Auxílio Mútuo podem ser extremamente importantes para o suprimento dos recursos necessários.

A disponibilidade de equipamentos, tanto os de proteção respiratória como as ferramentas utilizadas para entradas forçadas, iluminação e comunicação, junto com suficiente reserva desses equipamentos e geradores, deve ser bem avaliada. O fator tempo é crítico. Primeiro, para obter-se o necessário equipamento e transporte para os pavimentos mais elevados e, segundo, para obter-se a reposição necessária, de modo a manter bombeiros eficientes e bem equipados. Os bombeiros desequipados se tornam ineficazes no cumprimento de sua missão.

Esta falta de equipamento, inicialmente, pode resultar na perda de performance das primeiras guarnições que chegam ao local, por inalação de fumaça ou mera exaustão, reduzindo a efetividade ou dificultando as operações de combate a incêndio e salvamento.

Figura 2 – Exemplo de ferramenta para a realização de entradas forçadas



Fonte: Manual de Fundamentos do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2. ed. (2006, p. 137)

3 - CALOR

Calor é a forma de energia que em contato com uma substância eleva sua temperatura ou altera seu estado físico.

Fisiologicamente, ele é o causador direto de queimaduras e outras formas de danos às pessoas, incluindo desidratação, fadiga e danos ao aparelho respiratório.

Além disso, o calor é o grande responsável pelos prejuízos causados em um incêndio, tanto ao edifício quanto ao seu conteúdo, por isso é extremamente importante seu controle, em especial com a realização de ventilação adequada.

3.1 Transmissão do calor

O calor e sua transmissão são responsáveis pelo princípio e propagação de muitos incêndios, também contribuindo para a perda de vidas, com mortes que são causadas pela inalação de gases quentes.

3.2 Absorção do calor

Tradicionalmente, os edifícios têm sido construídos em concreto armado com vedação de alvenaria, cuja tendência, na área da construção civil, é a redução da espessura das paredes. Em consequência, as paredes apresentam menor massa para absorver o calor, o que aumenta o risco de propagação do incêndio, uma vez que o calor não absorvido será transmitido de outras formas (convecção e radiação¹³) para outros pisos, através de aberturas verticais.

Nos edifícios modernos têm-se substituído o material de fachada tradicional pelas chamadas “pele” ou “cortina” de vidro, o que também pode não proporcionar adequada absorção do calor. É fundamental que a utilização de diferentes tipos de vidros, em conjunto com as esquadrias, ou seja, os “elementos envidraçados”, tenham o devido desempenho requerido de resistência ao fogo previstos nas regulamentações de segurança contra incêndio, de modo a garantir o funcionamento do conjunto numa situação de incêndio.

Graças ao avanço da regulamentação de segurança contra incêndio e o surgimento de novas tecnologias, já existem alternativas modernas e bastante viáveis para vedações das aberturas verticais, com a utilização dos chamados “selos corta-fogo” (firestops), tanto em *shafts* (dutos) quanto em fachadas com cortina de vidro nos espaços

¹³ Outros autores adotam “irradiação”.

vazios entre os pisos e a parede externa, reforçando a questão da “proteção passiva”, garantindo a devida compartimentação da edificação.

Guello (2018, p. 4) destaca que: “O selo corta-fogo é o responsável por vedar as aberturas onde haveria comunicação entre as áreas, constituindo elemento essencial para que a compartimentação ocorra”. Com relação às suas características, para ser considerado eficiente, acrescenta:

Suscintamente, o método de ensaio estipulado pela NBR 6479 determina que o selo corta-fogo tenha três características para ser considerado eficiente. Ele tem de ser isolante, não permitindo a passagem de calor; deve ser estanque, impedindo a passagem de fumaça; e, por último, deve ser íntegro, resistindo sem ceder numa situação de incêndio.

Figura 3 – Fachada com cortina de vidro



Fonte: Imagem de m227 por Pixabay (2013)

3.3 Confinamento do calor

Outra tendência dos edifícios modernos, com a utilização de condicionadores de ar, é a de não possuir praticamente escape de calor em situações de incêndio, o que contrasta com as edificações antigas que possuem janelas e outros tipos de aberturas que permitem a dissipação do calor pela ventilação natural.

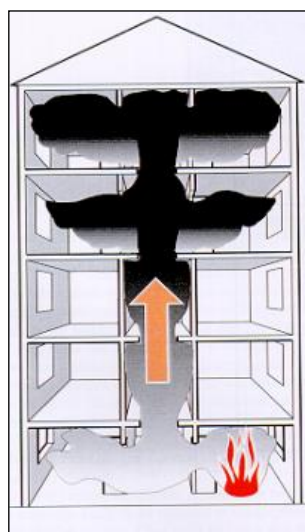
No caso dos edifícios modernos, a proporção de evolução do calor excede a proporção de dissipação, portanto, a ventilação controlada deve ser utilizada para reduzir os efeitos do calor acumulado.

3.4 Processo de propagação - “Efeito Cogumelo”

Os gases quentes sobem porque eles se expandem e pesam menos do que a atmosfera normal.

Dentro de um edifício, o calor e os produtos de combustão, através de aberturas interiores, sobem para as partes superiores para onde eles têm acesso, ocorrendo um processo de crescimento denominado “efeito cogumelo”, preenchendo os pavimentos com fumaça e calor. Os edifícios têm sido preenchidos completamente com calor e fumaça em razão da falta de ventilação natural ou pela ausência de um eficiente sistema de controle de fumaça. Abas verticais podem ser utilizadas para minimizar o efeito cogumelo do calor e da fumaça.

Figura 4 – Efeito Cogumelo



Fonte: Fire Service Manual *In*: Manual de Ventilação Tática (2006, p. 59)

3.5 Calor residual

Após a extinção de um incêndio e a ventilação do local sinistrado, sempre existe um calor residual acumulado nos componentes estruturais e no seu conteúdo. Sendo assim, há necessidade de eliminação desse calor residual, durante a operação de rescaldo, através da ventilação controlada ou resfriamento, a fim de evitar maiores danos e riscos de exposição ao calor.

3.6 Potencial de ocorrência do “Backdraft”

No caso de o calor ficar confinado em uma área e a temperatura dos materiais combustíveis contidos nesta área aumentarem até o seu ponto de ignição, esses materiais somente se ignizarão caso haja oxigênio em quantidade suficiente para tanto.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Calor

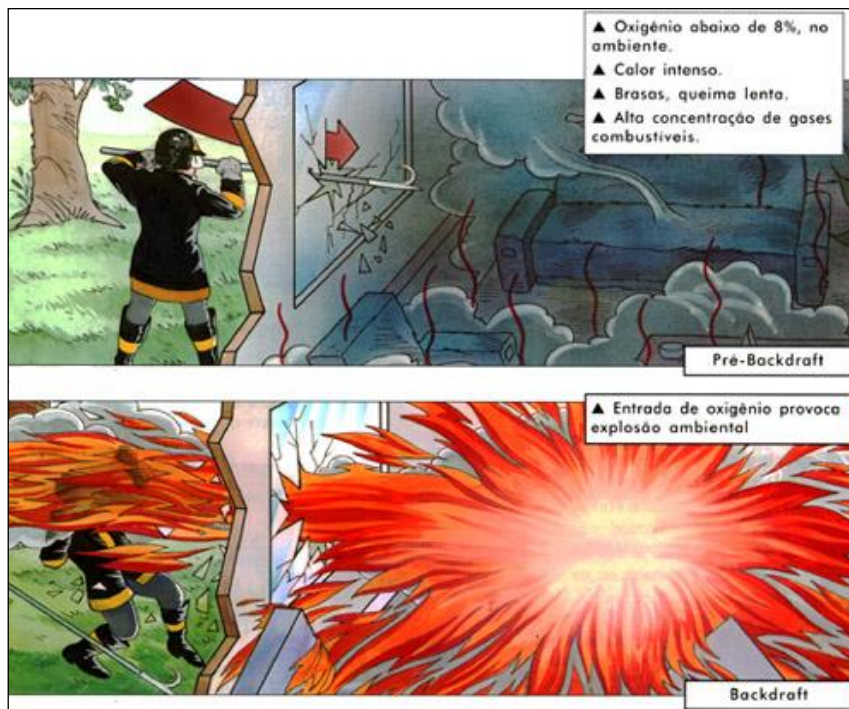
Nesta situação, existe uma condição perigosa por causa da possibilidade de admissão do suprimento de ar em quantidade suficiente para que haja uma ignição repentina dos materiais combustíveis. Este fenômeno é denominado "Backdraft".

Para prevenir a ocorrência dessa situação crítica, a ventilação deve ser providenciada, aliviando-se os gases e fumaça superaquecidos.

O bombeiro deve estar consciente desse potencial de explosão, devendo proceder cautelosamente nas áreas em que houver excesso de calor acumulado. Durante as operações de combate a incêndio e/ou salvamento, as portas devem ser abertas cuidadosamente, devendo ser fechadas rapidamente, para interromper o suprimento de ar para as áreas de extremo calor.

Antes da ventilação ser obtida nos edifícios sem aberturas, as áreas superaquecidas podem ser parcialmente resfriadas com a utilização de esguichos reguláveis, com jatos neblina, através de pequenas aberturas.

Figura 5 – Backdraft



Fonte: Manual de Fundamentos do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2. ed. (2006, p. 14)

3.7 Potencial de ocorrência do “Flashover”

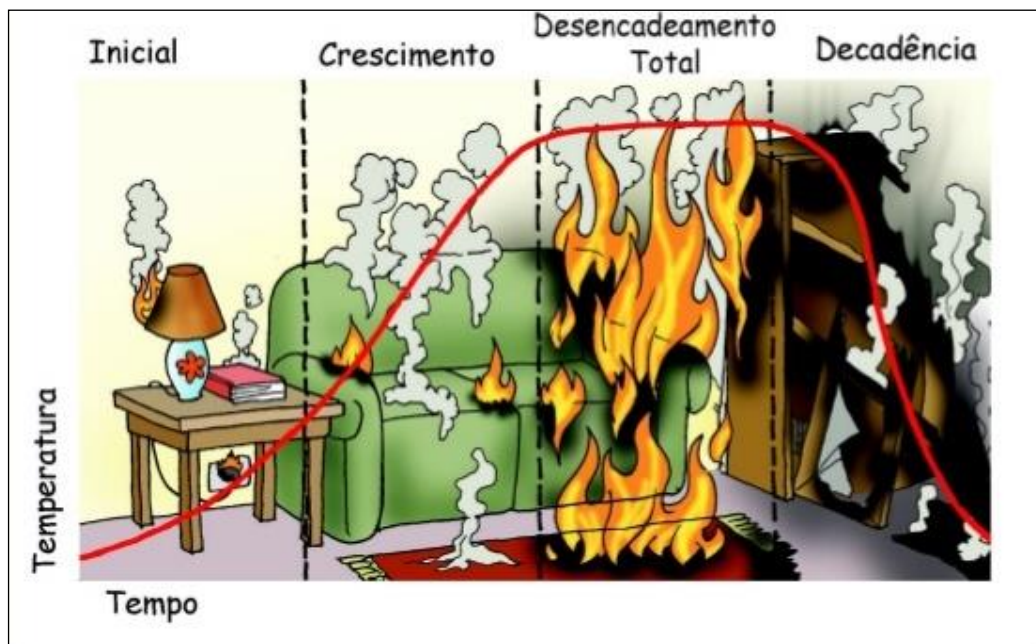
Nas áreas onde o calor não é suficiente para a ocorrência do Backdraft, podem surgir outras formas de ignição.

Problemática de Incêndio em Edifícios Altos - Calor

O revestimento acústico, painéis de madeira e outros materiais similares localizados próximo ao teto podem ter sua temperatura de ignição atingida antes do restante dos materiais combustíveis. Existe esse potencial de ignição apesar desses materiais poderem apresentar um baixo índice de propagação de chama.

Um ponto que ainda não é totalmente compreendido é a inter-relação entre as superfícies combustíveis. Os baixos índices de propagação de chama baseados em testes laboratoriais podem dar uma falsa sensação de segurança para os projetistas, proprietários e ocupantes dos edifícios, pois estes índices nem sempre revelam a real configuração e o uso do material no local. Quando ocorre o preaquecimento, a temperatura do material é gradualmente aumentada até atingir o seu ponto de ignição. Caso haja quantidade suficiente de ar, a inflamação generalizada ou “flashover” ocorre por toda a superfície superaquecida. Em qualquer situação, onde a temperatura ambiente desconfortável possa ser sentida na altura dos ombros dos bombeiros, pode existir um potencial de “flashover”. A região do teto, onde o calor é mais intenso, deve ser imediatamente resfriada, utilizando-se do esguicho regulável, para reduzir o potencial de “flashover”.

Figura 6 – A evolução do fogo



Fonte: Blog Bombeiros (2015)

A EVOLUÇÃO DO FOGO (Figura 6):

(1) **Fase inicial de crescimento do fogo;**

- (2) **Fase de inflamação generalizada ou flashover:** ignição superficial de objetos e materiais de construção e acabamento da sala e crescimento acelerado da temperatura interna;
- (3) **Fase do auge do incêndio:** combustão livre de todo o conteúdo da sala; e
- (4) **Fase de decadência e extinção:** fim do consumo do conteúdo combustível pelo fogo.

3.8 Potencial de exposição

Na maioria dos incêndios, a massa de ar aquecida é visível por causa das partículas de fumaça que esta carrega por convecção. No momento em que o bombeiro procura minimizar os efeitos da fumaça, simultaneamente o problema da transmissão do calor pela convecção é reduzido. O mesmo não ocorre com as outras duas formas de transmissão do calor: condução e radiação.

Teoricamente, os edifícios com vários pavimentos são construídos de tal forma que cada pavimento forma um compartimento, que por sua vez, pode ser dividido em vários outros menores (cubos).

Considerando-se o compartimento como um cubo (seis faces), o calor pode ser transmitido em 06 (seis) direções, por uma ou mais formas de transmissão do calor (convecção, condução e radiação) (Figura 7).

Figura 7 – Transmissão do calor



Fonte: Desenho dos autores (2020)

A propagação do calor aos edifícios adjacentes e mais altos deve ser evitada. O calor por radiação e convecção pode expor outros edifícios ao perigo quando o bombeiro

ventila o edifício incendiado. As janelas dos edifícios adjacentes devem ser fechadas para impedir a entrada do calor por convecção e o resfriamento das superfícies expostas pode ser necessário para reduzir os efeitos da radiação.

No edifício adjacente (onde não há incêndio), as linhas de mangueiras podem ser montadas para reduzir os efeitos da transmissão do calor, prevenindo a propagação do incêndio, através de lançamento de água no prédio incendiado.

A propagação do calor de pavimento para pavimento pode ocorrer através das janelas abertas ou sem proteção, podendo ser evitada por linhas de mangueiras nos pavimentos superiores. Mesmo quando a chama não "lambe" o pavimento superior, ainda assim podem ocorrer danos pelo calor e pela fumaça.

3.9 Efeitos do calor nas operações de combate

O calor do incêndio em um edifício pode contribuir para que haja fadiga dos bombeiros, além do risco de queimaduras, que podem ser provocadas não só pelo fogo, mas também pelo vapor quente d'água.

3.9.1 Fadiga

Em atmosfera quente, o bombeiro se cansa mais rapidamente. Uma reserva de pessoal deve ser prevista para revezar com os bombeiros fatigados, em intervalos frequentes.

3.9.2 Vapor

Os vapores condensados d'água diminuem a visibilidade e aumentam a umidade. A menos que a ventilação imediata seja efetuada, esta condição de calor e umidade persistirá por um longo período de tempo em um edifício fechado.

A exposição em atmosfera quente contendo mistura de gases é extremamente prejudicial à saúde por causa do aumento da suscetibilidade a queimaduras e danos ao aparelho respiratório pelo vapor quente. O bombeiro deve trabalhar com máscara autônoma e equipamento de proteção individual em atmosfera quente e úmida.

3.10 Acesso

O calor pode impedir o acesso a vários pavimentos ou compartimentos de um edifício. Isso se dá em função das elevadas temperaturas que podem ser alcançadas.

O acesso ao local do incêndio deve ser adiado até que a ventilação seja efetuada nos edifícios superaquecidos. Durante o trabalho de ventilação, o risco tende a aumentar, haja vista a possibilidade de ocorrência do "Backdraft".

3.11 Operações de salvamento

Os problemas de risco à vida nos pavimentos superiores são causados pelo "efeito cogumelo". A exposição ao calor excessivo combinado com a fumaça, além do desconforto térmico e dificuldade de respirar, pode provocar a hipertermia, com sensação de mal-estar, indisposição, fadiga e tontura.

Nos edifícios fechados o calor pode crescer a ponto de tornar-se insuportável a seus ocupantes. A rápida e adequada ventilação é imprescindível para livrar do edifício nessas condições.

3.12 Risco à vida

O bombeiro só deve entrar em atmosferas que ultrapassem a faixa de 50 a 55°C, desde que esteja com equipamento de proteção individual adequado, incluindo a proteção respiratória, podendo, assim, tolerar altas temperaturas por um curto período de tempo. Svensson (2008) apud Braga (2010, p. 7) destaca que “o corpo humano é afetado negativamente quando está submetido a temperaturas acima de 37°C podendo ocorrer desidratação, exaustão, câimbra e até mesmo um acidente vascular cerebral”.

3.13 Fator tempo

As operações nas áreas elevadas requerem maior tempo do que ao nível do solo. O calor é certamente o fator responsável por esse maior tempo requerido. O calor é continuamente gerado pelo incêndio e é confinado no edifício. Em consequência, mais áreas são expostas e mais materiais começam a se preaquecer. Nestas condições, os danos causados pelo incêndio aumentam rapidamente até que se obtenha o seu controle.

3.14 Danos do calor

O calor pode provocar danos em áreas remotas ao incêndio. Estes danos normalmente ocorrem no pavimento acima do incendiado ou no topo do edifício, quando ocorre o "efeito cogumelo".

O acúmulo do calor pode, eventualmente, causar o acionamento automático de sprinklers do pavimento localizado bem acima do incendiado, causando a difusão da água, danos e problemas nos pavimentos intermediários.

O calor acumulado pode também causar o acionamento do sistema de alarme, indicando uma falsa localização do incêndio. O planejamento prévio de incêndio deve incluir a identificação das áreas protegidas por alarmes automáticos de incêndios e considerar a possibilidade de alarmes falsos.

É extremamente perigoso responder à localização falsa nos pavimentos superiores ao daquele em que o incêndio efetivamente ocorre, antes que o controle das passagens verticais (dutos, escadas, fendas, etc) tenha sido efetuado. As passagens verticais devem ser controladas por ventilação, fechamento de portas e uso de mangueiras de incêndio.

O controle das passagens verticais impede a propagação de chamas, calor, fumaça e gases quentes e são absolutamente essenciais para manter uma rota de escape para o bombeiro que pode estar trabalhando no pavimento acima do incendiado.

3.15 Distorção dos componentes estruturais metálicos

A distorção nos componentes metálicos de um edifício pode ocorrer em razão do incêndio. Sendo assim, a proteção adequada das estruturas metálicas deve ser efetuada na fase de construção do edifício ou de sua reforma, observando exigências das disposições regulamentares existentes. Supervisões devem ser realizadas periodicamente neste tipo de estrutura.

3.16 Fragmentação do concreto

A fragmentação ocorre quando o calor transforma partículas de água contidas no concreto em vapor. A expansão da água para o vapor causa pequenos estouros, fragmentando o concreto.

Pedaços de concreto são, então, deslocados, criando um risco a todo pessoal. As áreas de extremo calor devem ser resfriadas para reduzir os riscos ao pessoal, bem como os danos às estruturas.

Silva (2019, p. 47), comentando a respeito da segurança das estruturas em situação de incêndio, destaca o “spalling” a que está sujeito o concreto submetido a um incêndio, o que também pode causar o colapso estrutural:

O aço e o alumínio têm resistência e módulo de elasticidade reduzidos [...] quando submetidos a altas temperaturas. O concreto, além da redução da resistência, pode perder área resistente devido ao “spalling”. O “spalling” é um lascamento da superfície do elemento de concreto submetido a um incêndio, devido à pressão interna da água ao evaporar-se e ao comportamento diferencial dos materiais componentes do concreto. Em concretos de alta resistência, a depender da idade/teor de água do concreto, pode ocorrer o “spalling” explosivo, pela maior dificuldade de percolação da água. O “spalling” reduz a área resistente do concreto e expõem a armadura ao fogo [...].

Durante as operações de combate a incêndio e mesmo durante o rescaldo, os bombeiros devem estar atentos para eventuais ruídos na estrutura do edifício, que podem ser indicações de possível colapso estrutural.

O Guia de Segurança Contra Incêndio Europeu (EU Fire Safety Guide, 2019, tradução nossa) ressalta a importância da segurança estrutural do edifício para a integridade física dos ocupantes e bombeiros:

No caso de um grande incêndio, a segurança estrutural do edifício deve ser garantida para que não desmorone sobre os ocupantes ou bombeiros. O teste de resistência estrutural ao fogo depende do uso do teste padrão de resistência ao fogo (ou seja, teste de forno) em elementos estruturais e conjuntos. Estruturas de segurança contra incêndio não são apenas uma questão de combustibilidade do material. O conhecimento atual permite o projeto de estruturas de segurança contra incêndio em concreto e aço, bem como em madeira, compósitos e elementos com produtos combustíveis.

3.17 Rompimento da tubulação de água

O fluxo da água através da tubulação metálica carrega o calor, impedindo o seu rompimento.

Se a água não flui ou ainda se a tubulação não é metálica ou resistente ao calor, esta pode se romper durante o incêndio.

Existem tubulações embutidas nas paredes, que também podem se romper, podendo-se perceber tal rompimento através da desproporção de água acumulada no piso abaixo do incendiado.

3.18 Rompimento de vidro

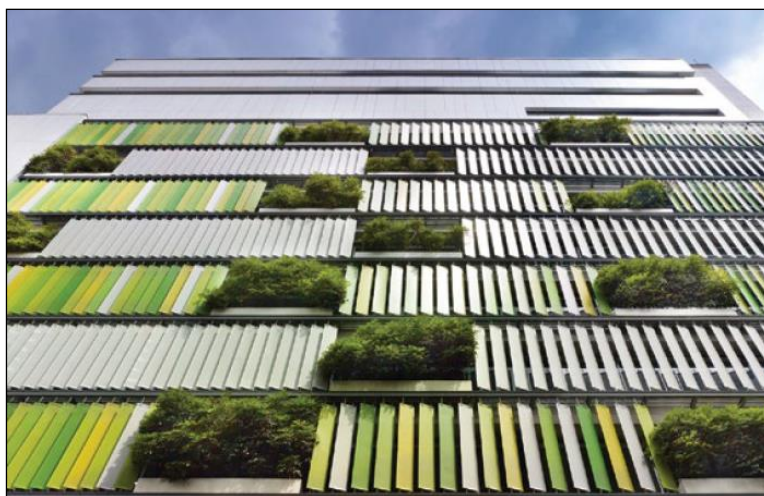
Os vidros podem se romper quando submetidos a elevação de temperatura, deslocando-se de suas estruturas, muito embora já existam elementos envidraçados resistentes ao fogo, com bom desempenho no caso de um incêndio. Canais de ventilação sem controle podem se formar quando os vidros são deslocados. O bombeiro deve estar consciente do risco à vida e dos problemas de propagação do calor que podem ser causados nessas condições.

3.19 Rompimento de suportes de acessórios

Numerosos acessórios podem ser instalados nos edifícios. Na maioria dos casos, certos acessórios requerem suportes, que geralmente são de aço sem proteção. Muitos

são ancorados nas janelas ou beirais. Tais suportes podem se romper sob as condições do incêndio. Os acessórios mais comuns e perigosos sob condições de incêndio são: aparelhos de ar condicionado de janela, painéis publicitários e quebra-sóis (brise soleil).

Figura 8 – Detalhe de fachada com quebra-sóis



Fonte: Hunter Douglas [2019 ou 2020, p. 7]

Condicionadores de ar nas janelas são instalados em muitas edificações antigas que têm sido modernizadas. Estas unidades pesadas são penduradas externamente ao edifício e ancoradas internamente. Os aparelhos de ar condicionado localizados nas janelas podem se soltar das estruturas em caso de incêndio e cair na rua, provenientes de um pavimento alto. As guarnições, ao passarem sob aparelhos de ar condicionado ancorados devem se afastar da zona de perigo, com cuidado, para não correrem riscos desnecessários.

Os painéis publicitários e quebra-sóis, assim como os aparelhos de ar condicionado oferecem risco tanto aos bombeiros como também aos curiosos e transeuntes. O planejamento prévio de incêndio e inspeções devem ser realizados para verificar as condições de risco dos suportes de tais acessórios em caso de incêndio.

3.20 Falhas elétricas

Os materiais de isolamento nas instalações elétricas podem se fundir com o calor, levando à ocorrência de curto-circuito e à progressiva falha no sistema elétrico do edifício. Além disso, o ar quente oferece menor resistência a passagem de corrente elétrica do que o ar frio.

A utilização de cabos elétricos resistentes ao fogo, com observância das normas técnicas e exigências das regulamentações de segurança contra incêndio, é

extremamente importante para a prevenção contra incêndios. A tendência é a exigência cada vez maior na aplicação/instalação de produtos certificados nas edificações, garantindo um bom desempenho em situações de incêndio.

3.21 Prejuízos ao conteúdo e acabamento

O calor (sem chamas) pode causar grandes prejuízos tanto ao edifício quanto ao seu conteúdo. Os danos causados ao acabamento interno e ao conteúdo devem ser somados às perdas por incêndio. O preaquecimento de materiais combustíveis nos outros pavimentos cria um grande potencial de propagação. Por exemplo, o tecido de algodão considerado seguro ou de baixa taxa de queima em temperaturas normais pode ser perigoso quando preaquecido.

O sedimento deixado pela fumaça pode ser facilmente removido por lavagem, porém os danos causados pelo calor são geralmente permanentes, tanto para os materiais de acabamento quanto para o conteúdo do edifício. Perdas significativas podem ocorrer caso o calor exceda 150°C, o que não é difícil de acontecer mesmo em incêndios de pequenas proporções. Os danos causados pelo calor em locais distantes do local do incêndio podem ser maiores que os danos do próprio pavimento do incêndio, o que pode ser minimizado com o controle de ventilação.

Atualmente, a regulamentação de segurança contra incêndio também exige o devido controle dos materiais de acabamento e revestimento das edificações, devendo possuir uma boa reação ao fogo, com base em dois critérios de avaliação: propagação de chamas e emissão de fumaça. Mitidieri (2019, p. 65) destaca que a NBR 16626/2017, da ABNT, estabelece os procedimentos para a classificação da reação ao fogo dos produtos de construção, incluindo produtos incorporados dentro dos elementos construtivos, não se aplicando a produtos empregados nas instalações elétricas e hidráulicas das edificações, exceto produtos de isolamento térmico, e acrescenta:

A classificação dos materiais, considerando o comportamento frente ao fogo, visa avaliar o desempenho dos mesmos ainda na primeira fase do incêndio (1ª Fase), ou seja, antes do momento da ocorrência da inflamação generalizada (2ª Fase), podendo-se, deste modo, controlar os riscos de crescimento e propagação do fogo no ambiente de origem. Como consequência, tem-se o prolongamento do tempo para o ingresso na segunda fase do incêndio, favorecendo a fuga dos ocupantes e as operações de combate e de resgate, ainda na primeira fase.

A aplicação de soluções retardantes de chamas, vernizes retardantes e tintas intumescentes, dentre outros produtos, tanto no material já acabado/instalado quanto no processo produtivo do material a ser instalado, demonstram eficiência em incêndios.

4 - FUMAÇA E GASES QUENTES

Este capítulo tem como objetivo esclarecer o comportamento da fumaça e gases quentes originários do incêndio e sua influência nas operações de combate a incêndio e de salvamento.

Tendo em vista os efeitos danosos que a fumaça e os gases quentes podem provocar, é vital aos bombeiros a utilização de adequado equipamento de proteção respiratória e de roupas de proteção individual.

4.1 Efeitos da fumaça e dos gases quentes

A fumaça e os gases quentes são produtos da combustão que se apresentam na forma gasosa (vaporizada).

Os materiais combustíveis em geral contêm carbono, que quando queimado forma o dióxido de carbono e o monóxido de carbono. Os principais fatores que determinam os gases formados durante uma queima são: a composição química do combustível, a porcentagem de oxigênio presente no meio para a combustão e a temperatura do fogo.

A fumaça e os gases quentes confinados num edifício durante um incêndio interferem no dimensionamento do problema, assim como no acesso e na visibilidade em operações de salvamento e de combate a incêndio.

Os produtos da combustão incompleta que se acumulam num edifício podem se ignizar instantaneamente na presença repentina de oxigênio, portanto, os edifícios devem ser rapidamente ventilados, prevenindo a ocorrência de tal fenômeno.

4.1.1 A falta de visibilidade

Durante os estágios iniciais de um incêndio, a fumaça e os gases quentes não são problemas tão sérios. Mesmo em edifícios hermeticamente fechados sempre existem áreas por onde a fumaça pode se dissipar. Assim, a visibilidade mantém-se a um nível aceitável. Entretanto, com a evolução do incêndio, as áreas para as quais a fumaça e os gases quentes se expandiram se tornam cheias e a visibilidade vai se reduzindo gradualmente e continuamente até que a ventilação seja efetuada. A falta de visibilidade pode situar as pessoas em edifícios tomados pela fumaça.

Os bombeiros devem ter suas atenções redobradas no interior da edificação nestes casos de visibilidade reduzida, em especial com relação a existência de possíveis shafts

abertos e a poços de elevadores desobstruídos, pois eventual queda acidental nesses locais pode ser fatal.

4.1.2 Toxicidade dos gases

Os edifícios hermeticamente fechados são capazes de reter toda a fumaça e os gases até que sejam ventilados. Os demais tipos de edifícios podem também reter os produtos da combustão em quantidade suficiente para serem considerados perigosos.

O incêndio produz inúmeros tipos de gases tóxicos, sendo o mais comum o monóxido de carbono. Uma pessoa exposta a concentrações de monóxido de carbono a um nível tão baixo como 1,3% no ar pode ficar inconsciente após duas ou três inalações e irá provavelmente morrer num intervalo de um a três minutos.

Adicionalmente, a formação dos produtos da combustão consome o oxigênio disponível no interior do edifício. A deficiência do oxigênio é prejudicial nas operações de salvamento e de combate a incêndio. As exposições de curta duração em atmosferas onde a presença do oxigênio foi reduzida de seu nível normal de 21% para aproximadamente 15% impede o desempenho apropriado do bombeiro e afeta seriamente o seu poder de decisão. A perda do poder de decisão sob estas condições é dificilmente percebida pelo próprio bombeiro. Casos documentados nos Estados Unidos citam bombeiros que comprometeram suas vidas inconscientemente após uma curta exposição em atmosfera com baixo nível de oxigênio. Em todos os casos os bombeiros acreditavam estar desempenhando suas tarefas normalmente, sem risco excessivo, porém, seus julgamentos eram incorretos.

Os principais prejuízos causados pela fumaça e gases quentes às pessoas são:

- a) a asfixia causada pela redução de oxigênio (O₂) e aumento de dióxido de carbono (CO₂) no ar;
- b) a intoxicação por gases como o monóxido de carbono (CO), o gás cianídrico (HCN), a amônia (NH₃), o ácido clorídrico (HCl) e o dióxido de enxofre (SO₂);
- c) queimaduras causadas pelos gases quentes nas vias respiratórias;
- d) irritações nos olhos e pulmões causadas pelas partículas em suspensão na fumaça.

Os quadros seguintes apresentam os efeitos causados por determinados gases ao ser humano:

Quadro 1 – Asfixia simples

GÁS	EFEITOS	PERIGOSO SE EXPOSTO A 30 ~ 60 MINUTOS	MORTE SE EXPOSTO POR 30 MINUTOS	MORTE EM MINUTOS
O ₂ (OXIGÊNIO)	(FALTA DE O ₂) Diminuição das atividades musculares e mentais, falta de ar, asfixia	-	-	6%
CO ₂ (DIÓXIDO DE CARBONO) (GÁS CARBÔNICO)	Falta de ar, asfixia	5 a 6,7%	-	20%

Fonte: New Guideline for Technics on Smoke Exhaust Systems (1987, p. 6)

Quadro 2 – Asfixia química

GÁS	EFEITOS	PERIGOSO SE EXPOSTO A 30 ~ 60 MINUTOS (ppm)	MORTE SE EXPOSTO POR 30 MINUTOS (ppm)	MORTE EM MINUTOS (ppm)
CO (MONÓXIDO DE CARBONO)	Impede a absorção do O ₂ pelo sangue, dor de cabeça, desmaio	1.500 a 2.000	4.000	13.000
HCN (GÁS CIANÍDRICO)	Impede a respiração das células, tontura, desmaio	100 a 135	135	270
H ₂ S (GÁS SULFÍDRICO)	Paralisia do aparelho respiratório, ataque da membrana mucosa dos olhos e aparelho respiratório	400 a 700	-	1.000 a 2.000

Fonte: New Guideline for Technics on Smoke Exhaust Systems (1987, p. 6)

Quadro 3 – Irritação

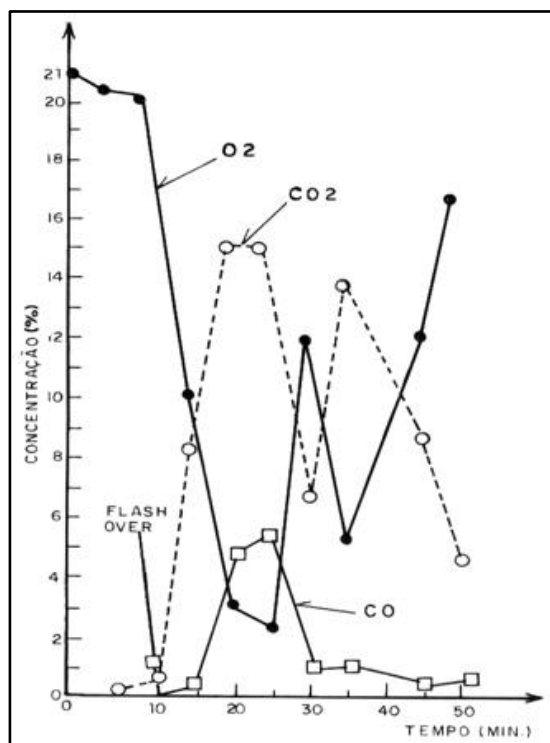
GÁS	EFEITOS	PERIGOSO SE EXPOSTO A 30 ~ 60 MINUTOS (ppm)	MORTE SE EXPOSTO POR 30 MINUTOS (ppm)	MORTE EM MINUTOS (ppm)
HCl (CLORETO DE HIDROGÊNIO)	Ataca a membrana mucosa dos olhos e do aparelho respiratório, asfixia pela destruição das vias respiratórias	1.000 a 2.000	-	1.300 a 2.000
NH ₃ (AMÔNIA)	Ataca a membrana mucosa dos olhos e vias respiratórias, edema pulmonar	2.500 a 4.500	-	5.000 a 10.000
HF (GÁS FLUORÍDRICO)	Ataca a membrana mucosa dos olhos e vias respiratórias, efeito corrosivo	50 a 250	-	-
HCN SO ₂ (GÁS CIANÍDRICO) (DIÓXIDO DE ENXOFRE)	Ataca a membrana mucosa dos olhos e vias respiratórias, edema pulmonar e da glote, asfixia devido ao fechamento das vias respiratórias	50 a 100	-	400 a 500
Cl ₂ (GÁS CLORO)	Ataca a membrana mucosa dos olhos e vias respiratórias, provoca asfixia e falta de ar devido a edema pulmonar, tosse, espirros e lacrimação	40 a 60	-	1.000
COCl ₂ (FOSGÊNIO)	Ataca as células das vias respiratórias e dos pulmões, falta de ar e asfixia devido a edema pulmonar	25	-	50
NO ₂ (DIÓXIDO DE NITROGÊNIO)	Ataca as células das vias respiratórias e dos pulmões, falta de ar e asfixia devido a edema pulmonar	117 a 154	-	240 a 775

Fonte: New Guideline for Technics on Smoke Exhaust Systems (1987, p. 6)

A figura seguinte apresenta a comparação da situação de concentração de O₂ (Oxigênio), CO₂ (Dióxido de Carbono) e CO (Monóxido de Carbono) durante um incêndio num compartimento revestido com material combustível (Figura 9).

O uso do equipamento de proteção respiratória é obrigatório para o bombeiro exposto à fumaça e gases quentes, a fim de proteger sua vida e garantir seu desempenho.

Figura 9 – Concentração (%) de O₂, CO₂ e CO num ensaio de fogo



Fonte: Tsujimoto (1984, p. 23)

4.1.3 Gases quentes

O calor é transportado para outras partes do edifício através da fumaça e gases quentes. A quantidade de calor transportada através deste meio é diretamente proporcional ao tempo durante o qual o calor é gerado e à distância que este percorre antes de se estagnar num pavimento superior. O calor carregado pelas partículas e vapores é absorvido pelo ar, pelo edifício e seu conteúdo, à medida que este se espalha pelo interior do edifício.

Os sistemas de proteção que são ativados pelo calor não impedem totalmente o alastramento da fumaça e dos gases quentes, pois estes sistemas geralmente não operam rápido o suficiente para que portas e dampers se fechem para bloquear a passagem da fumaça e gases. Tal afirmação é verdadeira especialmente em edifícios de múltiplos pavimentos onde a fumaça e gases quentes podem percorrer grandes distâncias e transferir calor para vários ambientes antes de ativar tais sistemas.

4.2 O Alastramento da fumaça e dos gases quentes

A fumaça e os gases quentes podem percorrer o edifício incendiado por meio da convecção e dos sistemas de ventilação e de ar condicionado ao se expandirem devido ao calor gerado pelo incêndio.

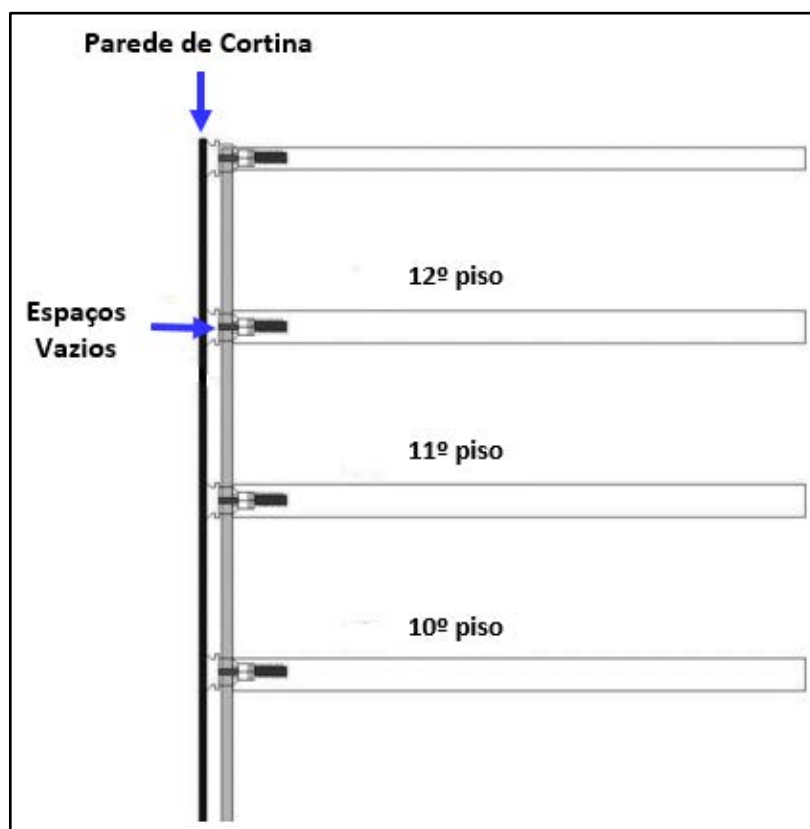
Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Fumaça e Gases Quentes

A circulação do ar aquecido através de um compartimento, de um pavimento ou de um edifício cria a transmissão do calor por convecção. O ar quente expande e sobe; portanto, a transmissão do calor por convecção ocorre naturalmente na direção vertical, no sentido ascendente. Porém, uma corrente de ar natural ou artificial pode levar o calor por convecção a qualquer outra direção.

O alastramento vertical do calor, fumaça e gases quentes é facilitado pelas aberturas como escadas, dutos de ventilação e de serviço que atravessam os pavimentos. O principal meio de alastramento são as escadas abertas, sem proteção, porém, dutos de serviços, assim como dutos de elevadores, também são meios vulneráveis quando não possuem selagem (dutos de serviços) ou portas estanques à fumaça em cada pavimento que servem (dutos de elevadores).

Edifícios com construção mais recente costumam ter paredes de cortina externas construídas de vidro ou metal pré-moldado ou painéis de alvenaria, sendo comum a existência de espaços vazios entre o piso e a parede externa. A instalação de “firestops” nestes espaços vazios são imprescindíveis para evitar o alastramento vertical do calor, fumaça e gases quentes.

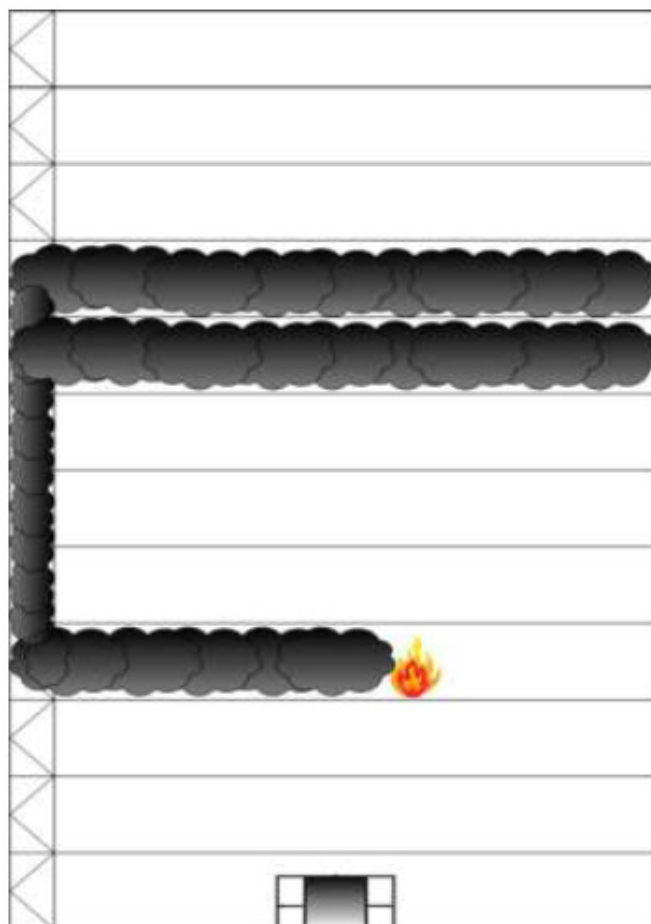
Figura 10 – Edifícios com paredes de cortina externas



Fonte: Firefighting (2013, p. 10), adaptado pelos autores (2020)

Até que o efeito chaminé normal (ou empilhamento da fumaça para cima do piso real do incêndio) seja obtido através das aberturas verticais, o alastramento horizontal da fumaça e gases será bastante rápido. Mesmo que a fumaça suba verticalmente de pavimento para pavimento, o rápido alastramento horizontal ocorre em cada pavimento à medida que a fumaça perde calor e, conseqüentemente, o poder de flutuação.

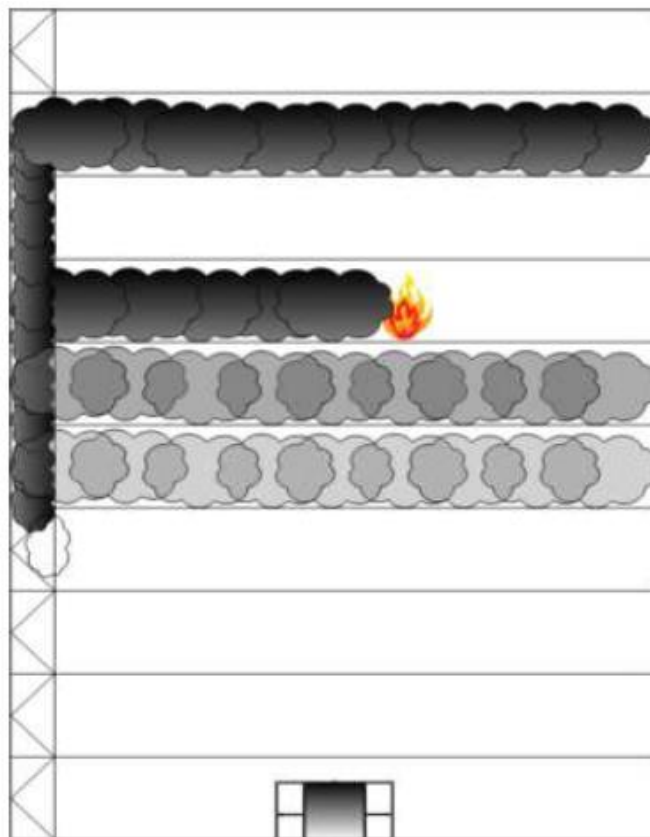
Figura 11 – Efeito chaminé normal



Fonte: Firefighting (2013, p. 31)

Os efeitos climáticos como a temperatura e a umidade relativa do ar também afetam o alastramento do calor e da fumaça no interior do edifício. Em dias quentes e secos a fumaça tende a subir rapidamente (efeito chaminé normal) e pode se mover para longe do edifício, porém, dias frios e de alta umidade podem impedir a subida natural da fumaça e gases, permitindo a permanência dos mesmos por mais tempo no edifício, ocorrendo o chamado “efeito chaminé inverso”, com a migração da fumaça para níveis de piso abaixo do piso real do incêndio.

Figura 12 – Efeito chaminé inverso



Fonte: Firefighting (2013, p. 32)

4.3 A estratificação da fumaça e dos gases quentes

Nos edifícios altos herméticos, como nenhum "vazamento" normalmente ocorre, toda a fumaça e gases quentes produzidos se acumulam em vários níveis até que o edifício seja ventilado. O planejamento prévio de incêndio deve incluir táticas e estratégias que possam lidar com: a ventilação, as perdas devido ao incêndio e os problemas de risco à vida humana e sua relação com a fumaça estratificada.

Os produtos da combustão sobem pelo edifício através de qualquer abertura vertical até que sua temperatura seja reduzida devido à temperatura do ambiente ao redor. Quando esta temperatura de estabilização é atingida, a fumaça e os gases quentes formam camadas ou nuvens no interior do edifício.

Estas nuvens densas de fumaça normalmente se formam em níveis inferiores ao último piso. Pode ocorrer, por exemplo, um incêndio em um edifício de 17 pavimentos, com origem no 2º subsolo, e a fumaça densa se formar no 10º, 11º, e 12º pavimentos. Se a ventilação desta fumaça estabilizada for efetuada pelo topo do edifício através da

criação de correntes de ar na caixa de escadas e nos pavimentos preenchidos com fumaça, é bem possível que o incêndio seja extinto antes mesmo que o calor levasse a nuvem para o último pavimento.

O efeito "cogumelo" que é normalmente esperado nos pavimentos superiores não ocorre em edifícios altos até que um calor suficiente se acumule para mover para cima a camada de fumaça e gases quentes formada nos pavimentos inferiores.

4.4 Exposição interna e externa

O bombeiro deve considerar a exposição interna e externa ao calor, ao utilizar a ventilação para retirar a fumaça dos edifícios. A rota de ventilação pode ser controlada para que as partes não afetadas do edifício não fiquem expostas ao calor e fumaça, impedindo perdas desnecessárias devido à tática de ventilação imprópria.

Os edifícios adjacentes e mais altos devem ser protegidos da penetração do calor, fumaça e gases quentes pelas janelas e outras aberturas. Linhas de mangueiras podem ser necessárias no interior desses edifícios para amenizar os efeitos da radiação e das chamas diretas, devendo ser instaladas antes da operação de ventilação.

4.5 Potencial de explosão

Até que os edifícios sejam ventilados, os produtos da combustão incompleta e o calor se acumularão em vários pavimentos. O perigo de exposição aos gases acumulados é maior em edifícios herméticos. Se a fumaça e os gases quentes estão acima de sua temperatura de ignição, eles poderão se ignizar explosivamente quando houver um repentino suprimento de oxigênio. Se a explosão ocorrer, as janelas provavelmente se quebrarão e a ampla oferta de oxigênio contribuirá para o alastramento do incêndio. Uma cuidadosa coordenação de táticas de confinamento, ventilação e extinção é necessária para prevenir a explosão de produtos da combustão incompleta.

4.6 Perigo à vida humana

É sabido que as mortes causadas por inalação de gases quentes em incêndios são mais frequentes do que mortes de todas as outras causas combinadas. Os ocupantes das áreas onde a fumaça está presente devem ser rapidamente evacuados em todos os casos.

Pinheiro (2020) chama a atenção com relação a maior causa de mortes em incêndio não em decorrência das queimaduras, mas sim por conta da inalação de fumaça:

Em situações de incêndio, a maioria das pessoas automaticamente relaciona as mortes e os ferimentos com as queimaduras pelo fogo.

Entretanto, a principal causa de morte e necessidade de internação hospitalar de indivíduos expostos a incêndios ocorre devido às injúrias causadas pela inalação de fumaça. Cerca de 80% dos óbitos são por inalação de vapores e produtos químicos, principalmente monóxido de carbônico e cianeto.

4.7 O perigo do pânico

As mortes causadas pelo pânico ocorrem quando os ocupantes de um edifício são levados a acreditar que o incêndio está presente onde ele não existe. A fumaça num edifício de múltiplos pavimentos pode criar esta suspeita e causar medo. O medo é contagioso e quanto maior o número de ocupantes, maior é o potencial de pânico. Como os edifícios altos modernos abrigam uma população diária de 100 pessoas ou mais por pavimento, o perigo de pânico sob condições de incêndio e fumaça é um fato.

A maioria das pessoas conhecem somente um caminho para entrar e sair dos edifícios altos onde trabalham ou moram. O acesso é geralmente através do hall de entrada, seguido do elevador, atravessando o corredor, para finalmente chegarem aos seus escritórios ou apartamentos. Sob condições de incêndio, outros meios de saída são geralmente desconhecidos ou subestimados.

Durante o movimento das pessoas em direção a um caminho conhecido, existe pouco perigo de pânico, porém, quando o movimento ordenado é interrompido por algum motivo, o pânico pode se desenvolver. A interferência no movimento ordenado pode ser causada pelo calor, pela visibilidade reduzida, a excessiva espera de elevadores, a demora na abertura de portas, etc. Quando ocorre pânico, as pessoas não se comportam racionalmente. O resultante "empurra-empurra" para utilizar as saídas conhecidas pode rapidamente congestioná-las e isolar todos em certas áreas em particular. Assim, o planejamento prévio de incêndio deve incluir procedimentos para evacuação dos ocupantes das edificações por meios de escapes alternativos.

A prática de simulação de evacuação de emergência dos ocupantes e um desenho da planta do pavimento colocado num local visível em cada pavimento, mostrando as saídas alternativas, pode ser usada com vantagens em edifícios altos. Aos administradores dos edifícios deve ser atribuída a responsabilidade sobre a segurança dos respectivos ocupantes.

4.8 Danos causados pela fumaça

A perda de bens materiais é grande nos locais onde há estratificação da fumaça. As pequenas partículas de carbono e alcatrão que fazem a fumaça visível, se depositam em todas as superfícies expostas do edifício e seu conteúdo. Quanto maior o tempo de

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Fumaça e Gases Quentes

permanência da fumaça no edifício, maior o depósito destas partículas. Adicionalmente, a condensação de vapor de água causa problemas de oxidação. A rápida ventilação é a principal solução para estes problemas.

O potencial de perdas em edifícios herméticos é diretamente proporcional ao tempo que a fumaça permanece no interior do edifício. Como não há muito "vazamento" para o exterior, um incêndio na fase inicial, sem ventilação, pode encher todos os pavimentos com fumaça. A fumaça que se estratifica nas primeiras fases do incêndio pode ser transportada mecanicamente pelo sistema de ar condicionado para outras partes do edifício.

Adicionalmente, como o calor é crescente, mais áreas são afetadas pela estratificação e o sistema de ventilação e ar condicionado alastra mais ainda a fumaça produzida.

Os sistemas mecânicos de calefação e ar condicionado fornecem passagens e correntes de ar para o alastramento da fumaça e gases quentes. Os dampers (registros) instalados no sistema de dutos e controlados por fusíveis termossensíveis geralmente não podem impedir o rápido alastramento da fumaça para as áreas servidas pelo sistema de calefação. Os sistemas de ar condicionado apresentam o mesmo problema com relação aos controles dos dampers. Adicionalmente, muitos sistemas de ar condicionado são projetados para utilizar o espaço acima do forro de cada pavimento como tomada de retorno de ar. Neste caso, o desenvolvimento de fumaça com alta concentração tóxica e gases quentes em vários pavimentos pode ser esperado. A concentração de calor requerida para ativar os dampers demora para se acumular nestes sistemas de retorno de ar, mais do que em sistemas formados totalmente de dutos, devido à grande área disponível para a dissipação do calor.

Finalmente, quando o calor cresce e os pavimentos superiores ficam envolvidos, a condição familiar do "efeito cogumelo" completa o processo de preenchimento do edifício com fumaça e gases quentes. Devido ao total confinamento da fumaça no interior do edifício, grandes perdas podem ocorrer somente em função disso.

Os danos devido à exposição da fumaça devem ser previstos em todos os pavimentos de um edifício alto hermeticamente fechado.

Uma estratégia deve ser desenvolvida tendo em mente esta ideia, pois as táticas de ventilação usuais não são viáveis nos edifícios herméticos. As janelas que não podem ser abertas não devem ser quebradas sem levar em consideração que os estilhaços das mesmas podem se transformar em "guilhotinas" para os bombeiros e transeuntes situados abaixo. A quebra de janelas muito acima do piso térreo cria uma situação onde

os estilhaços podem voar a grandes distâncias. Tal situação de perigo deve ser minimizada no planejamento estratégico de combate ao incêndio.

Caso as janelas necessitem ser quebradas, as áreas logo abaixo, ao nível térreo onde possam correr o risco de serem atingidas, devem ser previamente evacuadas. Esta tática requer uma coordenação ostensiva com a polícia e uma boa sincronização para prevenir acidentes graves ou mortes.

As comunicações de rádio, através de equipamentos portáteis, devem ser estabelecidas entre os bombeiros localizados nos pavimentos superiores e aqueles que estão trabalhando no térreo ou ao nível do solo, antes que qualquer janela seja quebrada para ventilação.

Os danos causados pela fumaça em edifícios antigos onde não existem centrais de ar condicionado nem janelas fixas são muito mais fáceis de se controlar. O "vazamento" natural da fumaça e gases quentes ajuda na redução do problema. Este vazamento pode normalmente ser visto de fora do edifício e geralmente auxilia o Comandante das Operações no dimensionamento do problema. O pavimento de origem do incêndio e outras áreas onde a fumaça está se acumulando podem ser rapidamente identificados. Após a chegada do bombeiro, a ventilação cruzada dos pavimentos superiores onde a fumaça pode se estratificar é facilmente obtida pela abertura das janelas e com a operação de exaustores de fumaça, quando necessários.

4.9 Sistema de controle de fumaça

As atuais regulamentações de segurança contra incêndio exigem, em especial para os edifícios com altura superior a 90 m, a exemplo de hotéis, escritórios e hospitais, um "sistema de controle de fumaça", com dispositivos que promovem a extração (mecânica ou natural) dos gases e da fumaça do local do incêndio, controlando a entrada de ar (ventilação) e prevenindo a migração de fumaça e gases quentes para as áreas adjacentes ainda não atingidas pelo incêndio.

O controle de fumaça é realizado, basicamente, por meio de duas providências: pela introdução de ar, que pode ser mecânica ou natural, e pela extração da fumaça, normalmente mecânica, por meio de equipamentos e dispositivos.

O sistema de ventilação ou ar condicionado de uso normal da edificação pode ser utilizado de modo polivalente, ou seja, atendendo à função para a qual normalmente foi projetado e também atender à função de controle de fumaça mecânico.

O acionamento do Controle de Fumaça normalmente se faz por dispositivos automáticos, atrelados ao Sistema de Detecção de Fumaça, ou por dispositivos manuais.

5 - RISCO À VIDA

Os incêndios em edifícios altos representam grande risco à vida de seus ocupantes.

Por conta disso, é extremamente importante que as rotas de fuga estejam bem sinalizadas e desobstruídas, de modo a permitirem uma eficaz e rápida saída dos ocupantes do edifício para uma área segura em casos de incêndios, bem como é fundamental a existência de alternativas de meios de saída.

5.1 Ocupação do edifício

O tipo de ocupação do edifício é um dos itens que determina a gravidade do problema do risco à vida humana em caso de incêndio. A maioria dos edifícios comerciais altos tem ocupação mista. Geralmente, os edifícios altos são projetados e construídos antes que os seus ocupantes assinem o contrato de aluguel ou compra. Na conclusão da obra, espaços de tamanhos variados são alugados para um número diferente de locatários. Paredes internas, móveis e outros objetos são, então, instalados de acordo com o tipo de locatário.

As inspeções destes locais devem ser efetuadas para verificação do layout, lotação e capacidade de armazenamento em todos os pavimentos.

A idade e condições físicas dos ocupantes também devem ser avaliadas, para determinar quanto o bombeiro pode ajudar e qual a orientação que seria necessária para evacuar as pessoas para um local seguro.

Alguns edifícios oferecem sérios riscos somente durante o dia enquanto outros oferecem maior risco durante a noite.

Deve-se supor que alguns riscos à vida existem em qualquer edifício de grande porte.

Edifícios que têm as escadas de emergência de difícil acesso oferecem sérios riscos quando estão ocupados.

Os riscos à vida estão relacionados ao uso do edifício e são diretamente proporcionais à sua altura, carga de incêndio e número de ocupantes.

O número de ocupantes em muitos edifícios altos é subestimado.

Não é incomum ter 100 (cem) ou mais pessoas em cada pavimento de um grande edifício comercial. Se o edifício excede 25 pavimentos, a população total, neste caso

particular, pode exceder a de muitas comunidades, como se fosse uma cidade verticalmente concentrada, com toda sua população presente.

5.2 Problemas de salvamento

Para que as operações de salvamento tenham sucesso, o bombeiro deve antecipar as situações em que as vítimas podem ser encontradas. Uma vez que o incêndio é somente um dentre vários incidentes de risco para a vida humana, o bombeiro deve ser treinado para atender todos os tipos de salvamento.

Os problemas principais enfrentados pelo bombeiro são: evacuação dos ocupantes, controle dos ocupantes, estabelecimento de áreas seguras (áreas de refúgio) e falta de tempo.

5.2.1 Evacuação dos ocupantes

As pessoas devem ser removidas das áreas perigosas. Quanto mais alto o edifício, maior a população, o que dificulta significativamente a operação de evacuação.

Existem pessoas que são capazes de deixar o edifício durante uma emergência sem assistência, ou seja, que não tenham dificuldades de locomoção. Durante o incêndio, elas podem solicitar orientação do bombeiro para alcançar um local seguro.

Por outro lado, existem pessoas que não são capazes de deixar o edifício sem assistência em situações de emergência e inclui aquelas pessoas que dependem de muletas, cadeiras de rodas, deficientes visuais ou auditivos, etc, ou seja, que tenham dificuldades de locomoção. Também se incluem neste grupo as mulheres grávidas, os idosos e as crianças.

Na prática, pessoas temporariamente incapacitadas por doenças agudas ou excesso de álcool ou drogas e pessoas confinadas por razões de segurança devem ser consideradas como dependentes de assistência.

Em um salvamento, a prioridade deve ser dada às pessoas que dependem de assistência, devendo-se prever também, nestes casos, a necessidade de descanso. MacLennan et al. (2008) apud Reis (2014, p. 49) demonstram que “uma percentagem significativa de população, compreendendo principalmente idosos, pessoas de mobilidade reduzida e obesos não consegue descer mais de 135 metros sem descansar (equivalente a 15 andares)”.

Reis (2014, p. 50), acrescenta a possibilidade de utilização de elevadores de emergência para a evacuação:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Risco à Vida

Com base noutros estudos e, variando, com o tipo de atividade do edifício, assume-se que o número de andares a percorrer, sem descansar, deverá estar compreendido entre os 15 e os 20 andares, ainda assim algumas pessoas terão dificuldades em deslocar-se pelas escadas. O que pode significar que acima desse nível, deverão existir elevadores a utilizar em situação de emergência, pelo menos, para essas pessoas.

Muito embora já exista uma tendência na utilização de elevadores convencionais para a evacuação das pessoas de um edifício alto, apesar das limitações em função das próprias condições do incêndio, no tocante ao calor e redução da visibilidade, que podem influenciar diretamente na operação e funcionamento de tal meio de transporte, representando um grande risco às pessoas, o que se recomenda é a utilização de elevadores de emergência, que possam ser operados por bombeiros durante as operações de combate a incêndio e salvamento, e não os elevadores comumente utilizados no dia a dia das pessoas, que não são dotados das mesmas características de segurança.

Reis (2014, p. 52), citando outros autores, ressalta várias indagações a respeito de algumas questões que ainda não são totalmente claras com relação à utilização de elevadores em situação de incêndio:

Apesar de existirem algumas tendências do uso de elevadores em situação de emergência ainda não são claras algumas questões que a seguir se apresentam: como é que a educação, ao longo de mais de 30 anos, que alertou o público contra o uso de elevadores para a evacuação pode ser alterada? [...], como evitar a superlotação dos elevadores? [...] como convencer os ocupantes a utilizar um método de evacuação em detrimento de outro? [...] como os ocupantes reagem à exigência de esperar algum tempo por elevadores? [...] deverá existir uma ordem de prioridades de evacuação? Se sim que grupos sociais têm mais prioridade? Qual o grau de prioridade que as pessoas com deficiência deverão ter face à restante população? [...] o elevador pode esperar por indivíduos mais lentos na evacuação? [...] e Como superar os possíveis problemas de confusão e ansiedade? [...].

A regra para a saída das pessoas de edifícios altos numa situação de incêndio é a saída pela escada de emergência, mesmo porque uma das primeiras ações do procedimento de intervenção operacional dos bombeiros em incêndios é o desligamento da energia elétrica do local sinistrado de imediato, a partir de sua chegada ao local. A utilização de elevadores convencionais para a saída das pessoas pode resultar na morte dessas pessoas em seu interior.

A sinalização de emergência é extremamente importante para auxiliar as pessoas em seus deslocamentos no interior do prédio numa situação de incêndio, conduzindo-as devidamente para a rota de fuga (escada de emergência).

O Guia de Segurança Contra Incêndio Europeu (EU FIRE SAFETY GUIDE, 2019, tradução nossa) chama a atenção para a importância da evacuação dos ocupantes de um edifício no início de um incêndio, como primeira prioridade:

Se um incêndio começar e não puder ser interrompido imediatamente, a evacuação segura dos ocupantes de um edifício é a primeira prioridade. Ter acesso a boas rotas de fuga, bem iluminadas, próximas e livres de fumaça, e conhecê-las, é essencial. Portanto, as rotas de fuga devem ser incluídas no projeto do edifício como parte de uma abordagem holística da segurança contra incêndio.

5.2.2 Controle dos ocupantes

As pessoas que estão sendo evacuadas devem estar sob controle durante e depois de terem sido removidas para uma área segura.

Elas não podem ser autorizadas a entrar novamente nas áreas de perigo ou arriscar-se em outras áreas, uma vez que foram levadas para uma área segura.

A colocação de pessoas adequadamente em lugares estratégicos nos vários pavimentos do edifício pode ajudar no controle das pessoas que são evacuadas, caso contrário, pânico e interferências com as operações do bombeiro fatalmente ocorrerão.

5.2.3 Estabelecimento de áreas seguras

Existem quatro motivos que podem impedir a evacuação das pessoas até o nível da rua:

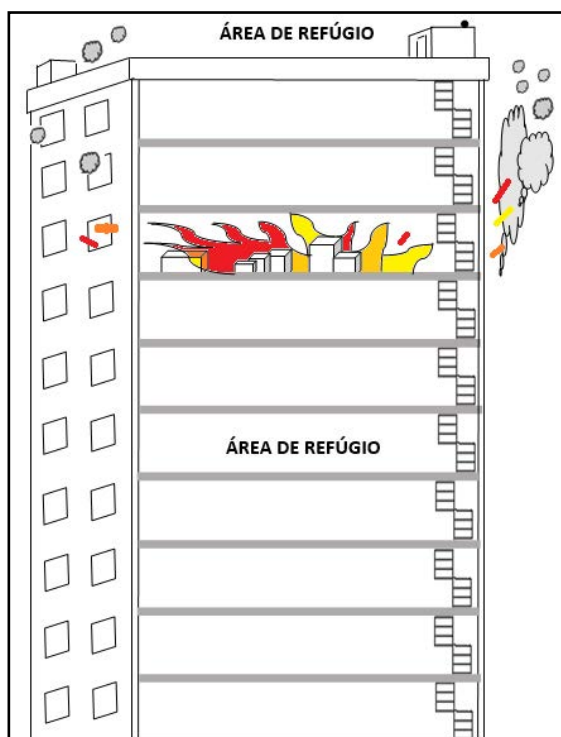
- 1) Interrupção da fuga por produtos de combustão;
- 2) Indisponibilidade de bombeiros ou brigadistas no momento da necessidade de evacuação;
- 3) Incapacidade física das pessoas descerem muitos lances de escadas; e
- 4) Falta de tempo hábil para a evacuação rápida de um grande número de pessoas.

Se o incêndio está, por exemplo, localizado num pavimento elevado de um edifício alto, pode-se estabelecer um lugar seguro a pelo menos 3 pavimentos abaixo do

incendiado ou na cobertura, desde que esses locais apresentem condições mínimas de segurança aos seus ocupantes e de acordo com o plano de abandono próprio (Figura 13).

Groner e Levin (1992) apud Reis (2014, p. 50) sugerem que nas áreas de refúgio dos edifícios os ocupantes sejam informados sobre a situação do incêndio, “de modo a ser mantido um nível de ansiedade tolerável”.

Figura 13 – Áreas de refúgio em incêndios em edifícios



Fonte: Willians (1976), adaptado pelos autores (2020)

O salvamento com helicópteros no topo do edifício não é recomendado, a não ser que os ocupantes estejam em perigo iminente e haja condições propícias para isto.

Normalmente, os ocupantes podem permanecer na cobertura por um longo período se não estiverem expostos a fumaça ou condições atmosféricas adversas e desde que sob a supervisão do bombeiro.

5.2.4 Falta de tempo

O tempo é o fator mais importante em qualquer operação de salvamento. Muitas outras operações do bombeiro podem ser adiadas até que as pessoas estejam longe de áreas perigosas. O tempo requerido pelo pessoal do Corpo de Bombeiros para transportar pessoas para o térreo através de longas escadas é muito dispendioso, podendo levar vários minutos.

Rotas de fuga até áreas seguras devem ser estabelecidas para economizar o tempo, que é precioso.

O treinamento do abandono da edificação por meio de exercícios simulados periódicos é essencial, de modo a familiarizar as pessoas com as rotas de fuga, buscando, ao máximo, a redução do tempo de abandono (evacuação).

5.3 Uso das saídas

Devemos lembrar que muitas pessoas não estão cientes das várias saídas disponíveis nos edifícios. As pessoas normalmente entram pelo elevador, vão para um certo pavimento e andam por um caminho conhecido até o apartamento ou escritório. Elas normalmente não se preocupam em descobrir outros caminhos para sair do edifício.

Se o serviço de elevador é interrompido e as luzes dos corredores se apagam, as pessoas podem ter dificuldades para achar a escada de emergência, caso os sistemas de iluminação e sinalização de emergência não sejam eficientes.

A fumaça no interior dos corredores cria problemas similares. O potencial de pânico sob estas condições é muito grande.

A educação das pessoas a respeito dos tipos e localizações das saídas disponíveis é uma função dos responsáveis pela segurança do edifício (corpo de segurança, brigadas de incêndio, etc), preparando a população fixa ou mesmo flutuante para uma possível situação de emergência. Deve-se dar ênfase ao fato de que as portas que dão acesso às escadas podem estar indevidamente trancadas acima do pavimento térreo.

5.3.1 Capacidade das saídas

A saída de emergência, de acordo com a NBR 9077/2001, é todo caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

A capacidade de saída de um determinado pavimento pode estar distribuída em várias escadas. As regulamentações de segurança contra incêndio, de um modo geral, levam em conta os seguintes quesitos para o dimensionamento das saídas: uso da edificação, distâncias máximas a serem percorridas pelos usuários numa situação de emergência e lotação. Além de permitir o abandono seguro do edifício pelos seus ocupantes, é desejável que o projeto de saídas de emergência também proporcione às

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Risco à Vida

equipes de salvamento e de combate a incêndio um fácil acesso ao seu interior, o que pode ser decisivo no salvamento de vidas e na redução das perdas patrimoniais.

Silva e Corrêa (2019, p. 83) destacam as condições que devem estar as saídas de emergência para o sucesso do abandono do prédio:

[...] as saídas de emergência devem apresentar todas as condições de uso das pessoas, mantendo-se desobstruídas, com abertura facilitada e com descarga para área externa segura. Essas condições são essenciais para o sucesso do abandono do prédio, assim, essas saídas de emergência devem ser mantidas e testadas frequentemente pelos responsáveis pela edificação, bem como serem conhecidas do público em geral, estarem visíveis e bem sinalizadas.

E acrescentam observação importante quanto ao risco que as saídas de emergência não desobstruídas representam às pessoas:

Não raras as vezes que as saídas de emergência se encontram trancadas ou obstruídas, colocando em risco os usuários das ocupações. Os motivos alegados são muitos, mas principalmente os proprietários mantêm as saídas alternativas trancadas por motivo de segurança patrimonial, que se sobrepõem, equivocadamente, à segurança física das pessoas. Outro motivo é a falta de conhecimento das pessoas em geral (falta de treinamento e educação), o que afeta sobremaneira a prevenção, colocando em risco as pessoas (SILVA E CORRÊA, 2019, p. 83).

5.3.2 Pavimentos de descarga

A identificação do pavimento no interior das escadas é vital para os ocupantes e bombeiros. A sinalização nas portas das escadas e nas antecâmaras deve indicar não só o pavimento em que o ocupante ou o bombeiro se encontrem, mas também qual pavimento dará acesso à rua ou outra área de refúgio.

Essa identificação acaba servindo até mesmo como referência para orientação de localização e deslocamento dentro do prédio, principalmente nas condições adversas num cenário de incêndio com a presença de calor e fumaça.

5.3.3 Outros meios de saída e áreas de refúgio

Os elevadores de emergência podem ser utilizados tanto para salvamento, na evacuação do edifício, conforme já comentado, quanto para combate a incêndio, agilizando o transporte de pessoas e equipamentos dos bombeiros. Tais elevadores, que

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Risco à Vida

possuem características específicas, previstas na regulamentação de segurança contra incêndio, podem estar localizados em pontos remotos dos regularmente utilizados, nem sempre conhecidos pelos usuários da edificação, que normalmente também não têm familiaridade com o método de operação dos mesmos.

É recomendável que os edifícios, a partir de determinada altura, possuam áreas de refúgio no seu interior, em pavimentos intermediários, possibilitando melhor aproveitamento das saídas de emergência em operações de salvamento. As regulamentações de segurança contra incêndio também indicam as características técnicas de como devem ser as áreas de refúgio, em especial quanto a resistência ao fogo que suas paredes devem possuir.

Os Códigos de Edificações e as regulamentações de segurança contra incêndio exigem a instalação de escadas de emergência, de modo a garantir a rota de fuga de seus ocupantes. Adicionalmente, escadas "de serviço" poderiam ser instaladas, o que seria de grande ajuda nas operações de combate ao incêndio e de salvamento.

Autoescadas e plataformas aéreas podem ser utilizadas para a retirada de pessoas dos pavimentos inferiores do edifício, de acordo com os limites de alcance dos equipamentos do Corpo de Bombeiros, cujos integrantes devem conhecer, a fim de evitarem erros táticos tanto para o salvamento quanto para o combate a incêndio.

5.4 Acesso para salvamento

O acesso do Corpo de Bombeiros para operações de salvamento em edifícios altos é extremamente importante para o resgate de possíveis vítimas. O acesso para o bombeiro envolvido nas operações de salvamento pode ser restringido pela altura do edifício, tráfego de veículos, movimento de pessoas, portas ou saídas bloqueadas, quebra-sóis, terreno, fumaça e calor.

O controle do transporte vertical (elevadores e escadas) pelo bombeiro deve ser estabelecido antes da operação de salvamento poder ser adotada acima do pavimento do incêndio.

Regulamentações mais modernas de Segurança Contra Incêndio, a exemplo das Instruções Técnicas (IT) nº 05 (Segurança contra incêndio – urbanística) e 06 (Acesso de viatura na edificação e áreas de risco) do Corpo de Bombeiros de São Paulo, já exigem questões de urbanística e de acesso de viaturas, em especial quanto a largura das ruas, capacidade de suportar o peso das viaturas e também a altura de eventuais portais existentes na entrada de empreendimentos, que se não observada, pode impedir a entrada de alguns equipamentos mais próximos ao edifício sinistrado, limitando a atuação do bombeiro.

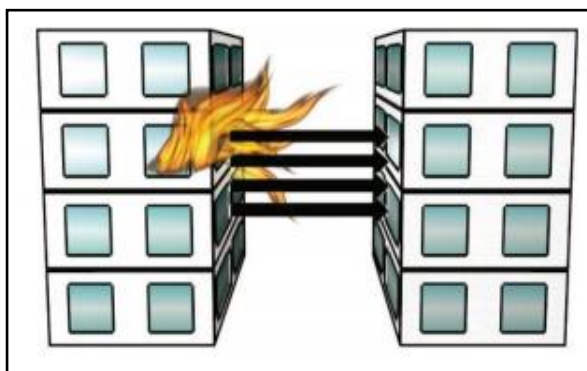
6 - PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO

A propagação dos produtos do incêndio - chama, calor, fumaça e gases - pode criar sérios problemas tanto aos ocupantes quanto à própria edificação. A propagação pode ser de origem externa ou interna. O clima, a diferença de altura entre edifícios, as diferenças construtivas, a idade da construção e as condições do edifício têm grande influência na propagação do incêndio.

6.1 Definição

A propagação é uma situação onde uma edificação ou parte dela pode se ignizar devido a um incêndio em outra edificação adjacente ou dentro dela mesma em locais estanques a um foco de incêndio. As condições de propagação podem variar tanto que, geralmente, não é prático estabelecer regras que se apliquem a todas as condições. Problemas de propagação em edifícios altos variam proporcionalmente à altura e porte do edifício. Regulamentações de segurança contra incêndio normalmente estabelecem as distâncias a serem respeitadas, a fim de minimizar o potencial de propagação entre edificações vizinhas, além de medidas de compartimentação para evitar a propagação interna.

Figura 14 – Potencial de propagação entre edificações adjacentes



Fonte: IT-07 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019, p. 2)

6.1.1 Propagação de origem externa

Em áreas onde edifícios de vários pavimentos se encontram próximos a outros, pessoal e equipamentos adicionais devem ser mobilizados para proteger os edifícios expostos ao perigo do incêndio originário de edifício adjacente. Em muitas cidades, a força de combate a incêndio é muito pequena para cobrir todos os problemas apresentados em edifícios altos de vários pavimentos. Um planejamento adequado dos métodos para prover bombeiros e equipamentos necessários passa a ser parte de toda a estratégia. Até certo ponto, a falta de pessoal pode ser superada através de acordos de

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Propagação do Incêndio

ajuda mútua, métodos efetivos de convocação das equipes de folga e estabelecimento de um plano de chamada de bombeiros voluntários devidamente treinados. Acordos de ajuda mútua podem incluir provisões para chamada de equipes de folga e de bombeiros voluntários de outras jurisdições. Qualquer método para suplementar o pessoal de serviço deve ser levado em consideração quando o edifício alto apresenta problemas de proteção à propagação para edificações circunvizinhas.

É possível que um incêndio localizado na parte mais baixa de um edifício se propague aos pavimentos mais altos. Os bombeiros podem ser posicionados nos pavimentos acima do incêndio para evitar que chamas se propaguem verticalmente. Este fenômeno da "lambida" das labaredas de pavimento para pavimento, que causa sérios problemas e muitos danos, pode ocorrer em muitos incêndios. Os edifícios modernos que não apresentam projeções entre pavimentos para proteger as fachadas de vidro são também vulneráveis a este fenômeno, principalmente nos casos em que existam espaços abertos entre o final da laje e a cortina de vidro, ou seja, sem a vedação necessária. Em edifícios mais antigos, a transmissão de calor e fumaça para os pavimentos superiores através de janelas abertas, apesar de não haver a "lambida" das chamas, também pode causar sérios danos. Muito semelhante a este problema é o problema das chamas, calor e fumaça entrando nos edifícios adjacentes. Um plano para prevenir a propagação do incêndio pelo exterior deve ser incluído no dimensionamento da operação de combate e em todas as estratégias.

6.1.2 Propagação de origem interna

As perdas devido a propagação pelo interior do edifício são, frequentemente, consideráveis. Em edifícios mais antigos, com caixas de escadas abertas, a probabilidade de perdas devido ao calor e fumaça é significativamente grande, bem como em edifícios novos, que muito embora possuam escadas enclausuradas, não mantêm suas portas corta-fogo devidamente fechadas. Apesar das chamas poderem ficar confinadas a um pavimento, o calor e a fumaça podem causar danos em outras partes do edifício. Táticas rápidas e efetivas para livrar o edifício deste calor e fumaça são as únicas maneiras de minimizar o problema. A efetividade da operação de ventilação influirá diretamente nas perdas provocadas pelo incêndio.

Os problemas de propagação pelo interior do edifício são também agravados quando o incêndio se localiza acima do nível de alcance da base de operação de combate. A situação ideal é aquela em que os bombeiros fiquem posicionados acima do incêndio, para o estabelecimento e controle dos canais de ventilação. Equipamentos individuais de proteção respiratória, linhas de mangueiras de proteção, o bom senso e um esforço de grupo devem ser cuidadosamente coordenados e dirigidos pelo Comandante das Operações.

6.2 Efeitos do clima

O clima tem uma grande influência na propagação do incêndio. Obviamente, o perigo de propagação pelo exterior é muito menor durante o frio e em tempo chuvoso do que em clima quente e seco. Porém, os incêndios podem evoluir sem serem detectados durante longos períodos de tempo em condições de frio e/ou chuva, principalmente durante a noite. Incêndios localizados na parte superior de edifícios altos são frequentemente descobertos só em fase avançada. As pessoas raramente olham para cima, a menos que haja uma razão para tal. Frequentemente, o tempo chuvoso, de ventania, ou de frio, que mantêm os pedestres fora das ruas, e as janelas fechadas nos edifícios altos, podem atrasar a descoberta dos incêndios até que as chamas se pronunciem para fora do edifício e possam ser vistas à distância. Em algumas regiões, o problema da inversão térmica ocorre em certos dias do ano, diminuindo a visibilidade fora do edifício em chamas. Adicionalmente, camadas de ar invertidas causam nuvens de fumaça que se acumulam ao nível do piso dos pavimentos, fazendo com que a ventilação do edifício seja mais difícil de ser efetuada. Correntes forçadas de ar através de equipamentos de ventilação podem ser necessárias para solucionar o problema. Outros métodos para manter esta fumaça densa e relativamente fria fora do edifício devem ser considerados.

Durante extensos períodos de calor e seca, o aumento da facilidade de queima dos materiais combustíveis é um problema bastante conhecido. Tanto a propagação do incêndio pelo interior como pelo exterior se torna mais susceptível. A exigência de um grande emprego de equipamentos e de pessoal durante estes períodos deve incluir provisões para melhorar a resposta a incêndios em áreas elevadas, para a proteção adequada. É exatamente nesse período de seca que grande parte dos recursos humanos e materiais dos Bombeiros acaba sendo destinada para áreas de matas, rurais ou urbanas, pois é o tipo de incêndio que prevalece nesses períodos (incêndio em vegetação), mas o risco de incêndios em edifícios altos nessas condições de calor e seca há que ser levado em conta no planejamento. O Manual Técnico de Bombeiro nº 46 (2006, p. 54) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (Meteorologia aplicada aos serviços de bombeiros), destaca a realização de ações de combate a incêndios florestais (incêndio em vegetação) no período de estiagem: “[...] execução de ações de combate a incêndios florestais são realizados durante todo o ano, especialmente no período de estiagem, que normalmente ocorre entre os meses de junho a outubro”.

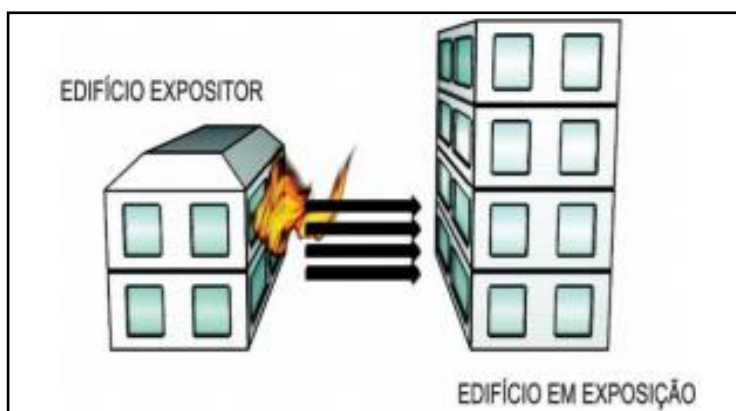
6.3 Efeitos da diferença de altura entre edifícios

A diferença de altura entre edifícios causa vários problemas de exposição. Em muitos casos, o problema pode ser resolvido através de cortinas de água com jatos direcionados para as fachadas dos edifícios adjacentes ou por meio da colocação de

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Propagação do Incêndio

linhas de mangueiras levadas pelas guarnições ao interior do edifício adjacente ao incendiado para prevenir a propagação do incêndio. A entrada da fumaça e do calor também deve ser inibida nas áreas do edifício acima e adjacente ao edifício onde ocorre o incêndio. Este problema pode ser particularmente grave se o vento leva calor e fumaça para os edifícios adjacentes. Guarnições de apoio devem ser acionadas rapidamente para fechar e proteger janelas que ofereçam passagem do calor, das chamas e da fumaça para os mesmos.

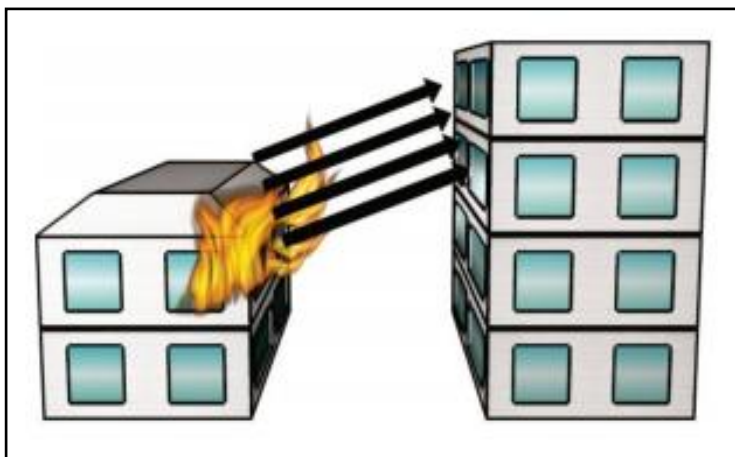
Figura 15 – Problemas de exposição entre edifícios de diferentes alturas



Fonte: IT-07 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019, p. 3)

Em edifícios modernos, o problema de propagação para edifícios circunvizinhos é geralmente menor porque as janelas são fixas. Tais janelas, enquanto intactas, oferecem uma barreira contra a fumaça e calor de convecção. A diferença de altura pode resultar, porém, em propagação direta das chamas ou concentrações de calor irradiante, e que pode requerer maior cuidado de guarnições adicionais em certos pavimentos dentro de um edifício exposto.

Figura 16 – Propagação de incêndio entre edifícios de diferentes alturas



Fonte: IT-07 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019, p. 2)

6.4 Efeitos das diferenças construtivas

Um edifício é projetado de modo a preencher especificações que foram estabelecidas para o mesmo. Nesta fase de desenvolvimento, os conceitos de engenharia são aplicados para assegurar que uma estrutura segura seja construída. Total consideração deve ser dada para as dimensões, os materiais de construção, as saídas, espaçamento, sistema estrutural, carga de incêndio e outras exigências. O bombeiro deve entender como esta engenharia se aplica limitando a propagação do incêndio, o controle do potencial de conflagração e as considerações de segurança à vida. O tipo de construção (tipologia construtiva), idade, condições e a carga de incêndio de um edifício em chamas afetam o desenvolvimento do incêndio.

Problemas de propagação causados por aberturas verticais sem proteção, tais como poços de elevadores e caixas de escadas abertas em edifícios antigos são bem conhecidos. O calor, fumaça e chamas são carregados para cima através destes canais verticais, expondo ao perigo os pavimentos superiores. As perdas patrimoniais durante incêndios neste tipo de edifício são geralmente muito altas e os maiores incêndios normalmente ocorrem nestes edifícios que contêm aberturas verticais desprotegidas. O rápido controle do alastramento das chamas, da fumaça e do calor deve ser efetuado através de táticas coordenadas de ventilação e do uso de linhas de mangueiras no interior do edifício para prevenir a propagação do incêndio e os prejuízos decorrentes. Problemas de aberturas verticais podem também existir em edifícios mais novos.

Construções não vedadas adequadamente podem criar um problema de exposição interna muito grave entre pavimentos. Quando o espaço ao redor das linhas de serviço dentro do shaft não é preenchido, pode haver redução na resistência da estrutura ao fogo.

6.5 Idade da construção

A idade de um edifício pode criar muitos problemas de propagação. Edifícios mais antigos podem não funcionar apropriadamente devido ao tempo de uso, alterações e falta de manutenção. Adicionalmente, os edifícios antigos geralmente atraem invasores devido ao declínio de seu valor imobiliário, não havendo, portanto, investimento em segurança, o que tende a aumentar a possibilidade de incêndio e rápido alastramento do fogo.

A modernização dos edifícios antigos pode criar problemas específicos para o bombeiro. A formação de espaços confinados por forros falsos, colocação de novas fachadas sobre as antigas e de divisórias internas é muito comum. A instalação de forros falsos tem criado canais por onde as chamas podem se propagar rapidamente e longe das vistas dos ocupantes. O revestimento de materiais estruturais combustíveis com

materiais incombustíveis também pode criar áreas onde o fogo pode se desenvolver significativamente antes de ser descoberto.

6.6 Condições do edifício

As condições gerais de uma edificação devem ser consideradas, a fim de se definir o problema da exposição ao fogo e fumaça, particularmente do ponto de vista da vida humana. Aparelhos de ar condicionado de janela, conjunto de letreiros e painéis luminosos antigos devem ser sempre considerados de alto risco à vida humana, pois estes podem ser empecilho para o combate ao incêndio pelo exterior e também podem ruir durante um incêndio.

A determinação das condições de todas as instalações fixadas nas fachadas e janelas dos edifícios é bastante importante durante a fase de planejamento prévio de incêndio.

As construções modernas, que enclausuram as escadas e outras aberturas verticais, têm resolvido vários problemas de combate ao fogo. Os incêndios em edifícios modernos são de mais fácil contenção em poucos andares do que em edifícios antigos, que possuem escadas abertas.

A utilização de materiais que retardam a propagação das chamas tem ajudado na redução de perdas por incêndio.

O grau de severidade de alguns incêndios pode ser estimado através da determinação da carga de incêndio contida no edifício.

Ono, Valentin e Venezia (2008, p. 130) definem a carga de incêndio como sendo:

[...] a soma das energias térmicas possíveis de serem liberadas na combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos. A carga incêndio específica é o valor da carga incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em MJ/m². Por meio do cálculo da carga incêndio é possível estimar a severidade do incêndio na edificação.

Os tipos de edificações podem ser classificados de acordo com a sua carga de incêndio em baixo, médio ou alto risco. Regulamentações de Segurança Contra Incêndio no Brasil normalmente indicam as seguintes cargas de incêndio para tal classificação de potencial de risco: até 300 MJ/m² (baixo); entre 300 e 1.200 MJ/m² (médio) e acima de 1.200 MJ/m² (alto).

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Propagação do Incêndio

A NFPA 101 - Life Safety Code define os potenciais de risco de incêndio das edificações, de acordo com a carga de incêndio, da seguinte forma:

- Low Hazard (Baixo Risco): Aquele de combustibilidade tão baixa que nenhum incêndio pode se propagar no seu interior.
- Ordinary Hazard (Médio Risco): Aquele que tende a queimar com rapidez moderada e a produzir um volume considerável de fumaça.
- High Hazard (Alto Risco): Aquele que tende a queimar com extrema rapidez ou explodir.

Ono, Valentin e Venezia (2008, p. 130), ressaltam a importância da escolha dos materiais de revestimento que irão compor o projeto da edificação:

Na fase de especificação dos materiais de revestimento que irão compor o projeto da edificação, deve-se ter em mente que materiais combustíveis podem produzir e propagar chamas, calor e fumaça rapidamente em caso de princípio de incêndio. É necessário conhecer alguns critérios para a escolha desses materiais, para que se possa optar por produtos com boas características de reação ao fogo (pequena produção de calor e fumaça e baixa taxa de propagação superficial de chama).

A problemática dos incêndios em edifícios herméticos com sistema de ar condicionado central, que contêm apenas ocupações de baixo risco, não pode ser subestimada, pois, nestes casos, o calor e outros produtos da combustão podem ficar contidos no interior do edifício e se o incêndio passar despercebido por um longo período de tempo, o calor pode aquecer os materiais combustíveis até uma temperatura superior à de ignição. Sob tais condições, basta um pequeno suprimento de ar para criar um incêndio de grandes proporções, instantaneamente.

A experiência também tem demonstrado que quando os materiais com baixa propagação de chama são preaquecidos a uma temperatura próxima a de sua ignição antes de serem expostos às chamas, estes se ignizam e queimam rapidamente, tal como um material classificado como de rápida propagação. Tetos de forros falsos com baixa propagação de chama têm se ignizado e proporcionado alastramento das chamas rapidamente sob condições de preaquecimento. Isto também aumenta a possibilidade de explosão devido à entrada súbita de ar no ambiente.

Ono, Valentin e Venezia (2008, p. 130), chamam a atenção dos fabricantes de materiais de construção para o fato de que devem estar aptos a fornecer a carga incêndio

dos seus produtos, mas também seus índices de reação ao fogo, permitindo, assim, a especificação de materiais que possuam melhor desempenho diante do fogo.

6.7 Fachadas com painéis combustíveis

O catastrófico incêndio ocorrido em 14 de junho de 2017 no edifício residencial “Grenfell Tower”, em Londres, que provocou a morte de 79 moradores, trouxe à tona a discussão a respeito da utilização de materiais combustíveis no revestimento de fachadas. Conforme comentado no Capítulo 1, uma reforma realizada no edifício em questão renovou suas paredes exteriores com a aplicação de um sistema que combinava painéis compostos de alumínio e plástico de polietileno com espuma isolante. O fogo teve rápida propagação vertical em suas paredes externas, propagando-se também para o interior do edifício, destruindo toda sua estrutura.

Esse fato chamou a atenção de autoridades no mundo todo, despertando a necessidade de revisão das edificações existentes para avaliação dos riscos potenciais de incêndio por conta desse tipo de revestimento.

Haja vista a grande quantidade de edifícios altos com tais revestimentos, em especial nas grandes metrópoles, há necessidade da adoção de uma metodologia que possibilite suas inspeções, de modo a priorizar eventuais remediações que sejam necessárias para uma eficaz prevenção contra incêndios, facilitando a tomada de decisão por parte das autoridades.

Um estudo feito pela ARUP consultoria à NFPA, publicado em fevereiro de 2018, apresenta uma metodologia como ferramenta para avaliação do risco de incêndio em edifícios altos, com estrutura de concreto e/ou aço, com sistemas de fachadas combustíveis, que pode ser aplicada ao mercado de construção civil global (LAMONT; INGOLFSSON, 2018, tradução nossa).

A metodologia propõe uma abordagem de dois níveis para a ferramenta de avaliação de risco (um terceiro nível, que seria uma avaliação detalhada do edifício por engenheiros qualificados, não está no escopo da ferramenta):

Nível 1 - Estágio de priorização com base em uma avaliação qualitativa, por meio de questionários aplicados a gerentes/proprietários de edifícios, para localidades com um grande número de edifícios altos a serem inspecionados, havendo necessidade de priorizar aqueles de maior risco; e

Nível 2 - Avaliação de risco de incêndio mais detalhada, seja por inspeção no local ou por meio de testes laboratoriais com amostras de materiais, a ser realizada

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Propagação do Incêndio

prédio por prédio, verificando primeiramente aqueles de maior prioridade, que foram identificados no nível 1.

Potenciais medidas de mitigação são discutidas e em particular aquelas que têm o maior impacto na classificação do risco de incêndio nos edifícios. As medidas de mitigação sugeridas fornecem um meio de reduzir o risco, mas não irão eliminar o risco, a menos que os materiais combustíveis das fachadas sejam removidos e substituídos por materiais não combustíveis.

As medidas de mitigação nos edifícios podem ser as seguintes:

- Solução de gestão, a exemplo da administração do edifício proibir a realização de churrascos ou utilização de narguilés;
- Reparo e teste/manutenção regular dos equipamentos de segurança contra incêndio, a exemplo de reparos no sistema de alarme de incêndio;
- Instalação de dispositivos adicionais de segurança contra incêndio, a exemplo da instalação de alarme de incêndio para toda a edificação ou de chuveiros automáticos (sprinklers); e
- Remediação do sistema de fachada, com a substituição ou remoção do sistema de fachada do edifício.

Esse estudo da NFPA ressalta que a maioria dos países ou cidades legislam, de modo geral, contra a utilização de materiais combustíveis em sistemas de fachadas de edifícios altos. Os códigos de segurança contra incêndio aplicáveis para edifícios altos normalmente exigem que os materiais de construção sejam “não combustíveis” (que não se inflamem) ou pelo menos “combustíveis limitados” (que se inflamem, mas que passem em certos testes de incêndio obrigatórios por força de legislação, de modo que a ignição e a combustão sejam substancialmente mais difíceis).

O material de isolamento não combustível mais comum é a lã mineral (de vidro ou de rocha). Exemplos de painéis que se enquadram em “não combustíveis”, além da lã mineral: pedra; alvenaria; cerâmica; aço sólido, alumínio ou outro metal; vidro; placa de cimento; concreto reforçado com vidro; terracota.

Há uma grande quantidade de produtos de isolamento, feitos de espuma, disponíveis no mercado. Todo plástico de espuma para isolamento é considerado combustível. Exemplos: poliuretano (PUR); poliestireno extrudado (XPS); poliestireno expandido (EPS), também conhecido como “isopor”, e poliisocianurato (PIR)¹⁴. Exemplos de painéis que se enquadram como “combustíveis”: madeira; plásticos

¹⁴ A espuma de PIR (classificado como II-A na IT-10 do Corpo de Bombeiros de São Paulo), por ser um produto autoextinguível, evita a propagação das chamas nos locais atingidos – Revista FUNDABOM, nº 14, p. 27.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Propagação do Incêndio

reforçados com vidro; qualquer material composto por um componente combustível; painéis compostos de alumínio (todos os ACP – Aluminium Composite Panel, também chamados de ACM – Aluminium Composite Material, são considerados combustíveis para o propósito da ferramenta em questão) e laminados de alta pressão (HPL). O ACM (ou ACP) é um revestimento em alumínio pintado ou anodizado, composto por duas chapas de alumínio com um núcleo termoplástico de polietileno de baixa densidade (LDPE), usando um processo de colagem sofisticado que envolve adesivos químicos a temperaturas elevadas.

7 - SUPRIMENTO D'ÁGUA

Existe um problema básico em toda operação de combate a incêndios em que materiais combustíveis estão envolvidos, que é a necessidade de suficiente quantidade de água a ser aplicada para reduzir a quantidade de calor produzida, de tal modo que o incêndio possa ser extinto.

Grimwood [ca. 2013] apud Adequate (2016, p. 53, tradução nossa) faz uma boa síntese a respeito da importância da quantidade adequada de água e de sua aplicação no combate a incêndio:

Colocar água em um incêndio em um edifício significa superar a intensidade do fogo, o poder de sua liberação de energia. Se a vazão desde o início das operações for inadequada para fazer frente a essa liberação de energia, o fogo continuará a se espalhar até que fique sem combustível.

O que isso significa? Isso significa que, a menos que sua taxa de aplicação de água (l/min) exceda a liberação de energia do fogo (MW), os danos ao edifício aumentarão, assim como a necessidade de pessoal e recursos adicionais conforme o fogo se espalha para envolver outras áreas ou edifícios adjacentes.

A localização de uma fonte adequada de suprimento d'água e o seu transporte para o local do incêndio no edifício pode ser uma operação extensa. Um adequado e confiável suprimento d'água deve existir nas ruas principais adjacentes aos edifícios, sendo que informações a respeito do sistema de hidrantes urbanos e, particularmente, seu potencial de uso são essenciais no planejamento prévio de incêndio.

O transporte d'água para a localização desejada dentro de um edifício geralmente envolve o uso de mangueiras em conjunto com sistemas fixos de proteção contra incêndios. Todo edifício alto incorpora um ou mais sistemas de proteção, incluindo sistema de hidrantes e de chuveiros automáticos (sprinklers). Apropriados sistemas de hidrantes e sprinklers devem proporcionar uma quantidade suficiente de água para todas as partes do edifício alto e também devem permitir suprimento externo.

O bombeiro pode encontrar problemas de suprimento d'água principalmente devido à vazão insuficiente, sendo importante atentar para o seguinte:

Sinalização: Quando a capacidade de um hidrante for bem determinada, ele deve ser pintado com a finalidade de indicar a vazão relativa disponível, conforme exemplo no Quadro a seguir:

Quadro 4 – Classe de hidrante de acordo com sua vazão

CLASSE	VAZÃO (l/min)	COR DO CABEÇOTE E EXPEDIÇÕES
A	> 2.000	VERDE
B	1.000 \cong 2.000	AMARELO
C	< 1.000	VERMELHO

Fonte: MTB-2 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2006, p. 6)

Testes: Para se conhecer a vazão de um hidrante urbano, após sua abertura, deve-se utilizar um medidor de pressão provido de tubo Pitot, confrontando-se o resultado com a tabela de vazão em hidrantes.

Inspeções: A experiência tem evidenciado a necessidade de um programa de inspeção de hidrantes, cuja frequência pode variar de um bairro para outro e de áreas diferentes dentro do mesmo bairro, dependendo de vários fatores. As inspeções devem ser realizadas no mínimo duas vezes ao ano. Quando cumpridas adequadamente, demonstram ser satisfatórias, na maioria dos casos, proporcionando aos bombeiros um bom conhecimento da rede de hidrantes disponível para utilização quando necessário.

7.1 Sistemas de proteção contra incêndios

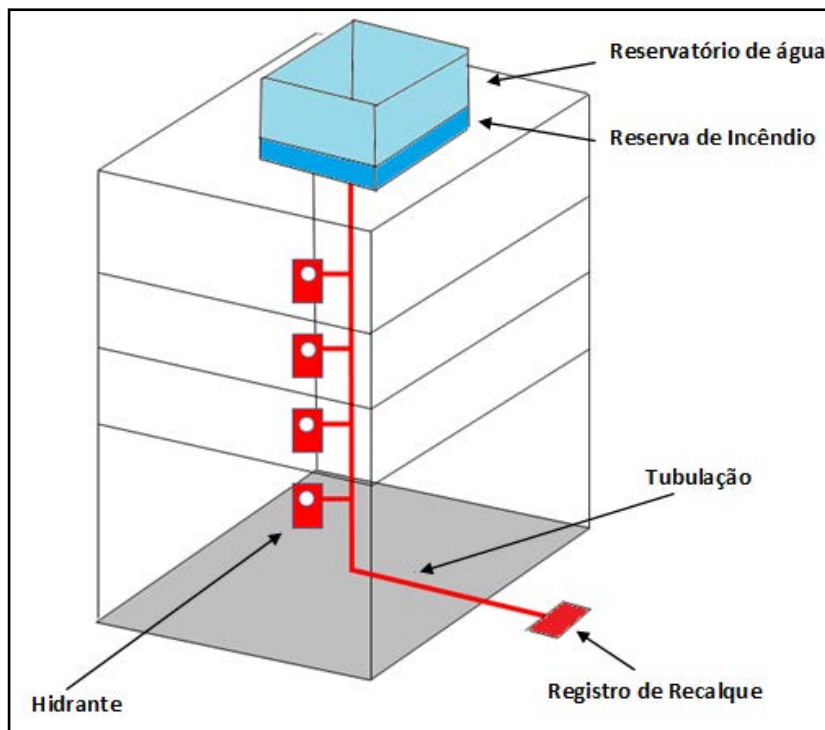
Os sistemas de proteção contra incêndios, também conhecidos por “Medidas de Segurança Contra Incêndio”, incluem aqueles componentes dentro de um edifício que detectam incêndios ou que possam ser usados para extingui-los, a exemplo de detectores de fumaça e extintores.

Outros sistemas de proteção contra incêndio comumente existentes nos edifícios altos são os seguintes: alarme de incêndio; saídas de emergência; controle de fumaça; iluminação de emergência; hidrantes e mangotinhos; sinalização de emergência e chuveiros automáticos (sprinklers).

Alguns sistemas de proteção contra incêndios podem entrar em funcionamento automaticamente, a exemplo dos chuveiros automáticos, enquanto outros dependem de ação humana, a exemplo dos extintores. Como toda a estratégia para combate a incêndios em edifícios altos depende dos sistemas de proteção contra incêndios instalados nessas edificações, o Corpo de Bombeiros deve desenvolver um Procedimento Operacional Padrão (POP) de combate a incêndio em edifícios altos, cuja execução pode ser favorecida desde que o bombeiro esteja familiarizado com as edificações existentes em sua área de atendimento. Portanto, inspeção de vistoria é um pré-requisito para um eficiente atendimento quando de eventual incêndio. Dentro do

contexto da inspeção, o conhecimento do sistema de abastecimento d'água é também extremamente importante.

Figura 17 – Esquema simplificado de sistema de hidrantes



Fonte: Desenho dos autores (2020)

7.2 Sistemas deteriorados

Muitos sistemas antigos não são corretamente mantidos. Eles podem estar em péssimas condições a tal ponto de serem pior do que a inexistência do sistema de proteção contra incêndios. Vistorias dos Corpos de Bombeiros devem incluir testes dos sistemas fixos, que determinem a confiabilidade dos mesmos.

O bombeiro não pode depender exclusivamente do sistema de proteção contra incêndios instalado na edificação sinistrada, uma vez que o sistema pode estar deteriorado por falta de manutenção adequada.

Válvulas inoperantes e tubulações enferrujadas são sinais visíveis de séria deterioração. Pode ser grande o prejuízo quando as operações de combate a incêndio tentam utilizar um sistema inoperante. O planejamento prévio de incêndio também deve prever essa situação e o efetivo de bombeiros deve estar preparado quanto à necessidade de lançar mão de alternativas, inclusive o uso de reservas de incêndio de edificações vizinhas.

7.3 Sistema de chuveiro automático (sprinkler)

O sistema de chuveiros automáticos, cuja manutenção não esteja sendo feita de modo adequado, pode não funcionar quando necessário. Tubos e uniões podem escapar quando da efetiva utilização do sistema numa situação de incêndio. Estes pequenos defeitos impedem um adequado suprimento d'água para alcançar o incêndio e causam excessivos prejuízos nas áreas ainda não atingidas pelo fogo. Tubulações podem estar bloqueadas pela ferrugem e, como resultado, a água não chegará a atingir a área incendiada.

7.4 Rede de tubulação de hidrantes urbanos e privados

Os problemas causados pela deterioração da tubulação de hidrantes privados e públicos, são também conhecidos. Operação conjunta com concessionárias de fornecimento d'água e prefeituras, além do conhecimento da vazão disponível para edifícios altos, são componentes básicos no planejamento prévio de incêndio.

7.5 Alteração dos sistemas da edificação

Não é incomum para um edifício ser remodelado após anos de ocupação. Sistemas de proteção contra incêndios podem ser alterados tanto quanto os edifícios são remodelados. Tais alterações podem criar problemas inesperados de suprimento d'água em razão das modificações e ampliações dos edifícios.

A menos que os edifícios que estão sendo modernizados ou remodelados sejam constantemente inspecionados durante as obras, o sistema de tubulação de hidrantes e sistema de chuveiros automáticos podem se tornar ineficientes, ineficazes ou inoperantes.

Legislação e normas de Segurança Contra Incêndio devem ser observadas por ocasião das adaptações dos sistemas de proteção contra incêndios em razão das obras do edifício, principalmente quando há alteração de sua área ou ocupação.

Os problemas comumente encontrados em edifícios que sofrem alterações são os seguintes: não observação do redimensionamento da tubulação, falta de sinalização, desativação parcial do sistema, recobrimento dos bicos dos chuveiros automáticos, área que deixa de ser coberta pelo sistema de hidrantes, entre outros.

7.6 Sistemas inoperantes

Os sistemas inoperantes causam muitos prejuízos, colocando os bombeiros em situação difícil. Algumas condições interferem no combate ao incêndio em razão do sistema inoperante, como por exemplo a obtenção de água para onde ela seja necessária,

havendo perda de tempo e energia. A ausência de saída de água quando da abertura de válvulas é geralmente uma indicação de que o sistema está inoperante. A correção do problema, se detectado, ou a procura de um sistema alternativo consome tempo e multiplica as perdas.

O Planejamento Prévio de Incêndio e as inspeções regulares nas edificações devem reduzir a possibilidade da existência de sistemas inoperantes.

Inspeções devem considerar o seguinte:

1. Ausência ou desconexão do tampão do registro de recalque, além de sujeira que impeça sua utilização;
2. Escombros nas conexões e nas saídas de expedições;
3. Aberturas de hidrantes nos pavimentos intermediários, impedindo a chegada da água no pavimento incendiado;
4. Danificações das conexões hidráulicas, impedindo o rápido acoplamento de mangueira (o planejamento deve incluir o uso de hidrantes de outros pavimentos para suprir a água);
5. Falta de acesso para as conexões hidráulicas de mangueiras, uma condição fácil de ser corrigida antes do incêndio ocorrer, mas dificilmente de ser obtida rapidamente nas situações de incêndio.

7.7 Bombas de incêndio inoperantes

O fato de as bombas de incêndio do sistema de hidrantes estarem eventualmente inoperantes deve ser previsto e um plano alternativo deve ser desenvolvido para superar esta situação. Outrossim, um sistema adequadamente projetado pode falhar por vários motivos, como por exemplo a queda de energia elétrica na cidade ou na região.

Um sistema alternativo de energia para operar a bomba de incêndio por ocasião de um “blackout” ou queda de energia elétrica deve ser previsto.

Armani (2019, p. 236) aborda detalhes quanto a instalação das bombas de incêndio, chamando a atenção no tocante a alimentação de energia:

As bombas de incêndio devem ser exclusivas para os sistemas de hidrantes e mangotinhos e sua instalação deve ser em local que forneça proteção contra intempéries, agentes químicos, fogo ou umidade e danos mecânicos. A casa de bombas deve possuir dimensões tais que permitam o acesso ao redor de toda a bomba para fins de manutenção e no compartimento de instalação de bombas de incêndio. Se a bomba

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Suprimento D'Água

possuir um motor elétrico, a ligação elétrica deve ser independente da rede geral da edificação, de forma que, mesmo em caso de incêndio, a energia elétrica seja desligada e a bomba continue a funcionar normalmente [...]. É recomendável a existência de uma fonte alternativa de energia (gerador) [...].

O responsável pela manutenção do sistema de bombas pode, inadvertidamente, deixar válvulas fechadas, tornando o sistema inoperante. Inspeções regulares devem incluir a verificação das válvulas.

Sistemas bem projetados que não têm manutenção adequada anulam os esforços dos arquitetos, engenheiros, construtores e outros técnicos na proteção contra incêndio.

Quando um edifício começa a envelhecer, crescem os problemas de incêndios. As bombas de incêndio também envelhecem, necessitando de manutenção. Testes regulares de bombas de incêndio devem ser previstos.

7.8 Sistema excessivamente pressurizado

Nos edifícios altos, quando a pressão máxima for exceder o estabelecido em Norma Regulamentadora em algum ponto da rede hidráulica de incêndio, um dispositivo de controle de pressão será necessário. Tais dispositivos restringem a vazão d'água e, conseqüentemente, restringem a pressão. Edifícios antigos podem ter essa restrição, na forma de placas de orifícios.

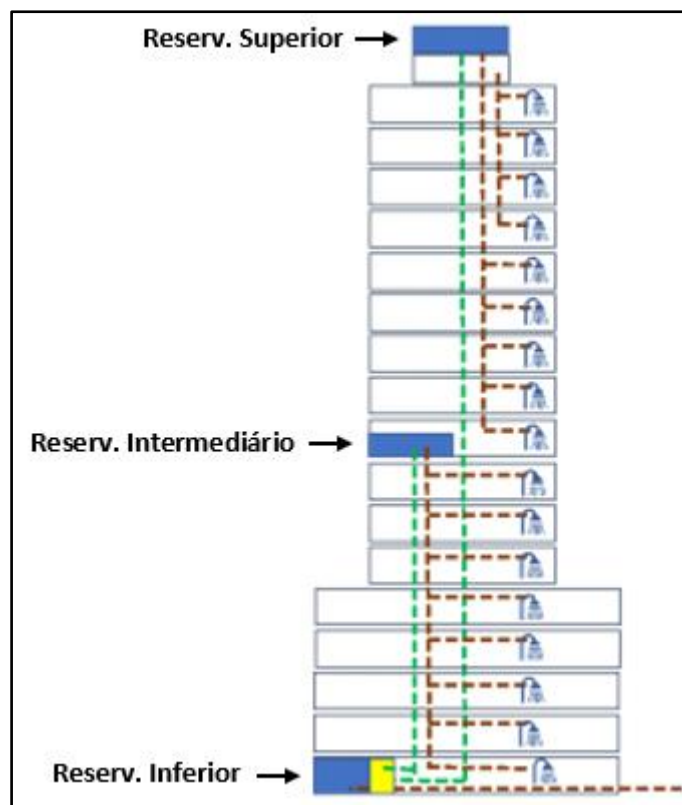
Um tipo de restrição de fluxo constante mais recente é aquele por meio de mola mecânica. O controle dessa pressão por mola permite a utilização de mangotinhos e mangueiras pelos usuários do edifício.

Thórus (2020) destaca a necessidade cada vez maior de emprego de válvulas redutoras de pressão, tendo em vista a construção de prédios cada vez mais altos, a exemplo do que vem ocorrendo no Balneário de Camboriú, em Santa Catarina, que ultrapassam 50 (cinquenta) pavimentos, caso contrário a pressão d'água acabaria excedendo os 40 mca (metros de coluna d'água) previsto na NBR 5626/2020 (Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente – Projeto, execução, operação e manutenção) como pressão máxima a ser observada nos prédios e que também é seguida pelos fabricantes dos materiais hidráulicos que serão instalados.

Ainda segundo Thórus (2020), uma solução para o problema de pressão d'água nos edifícios altos seria a instalação de reservatórios intermediários, a fim de evitar colunas d'água maiores de 40 metros (Figura 18), mas que isso seria inviável em razão da área que esses reservatórios estariam ocupando, no lugar, por exemplo, de

apartamentos, diminuindo, assim, o valor comercial do prédio, além de aumentar o número de compartimentos e equipamentos técnicos e dificultar a manutenção, concluindo, então, como alternativa viável para a solução do problema, pela instalação de válvulas redutoras de pressão.

Figura 18 – Edifício com reservatórios intermediários



Fonte: Thórus (2020), adaptado pelos autores (2020)

8 - ACESSO

Os problemas que envolvem o acesso aos edifícios altos são muitas vezes subestimados. A menos que um planejamento prévio de incêndio inclua caminhos para se alcançar o incêndio no edifício e ganhar acesso ao pavimento atingido, muito tempo precioso pode ser perdido.

8.1 Atingindo o local incendiado no edifício

Numerosos obstáculos são muitas vezes encontrados pelos bombeiros a caminho e no momento da chegada no local do incêndio. No deslocamento para o atendimento da emergência, o primeiro grande obstáculo que surge, principalmente nas grandes metrópoles, é o tráfego intenso. Para que os equipamentos do Corpo de Bombeiros sejam utilizados de forma adequada durante a realização do combate, o condutor/operador da viatura de combate a incêndio deve ser hábil o suficiente para, além de vencer o tráfego intenso com a devida rapidez e segurança, manobrá-la e colocá-la em posição que possa operar efetivamente. Equipamentos do Corpo de Bombeiros podem ser usados imediatamente logo após a manobra e estacionamento na posição mais favorável para a mais efetiva performance. O tipo de operação a ser desenvolvida, de acordo com a estratégia escolhida, determina as técnicas e necessidades para o combate ao incêndio.

O correto posicionamento inicial da viatura de combate a incêndio dentro do cenário de atendimento da emergência já deve ser pensado de modo a facilitar não só a utilização da bomba de incêndio e de outros equipamentos hidráulicos, mas também com relação aos abastecimentos d'água que serão eventualmente necessários durante o atendimento. Obviamente que durante o transcorrer da operação, modificações no posicionamento das viaturas dos bombeiros são possíveis de serem realizadas, mas muito tempo poderá ser economizado e alguns transtornos evitados se as viaturas se posicionarem adequadamente desde suas chegadas no local da ocorrência.

8.2 Recuos

As construções com recuos a partir da rua podem dificultar o uso de equipamentos aéreos. Algumas construções, de fato, têm recuos tão distantes da rua que uma escada aérea de 45 m, estendida ao máximo, pode não alcançar a entrada principal ao nível do solo. A ornamentação de entradas de passagem, de áreas de estacionamento pavimentadas e entradas de serviços devem ser consideradas durante o planejamento prévio de incêndio para se obter acesso ao edifício alto recuado da rua.

8.3 Áreas com tratamento paisagístico e espelhos d'água

As áreas com tratamento paisagístico podem impedir as operações normais de combate a incêndio. Além dos gramados e outras áreas de paisagem, as árvores e os arbustos precisam ser avaliados para determinar se eles obstruem ou impedem as operações normais de combate a incêndio. É preciso avaliar até que ponto é possível a utilização das escadas mecânicas ou plataformas não só para o combate a incêndio, mas também para o salvamento de eventuais vítimas numa situação dessas.

Os espelhos d'água ornamentais podem impedir e obstruir o acesso. Seus fundos são frequentemente escorregadios com plantas e musgos em crescimento, portanto, os bombeiros não podem andar de forma segura sobre os mesmos.

8.4 Paredes ornamentais e estátuas

Paredes ornamentais e estátuas podem estar em locais inconvenientes para o desenvolvimento das operações com as escadas e mangueiras do Corpo de Bombeiros. Eventualmente, um lado do edifício pode estar completamente inacessível para combate a incêndio e salvamento. Métodos alternativos devem ser desenvolvidos para se vencer tais dificuldades de acesso.

8.5 Quebra-sóis

São dispositivos usados para restringir a entrada direta dos raios solares e ainda permitem que a luz refletida entre pelas janelas dos edifícios. Certos tipos de quebra-sóis podem obstruir o acesso aos edifícios.

8.5.1 Quebra-sóis tipo limitadores

Os quebra-sóis que limitam o acesso a janelas podem ser feitos de metal, plástico, tijolo ou concreto. Eles podem ser autoportantes, possuir estrutura separada ou ser parte ornamental do edifício. Um ou outro tipo ornamental tem aberturas de dimensões insuficientes para a passagem dos bombeiros ou estão instalados muito próximos às faces do edifício, impedindo operações normais de combate a incêndio (Figura 19). Algumas vezes é possível remover os quebra-sóis em certas áreas para obtenção de acesso às janelas. Um planejamento prévio de incêndio deve levar em consideração diferentes alternativas para penetração pelos quebra-sóis ou a necessidade de sua remoção.

Figura 19 – Exemplo de quebra-sol limitador

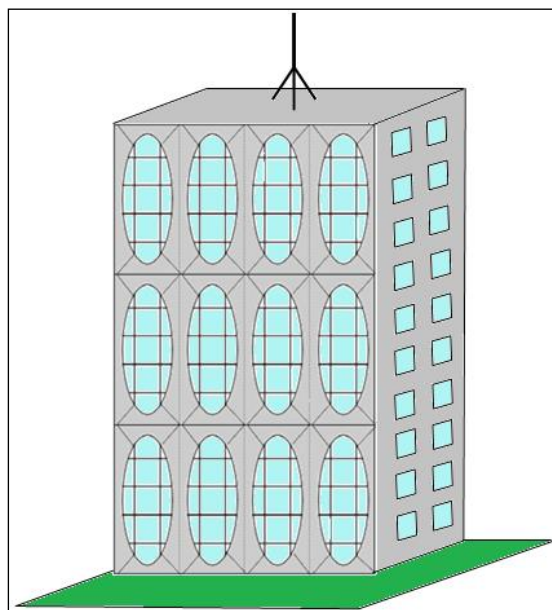


Fonte: Dornicke (Lucas B. Salles) - Wikimedia Commons (2008)

8.5.2 Quebra-sóis tipo não limitadores

Os quebra-sóis não limitadores são aqueles que têm aberturas largas o suficiente para passagem livre ou são aqueles que não estão muito próximos às fachadas do edifício e não interferem normalmente no combate ao incêndio (Figura 20). Porém, mesmo nesses casos, o bombeiro deve estar atento, pois a estrutura dos quebra-sóis não limitadores pode não suportar o peso dos equipamentos de combate a incêndio.

Figura 20 – Acesso permitido por quebra-sol tipo não limitador na fachada



Fonte: Desenho dos autores (2020)

8.6 Áreas de carga limitada

Um outro problema para o bombeiro são as áreas adjacentes aos edifícios, incapazes de suportar o peso de equipamentos de combate a incêndio. Tipos de construções que incorporam instalações de serviços especiais e armazenagem, criam áreas nas quais as operações normais de combate ao incêndio podem ser perigosas, impraticáveis ou mesmo impossíveis.

8.6.1 Estacionamentos subterrâneos

As coberturas das áreas de estacionamento subterrâneo podem ter jardins, ornamentações, grossa pavimentação ou espelhos d'água. Em qualquer situação, a maioria das áreas superficiais sobre as garagens de estacionamentos subterrâneos pode não suportar o peso dos equipamentos de combate a incêndio.

Quando os equipamentos pesados de combate a incêndio estão inadequadamente posicionados sobre áreas de estacionamento subterrâneo, a estrutura pode ceder, levando equipamento e guarnição junto. Técnicos, especialistas ou encarregados pela edificação devem ser contatados para determinar os limites de segurança de peso em todas as partes das áreas de estacionamento subterrâneo. Pesos dos vários tipos de equipamentos do Corpo de Bombeiros também devem ser levados em conta num planejamento prévio de incêndio.

8.6.2 Túneis

A área sobre túneis instalada para veículos utilitários ou como acesso para carga e descarga nas áreas de subsolo podem não suportar o peso das viaturas de combate a incêndio. O planejamento prévio de incêndio deve incluir o conhecimento sobre como avaliar adequadamente o peso entre a frente e a traseira dos eixos de rodas das viaturas de acordo com os limites de carga dos vários túneis.

8.6.3 Estacionamento ao nível do solo

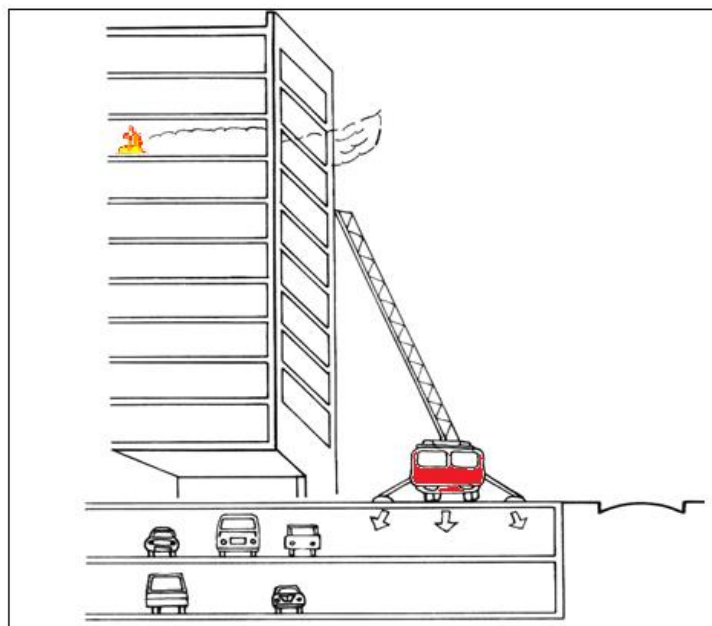
Os estacionamentos ao nível do solo (de um ou mais pavimentos) são algumas vezes construídos sobre estacionamentos subterrâneos. Levando-se em conta que tais áreas são, a princípio, dimensionadas para automóveis, na maioria dos casos não suportarão as viaturas pesadas de combate a incêndio.

Existem lajes isoladas, acessíveis por rampa, que são construídas para aumentar o espaço disponível em estacionamentos. As lajes de estacionamento muitas vezes apresentam uma alternativa convidativa para o lançamento de longas linhas de mangueira.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Acesso

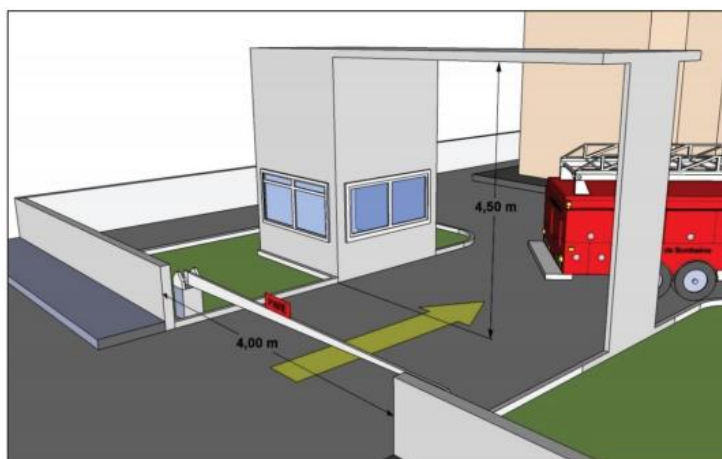
De qualquer modo, rampas e estruturas de lajes de estacionamento são, a princípio, para uso de automóveis. Nunca devem ser usadas nas operações de combate a incêndio envolvendo equipamentos pesados, a menos que a capacidade da rampa ou estrutura do estacionamento suporte os equipamentos (Figura 21). Uma altura suficiente para a passagem dos equipamentos pode não ser disponível para o acesso das viaturas, ainda que a estrutura possa suportar o peso (Figura 22). Equipamentos leves como de resgate, salvamento e a própria guarnição geralmente podem ser conduzidos sobre uma laje comum.

Figura 21 – Viaturas pesadas sobre as lajes de estacionamento



Fonte: Desenho dos autores (2020)

Figura 22 – Limitação de altura para entrada de viaturas



Fonte: IT-06, Anexo A - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2019)

8.6.4 Vias de trânsito local

As vias de trânsito local podem não suportar o peso das viaturas de combate a incêndio. Danos desnecessários tais como quebra, rachadura ou depressão da via podem ser causados pelo seu uso inadequado para acesso ao edifício. Este perigo potencial deve ser bem avaliado em razão do total de perdas que pode acontecer quando o bombeiro considera o tempo que pode ser economizado com a utilização desse tipo de via. O bombeiro deve também estar atento, pois as vias podem estar instaladas sobre garagens de estacionamentos e deve considerar os riscos em potencial para o pessoal e equipamentos.

8.6.5 Calçadas

Embora elas possam oferecer acesso para veículos em geral, as calçadas apresentam o mesmo problema das vias de trânsito local. Tais caminhos não devem ser utilizados, a menos que seja para evitar uma grande perda e desde que suportem o peso das viaturas de Bombeiro.

8.7 Chegando ao pavimento do incêndio

O projeto do edifício pode interferir no acesso normal para as operações de combate a incêndio, a exemplo da ausência de janelas ou existência de volumes recuados.

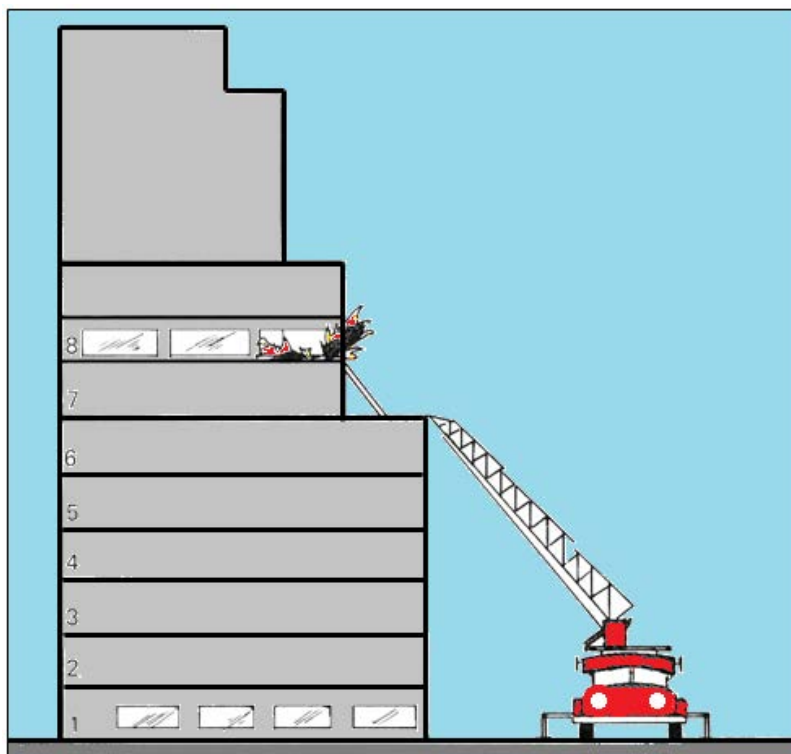
8.7.1 Ausência de janelas nos edifícios

A ausência de janelas nos edifícios obviamente reduz os meios de acesso para as áreas interiores dificultando não só as operações de combate ao incêndio, mas também as operações de resgate de vítimas. Adicionalmente ao plano de abandono dos edifícios sem janelas ou edifícios herméticos, meios de acesso dos bombeiros e equipamentos devem ser previstos.

8.7.2 Volumes recuados

"Volumes Recuados" podem impedir operações com escadas e operações de resgate nos pavimentos superiores. Áreas do edifício que podiam normalmente ser alcançadas por escadas aéreas operando da rua tornam-se, por exemplo, inacessíveis no 2º, 3º ou 4º pavimentos. Operações com escadas duplas são algumas vezes possíveis nestas situações. O cume de uma parte acessível do edifício é alcançado por uma escada, e a segunda escada é usada para alcançar o ponto que dá acesso a pavimentos superiores (Figura 23). O planejamento prévio de incêndio deve incluir meios alternativos de acesso para edifícios com volumes recuados.

Figura 23 – Escadas duplas como meio de obter acesso a volumes recuados



Fonte: Desenho dos autores (2020)

8.8 O acesso considerado no planejamento prévio de incêndio

A acessibilidade a um edifício é dada por caminhos ou meios de aproximação. Envolve a área imediata e inclui ruas, estradas, becos, passagens, corredores, outros meios de aproximação, e está intimamente relacionada com a entrada. Uma entrada que não é realmente acessível não pode ser considerada como acesso para o combate a incêndios. Os principais pontos de entrada para o interior do edifício são portas e janelas, e suas localizações devem ser estudadas antes que os bombeiros estejam posicionados para uma operação. O planejamento prévio de incêndio para acesso ao edifício é extremamente importante, incluindo plano para possíveis incêndios em edifícios em construção e plano para desobstrução de acesso.

8.8.1 Edifícios em construção

Edifícios em construção apresentam variados problemas de acesso. O planejamento prévio de incêndio desenvolvido hoje deverá ser modificado no próximo mês, próxima semana ou amanhã. Um sumário de inspeção diária pelo Corpo de Bombeiros deve ser uma parte regular do planejamento prévio de incêndio para projetos de construções altas.

Figura 24 – Meios de acesso indeterminados em edifícios em construção



Fonte: Imagem de Jason Goh - Pixabay (2013)

8.8.1.1 Tapumes

Os tapumes de proteção temporária, instalados durante obras de construção civil, impedem o acesso em caso de emergência. Meios para remover porções deles ou para desviá-los durante as operações de combate ao incêndio devem ser considerados.

8.8.1.2 Escavações

Deve-se prever que os equipamentos de incêndio podem não ter acesso às obras dos edifícios inacabados, ampliando os problemas que normalmente já existem para o socorro de vítimas, montagem de linhas de mangueiras e operações com escadas. Toda uma face de um edifício incendiado pode ficar totalmente inacessível para operações ao nível do solo. As estruturas de concreto e colunas de aço parcialmente completadas e enterradas em escavações ajudam a complicar o acesso. As guarnições conduzindo equipamentos podem ser forçadas a escalar estruturas dentro e fora das escavações nos seus caminhos para acessar o foco de incêndio ou para o socorro de vítimas em edifícios em construção.

8.8.1.3 Equipamento pesado da obra

Os equipamentos pesados instalados temporariamente, usados durante a construção, podem impedir o acesso e aumentar o risco de colapso estrutural para o

bombeiro. Frequentemente, o equipamento pesado é também temporariamente estocado em corredores, patamares de escadas, porões e em telhados. Estes tipos de problemas não se farão presentes quando o edifício estiver acabado.

8.8.1.4 Ausência de escadas e pisos

A ausência de escadas e pisos entre certos pavimentos impede o acesso a pavimentos superiores. A complementação de escadas e pisos depende de programação da construção. O acesso a pavimentos superiores por trabalhadores regulares é geralmente feito através de elevadores provisórios utilizados durante o período da construção.

8.8.1.5 Depósito de materiais

A concentração de materiais em certas áreas do edifício pode bloquear portas, escadas e pisos. Inspeções nos depósitos de materiais dentro e fora dos edifícios devem ser feitas regularmente.

8.8.1.6 Andaimos

Os andaimes usados pelos vários artífices algumas vezes obstruem completamente porções de escadas e áreas de pavimentos. Durante a fase de construção, os andaimes são removidos de um local para outro à medida que determinadas áreas são acabadas, o que denota o dinamismo de uma obra e a mudança constante de cenário.

De acordo com o que foi abordado no presente capítulo, verifica-se que a questão do acesso para o combate a incêndio em edifícios altos envolve não só a questão do acesso ao edifício sinistrado propriamente dito, mas também o caminho a ser percorrido e os obstáculos a serem vencidos para chegar até ele. Abrange também a própria configuração do edifício e de seu entorno, bem como as condições em que se encontra, a exemplo dos edifícios em construção, inacabados.

Quando se ressalta a importância de tais questões serem levadas em conta no planejamento prévio de incêndio, significa dizer que tais peculiaridades devem ser conhecidas pelos bombeiros antes mesmo de uma situação real que exija sua intervenção emergencial, por isso que as inspeções técnicas realizadas por ocasião das vistorias de verificação das medidas de segurança contra incêndio em confronto com o projeto aprovado devem se preocupar, na medida do possível, não só com a análise da edificação objeto de aprovação, mas também com seu entorno e com o itinerário para chegar até ela, de modo que algumas particularidades que exijam maior atenção pelas guarnições operacionais fiquem registradas em um sistema informatizado que possa ser consultado no próprio deslocamento para o atendimento da emergência.

9 - LOGÍSTICA

Logística é a ciência de planejamento, controle e implemento de pessoal e material. Problemas logísticos durante um incêndio em um edifício alto ocorrem com a movimentação de pessoas e equipamentos.

9.1 Problemas gerais

Geralmente, o problema inerente ao movimento vertical de guarnições e equipamentos em muitos edifícios varia proporcionalmente à sua altura. Outros fatores que podem dificultar o combate a incêndio em edifícios altos incluem a não identificação dos pavimentos e a existência de escadas descontínuas.

9.1.1 Pavimentos não identificados

A menos que cada pavimento de um edifício alto esteja claramente identificado com o número do pavimento, o bombeiro deve ser orientado para marcar com giz todas as portas e pavimentos, principalmente nas áreas onde as operações de combate a incêndio são conduzidas.

Figura 25 – Porta sendo marcada pelo bombeiro para indicar local já explorado



Fonte: MTB-42 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2006, p. 60)

Estes sinais podem eliminar perdas de tempo e prevenir duplicação de esforços, principalmente quanto a checagem de presença de ocupantes. A sinalização dos pavimentos deve seguir recomendações das normas de segurança contra incêndio. A identificação dos pavimentos facilitará a comunicação via rádio no local da ocorrência, acabando por facilitar as questões de logística.

9.1.2 Escadas descontínuas

Escadas descontínuas são aquelas que servem apenas certos pavimentos. Por exemplo, podem servir do 2º ao 10º ou 15º pavimento e terminar neste pavimento. Se houver necessidade de acesso acima desses pontos, outras escadas devem ser utilizadas.

Sob estas condições, a identificação de escadas alternativas pode ser extremamente difícil. É necessário que o bombeiro faça vistorias prévias desses acessos para saber o que vai enfrentar numa situação real de incêndio.

9.2 Fator tempo

Nos edifícios altos, o fator tempo tem grande influência na operação. O tempo necessário para as várias tarefas em edifícios altos é frequentemente subestimado. A referência de tempo não se limita estritamente pela duração da operação, mas, também, pelo período do dia.

9.3 Período do dia

O período do dia deve ser considerado quando táticas de combate a incêndios são planejadas. Este fator influenciará no número de guarnições que devem ser incluídas para as operações mais importantes, como a de salvamento, e terá efeito em todas as outras operações.

Edifícios ocupados podem interferir no atraso do movimento das guarnições e equipamentos para os pavimentos superiores. Elevadores ainda em movimento e o fluxo de ocupantes e usuários nas escadas são dois fatores que devem ser considerados durante o período de uso do edifício. Problemas de movimentação podem existir durante o dia e também durante a noite, já que alguns edifícios também têm elevador movimento no período noturno, principalmente quando ocupado por universidades, com intenso fluxo de estudantes.

Os edifícios que são ocupados principalmente durante o dia têm alguns de seus elevadores desligados à noite, atrasando as operações. Minutos preciosos podem ser perdidos pelo Corpo de Bombeiros até que se acione o sistema manual de controle. Na chegada dos bombeiros, até que todos os elevadores sejam desligados e posicionados no Térreo do edifício, com exceção dos elevadores de emergência, eles podem, eventualmente, ajudar no transporte de guarnições e equipamentos, agilizando, assim, o deslocamento até o local do incêndio ou pelo menos a um local mais próximo do pavimento incendiado. Essa condição da possibilidade de utilização dos elevadores pelos bombeiros deve estar bem clara no Procedimento Operacional Padrão estabelecido.

9.4 Utilizando elevadores para economizar tempo

O elevador é o principal meio de transporte vertical para o público. A operação de elevadores com segurança, no salvamento de pessoas do incêndio e outras emergências, é de grande importância.

Inspecções e testes de carga devem ser feitos periodicamente pelo pessoal de manutenção. A responsabilidade diária e contínua para a segurança e eficiência na operação de elevadores depende de cada operador, acionador e também do pessoal de manutenção. Por outro lado, a escassez de operador regular (ascensorista), tendo passageiros no interior do elevador, contribui para o pânico no caso de um incêndio ou outra emergência.

A responsabilidade sobre os problemas concernentes a elevadores e o salvamento de passageiros durante as emergências são condições com que o bombeiro deve estar familiarizado para colocar em prática quando necessário.

O transporte vertical de guarnições e equipamentos por elevadores de emergência exige mais tempo do que o transporte horizontal, devido à limitação de peso. Por outro lado, o tempo despendido para transportar o material da rua até o hall do elevador pode criar uma situação na qual os elevadores ficam à espera para serem carregados, fazendo com que as guarnições tenham que esperar por mais tempo.

Com o propósito de economizar tempo, é importante avaliar criteriosamente a possibilidade de utilização de dois elevadores sob controle manual do bombeiro, com operadores devidamente instruídos.

O pavimento de parada para cada elevador após o retorno do transporte deve ser designado.

No início das operações, a parada é designada ao nível da rua, ou num outro nível de acesso do bombeiro. Posteriormente, a parada pode ser estabelecida num local mais alto do edifício, quando tal local for designado como Posto de Comando secundário.

O transporte de guarnições e equipamentos para os pavimentos superiores somente por escadas também é um problema a ser administrado. Um método de transporte dos equipamentos da rua para locais predeterminados no edifício pode ser desenvolvido. Este método consiste no sistema onde se utiliza bombeiros revezando entre blocos de pavimentos. Um bombeiro pode transportar equipamentos dois ou três pavimentos acima e retornar para a estação base para a próxima carga de equipamentos. Em seguida, outro bombeiro pode carregar o mesmo material mais 2 ou 3 pavimentos acima e retornar ao seu local de origem. O número de pavimentos cobertos por cada

bombeiro será determinado de acordo com o pessoal disponível. É responsabilidade do Comandante das Operações a coordenação e revezamento do pessoal.

9.5 O trabalho do bombeiro

O recurso mais importante do Corpo de Bombeiros são seus integrantes. A utilização dos bombeiros requer sempre um cuidadoso planejamento. No planejamento prévio de incêndio em edifícios altos devem ser incluídas considerações de fadiga, coordenação e outros problemas. O trabalho realizado pelos bombeiros exige grande esforço físico, por isso é necessário que estejam sempre com bom condicionamento físico, a fim de suportarem essa exigência no dia a dia e, em especial, no atendimento de ocorrências de incêndio em edifícios altos.

9.5.1 Fadiga

A fadiga pode ocorrer em operações de combate a incêndio em edifícios altos. O combate a incêndios no plano da rua já é difícil e em edifícios altos muito mais difícil, exigindo maior esforço físico. O transporte de equipamentos de combate, a utilização de equipamentos de proteção individual e a subida pelas escadas, contribuem para acelerar a fadiga. Na utilização de proteção respiratória o bombeiro ainda sofre com um peso adicional.

As operações de salvamento e ventilação normalmente são conduzidas em vários pavimentos e o acesso para os pavimentos necessários é usualmente feito pelas escadas. As guarnições de incêndio estressadas são menos eficientes, menos alertas e estão sujeitas a mais acidentes. É necessário treinamento adequado, mantendo os bombeiros em boas condições físicas, para que o desgaste seja o menor possível. A preocupação com a constante hidratação dos bombeiros durante o atendimento da emergência também é fundamental. A melhor maneira para a hidratação é através da ingestão de água ou de isotônicos, visando à reposição da água e dos sais minerais perdidos durante a transpiração.

9.5.2 Coordenação

A concentração de esforços para alcançar um objetivo comum deve ser a preocupação central do bombeiro. Esta atitude é particularmente importante nos incêndios em edifícios altos. As separações verticais e as distâncias entre os bombeiros dificultam a coordenação das guarnições. Salvamento, combate a incêndio, proteção de material e pesquisa são operações vinculadas aos incêndios. A meta final pode ser alcançada mais facilmente pelo trabalho de equipe, através da consciência de cada um e da comunicação coordenada entre os bombeiros.

As guarnições devem ser frequentemente revezadas, que são excelentes oportunidades para o descanso e a hidratação. Todos os Comandantes devem conhecer a estratégia a ser desenvolvida no comando do combate ao incêndio. Eles devem comunicar frequentemente aos seus comandados a situação geral da ocorrência, evitando esforços desnecessários e o retrabalho. O estabelecimento do Posto de Comando logo no início do atendimento da emergência, no contexto da filosofia de trabalho de um “Sistema de Comando”, ajuda muito na necessária coordenação de todos os recursos humanos e materiais envolvidos na ocorrência.

9.5.3 Guarnição insuficiente

As guarnições em número insuficiente podem criar grandes prejuízos em incêndios. Operações de combate a incêndio em edifícios necessitam de mais guarnições do que geralmente disponíveis. Este problema requer o máximo aproveitamento das guarnições. Planejamento prévio de incêndio, sólida estratégia, coordenação eficiente e supervisão acompanhada de todos, contribuem para o máximo aproveitamento das guarnições. O envio de reforços oriundos de outras áreas de atendimento próximas do local do incêndio, em diferentes alarmes de envio do “trem de socorro”, deve fazer parte do planejamento prévio de incêndio dos Bombeiros para tal situação.

Figura 26 – “Trem de Socorro” para atendimento de ocorrência



Fonte: MTB-32 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2006, p. 27)

Os Corpos de Bombeiros normalmente possuem diretrizes que estabelecem procedimentos de despacho de “trens de socorro”, envolvendo grupos de viaturas com respectivas guarnições, em diferentes alarmes, à medida que se desenvolve o atendimento da emergência. Os Corpos de Bombeiros de Virgínia do Norte (EUA), por exemplo, possuem um Manual de Operações para incêndios em edifícios altos,

apontando o envio de diferentes viaturas, seja de combate a incêndio, salvamento ou resgate, detalhando as missões a serem desempenhadas pelas respectivas guarnições (FIREFIGHTING, 2013, p. 47-57).

Quando pequenos incêndios ocorrem em edifícios altos, todo o procedimento operacional de combate deve ser desenvolvido, desde a ventilação até o rescaldo. Até que a fumaça, a água utilizada no combate e os escombros do edifício tenham sido controlados, os prejuízos devido ao incêndio continuam ocorrendo. Mesmo nestes casos, de pequenos incêndios, a resposta deve ser feita com o máximo de guarnições, tendo o maior número de bombeiros quanto possível, permitindo desta forma a familiarização com incêndios em edifícios altos.

9.5.4 Equipamento

Quando equipamentos de combate a incêndio são transportados em edifícios altos, novos problemas podem surgir na operação. Parte do equipamento deve ser carregado ao edifício e então transportado verticalmente para os planos dos pavimentos mais altos, quando necessário, de modo coordenado.

O bombeiro não deve entrar nos edifícios altos com as mãos vazias. A simples função de transportar equipamentos requer muitas guarnições, tempo e planejamento próprio.

9.5.5 Recursos materiais necessários

Recursos materiais necessários devem ter estocagem temporária próxima ao local de combate ao incêndio. Guarnições de incêndio, viaturas e equipamentos em grande quantidade serão necessários nas ocorrências envolvendo edifícios altos.

O local para o posicionamento dos recursos a serem distribuídos deve ser cuidadosamente escolhido. Ele deve ser estabelecido com base na localização do incêndio, permitindo otimizar o fluxo de bombeiros, viaturas e equipamentos, mas sempre com a devida segurança. Recursos humanos não devem interferir no Posto de Comando. Todo pessoal não engajado na atividade de combate a incêndio na área quente deve ser designado para outras áreas, com outras missões a serem cumpridas.

Os recursos materiais podem ser divididos naqueles que devem ser alocados no interior do edifício ou no seu exterior.

9.5.5.1 Recursos materiais no interior do edifício

Guarnições e equipamentos no interior dos edifícios devem ser colocados o mais próximo possível do pavimento do incêndio.

A logística que envolve o transporte de bombeiros e equipamentos determina a localização dos recursos materiais. É importante avaliar a possibilidade de colocação dos recursos materiais junto a um Comando Secundário, que por sua vez deve estar localizado em um ponto seguro, o mais próximo possível do pavimento incendiado.

Áreas de carga e descarga, áreas de estacionamento desativado e saguão de edifícios têm sido utilizados como locais para colocação de recursos materiais diversos. A proximidade de elevadores de emergência, que podem transportar bombeiros e equipamentos, é um bom local que deve ser levado em consideração.

9.5.5.2 Recursos materiais no exterior do edifício

Os recursos materiais no exterior do edifício devem ser colocados onde há amplo espaço de manobra. Os recursos devem ser previstos em quantidade suficiente e rapidamente carregados para o local do incêndio.

Os materiais devem ser facilmente encontrados e transportados. A situação ideal será difícil, mas o esforço máximo deve ser feito no transporte de equipamentos de combate. A existência de linhas de mangueiras, equipamentos de proteção respiratória e equipamentos de entrada forçada colocados de modo organizado para emprego imediato poupa tempo para as guarnições.

O completo bloqueio de ruas com viaturas e equipamentos de Bombeiro sem adequado policiamento ostensivo e agentes de trânsito deve ser desencorajado. O melhor método a ser empregado é o uso de áreas de estacionamento ou não mais que a metade da via. Este procedimento permite a chegada de outros equipamentos que poderão ser utilizados rapidamente, bem como de outras viaturas para garantia do suprimento d'água. Guarnições e materiais de reserva são necessários, assim como a constante troca de equipamentos de proteção respiratória, cilindros de ar, mangueiras e outros equipamentos.

10 - COORDENAÇÃO

A Coordenação é a chave para qualquer estratégia bem-sucedida de combate a incêndio. Os incêndios em edifícios altos requerem um planejamento prévio de incêndio, bombeiros, equipamentos e Comando mais bem elaborados do que em incêndios em outros tipos de edificações.

10.1 Redução do intervalo de tempo

A expressão "Os primeiros cinco minutos de incêndio são mais importantes para o Corpo de Bombeiros do que as próximas 5 horas" é certamente uma verdade em relação aos edifícios de múltiplos pavimentos. Quanto mais alto o edifício, maior o potencial de perdas causado pela longa exposição interna às chamas, calor e fumaça. O tempo necessário para o controle do incêndio deve ser reduzido a um mínimo absoluto. A estratégia deve ser desenvolvida com este objetivo.

Um planejamento total, bem coordenado, que coloca os bombeiros e os equipamentos em posições apropriadas para o desempenho de todas as operações necessárias deve ser desenvolvido rapidamente pelo Comandante das Operações.

Os elementos necessários para o desenvolvimento de uma boa estratégia para o combate a incêndio em edifícios altos são os seguintes:

- 1) um bom conhecimento do edifício, das guarnições de bombeiros e seus equipamentos e do suprimento de água disponível;
- 2) o dimensionamento da problemática do incêndio;
- 3) o conhecimento das exposições internas e externas do edifício alto em relação ao incêndio; e
- 4) um dimensionamento constante da situação do incêndio, que se apresenta com grande velocidade de alteração.

As perdas por incêndio variam geometricamente em relação ao tempo. Um atraso no tempo causado pela falta de coordenação, por duplicação do mesmo trabalho ou por falta de realização de um trabalho necessário, resulta em aumento de perdas.

10.2 Aprimoramento da comunicação

Muito tempo pode ser perdido através da comunicação sem coordenação. As comunicações nas operações de combate a incêndio devem ser obtidas de uma maneira diferente das comunicações normais. Uma compreensão absoluta das mensagens de

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Coordenação

emergência do transmissor ao receptor é um requisito básico. As seguintes regras devem ser cumpridas:

1. A mensagem deve ser bem formulada antes de ser enviada, de tal modo que seu significado fique claro;
2. A mensagem deve ser recebida e entendida;
3. A mensagem deve ser reconhecida de modo que o transmissor saiba que foi entendido e não precisará repeti-la; e
4. O transmissor deve ser questionado pelo receptor até que entenda completamente a mensagem.

10.3 Coordenação de órgãos e entidades de ajuda mútua

Órgãos e entidades de ajuda mútua devem ser considerados na coordenação das operações de combate a incêndio. A assistência deve ser solicitada assim que o Comandante das Operações determine que uma ajuda mútua seja necessária. Se mais tarde for decidido que não é mais necessária, pode ser dispensada. Em muitos casos, os órgãos/entidades de ajuda mútua têm sido chamados tardiamente, retardando sua contribuição na redução de perdas, ficando sua assistência limitada ao auxílio nas operações de rescaldo.

A compreensão global da estratégia deve ser estabelecida entre o Comandante das Operações e os responsáveis pelos órgãos e entidades de ajuda mútua antes que os integrantes desses órgãos e entidades sejam convocados para a realização de missões específicas no contexto da operação. É necessário um maior tempo para informar e instruir estes órgãos/entidades, pois seus integrantes nem sempre estão familiarizados com os problemas específicos de exposição, táticas individuais e estratégia de combate.

Diferentes frequências de rádio podem causar problemas no trabalho dos bombeiros com órgãos/entidades de ajuda mútua, caso não haja um planejamento prévio de incêndio que inclua o desenvolvimento de sistemas de comunicação e o treinamento conjunto com esses órgãos/entidades.

Apesar dos Corpos de Bombeiros utilizarem conexões de mangueiras de tamanho padrão, outros tipos de equipamentos e conexões sem padronização podem causar problemas. O que é considerado padrão para o Corpo de Bombeiros pode não ser padrão para os órgãos/entidades de ajuda mútua.

Os órgãos/entidades de ajuda mútua e o Corpo de Bombeiros devem realizar uma comparação entre seus equipamentos e conexões. Se possível, adaptadores para sistemas de ar não intercambiáveis devem ser desenvolvidos, bem como uma padronização dos

adaptadores de hidrantes e demais equipamentos hidráulicos, pois os órgãos/entidades de ajuda mútua podem, eventualmente, ter diferentes tipos.

10.4 Posto de comando

O Posto de Comando é o local designado numa emergência para funcionar como um centro de coordenação geral, como um painel de controle de todo o cenário, de onde são expedidas todas as determinações para o desenvolvimento do atendimento e para onde convergem todas as informações para a devida avaliação da estratégia adotada, possibilitando a análise da necessidade de eventuais modificações nessa estratégia. Pode funcionar como Posto de Comando uma viatura, uma tenda, uma casa ou qualquer outro tipo de ocupação física que permita sua devida identificação, pois também é o local de recepção de todos os recursos humanos, incluindo reforços do próprio Corpo de Bombeiros ou de ajuda mútua, que devem se identificar previamente para que sejam devidamente monitorados durante a atuação em todo o cenário da emergência.

Figura 27 – Exemplo de Viatura utilizada como Posto de Comando



Fonte: Vasconcelos (2003, p. 111)

Os itens importantes a serem considerados no estabelecimento de Postos de Comando são os seguintes: localização segura e composição da equipe e dos equipamentos que neles serão empregados. Como estes Postos são o centro de informações, de desenvolvimento estratégico e de tomada de decisões, devem estar

localizados próximos ao incêndio, de modo que seja possível uma efetiva comunicação com o local do incêndio (zona quente).

Somente o pessoal necessário deve ser empregado no Posto de Comando, pois um número excessivo de pessoas pode interferir nas operações de Comando.

10.4.1 Posto de comando secundário

Postos de Comandos Secundários podem se tornar necessários no interior de edifícios de múltiplos pavimentos. Se um espaço adequado está disponível, os Postos Secundários devem ser localizados a 2 ou mais pavimentos abaixo do pavimento do incêndio. Esta localização permite que os pavimentos superiores ao Posto sejam utilizados para controle de água e para as operações de proteção do patrimônio. Os Postos de Comandos Secundários, assim localizados, ficam próximos o suficiente tanto para fornecer como para receber informações das áreas de combate. Ao mesmo tempo, estes Postos ficam longe dos tumultos, congestionamentos e barulho das ruas. Se um espaço adequado não está disponível nos pavimentos elevados, os Postos Secundários devem ser localizados no piso de acesso do edifício.

10.4.2 Posto de comando exterior

Os Postos de Comandos no exterior do edifício devem ser localizados com muito cuidado. A operação do Posto de Comando é uma função das mais importantes e, portanto, interferências com outras funções devem ser evitadas. O isolamento da área com cordões/fitas tem se mostrado eficiente na redução do número de pessoas desnecessárias no local.

Todas as pessoas, incluindo o próprio bombeiro, que não são essenciais na operação de Comando, devem ficar fora desta área. O apoio do policiamento deve ser requisitado para garantir a ordem na área do atendimento da ocorrência.

Todos os aparelhos de comunicação desnecessários devem ser silenciados, as máquinas e outros meios de produção de barulho sem uso direto devem ser desligados ou minimizados para evitar confusão na área do Posto de Comando.

10.4.3 Auxiliares do posto de comando

Os auxiliares são essenciais e formam a equipe de trabalho que auxilia e assessora diretamente o Comandante das Operações no desempenho de suas atribuições.

Os mapas e desenhos da situação registram as posições de trabalho das guarnições em operação, mantêm o controle sobre as unidades de prontidão e auxiliam no recebimento/envio de mensagens através dos meios disponíveis. Geralmente, pelo

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Coordenação

menos dois auxiliares são necessários em incêndios em edifícios altos. O número de auxiliares deve aumentar em função da escala do incêndio. O Comandante das Operações não deve se envolver com pequenos detalhes; ele deve estar livre para tomar decisões baseado em todas as informações disponíveis e detalhes coletados e registrados por seus auxiliares. Deve haver, também, um registro contínuo dos bombeiros de cada guarnição localizada no interior do edifício para garantir sua segurança durante as operações, incluindo o controle de ar respirável para a devida troca de cilindros, bem como o tempo de atividade intensa, para o necessário revezamento e descanso/alimentação/hidratação das equipes.

Como parte da responsabilidade dos Comandantes de Guarnições, eles devem ser capazes de fornecer ao Posto de Comando o número e identificação de seus respectivos bombeiros que compõem a equipe.

10.5 A estrutura do comando

Nos grandes incêndios em edifícios altos, uma estrutura de Comando planejada antecipadamente é necessária. À medida que o número de bombeiros no local do incêndio aumenta, Oficiais de mais alto cargo devem assumir o Comando de acordo com procedimentos preestabelecidos. Quando um Comandante de patente maior chega e assume o Comando, os demais podem ser alocados para outros setores do Comando, Postos de Comandos Secundários ou para as fontes de recursos materiais.

Um plano de combate previamente elaborado, uma boa iluminação e materiais básicos para elaborar esquemas e registros são essenciais e devem ser levados nos carros de Comando.

Atualmente, o “Sistema de Comando” já está bastante arraigado e difundido, com ampla utilização pelos Corpos de Bombeiros de todo o mundo, criado e inspirado com base no “Incident Command System - ICS” (Sistema de Comando de Incidente) americano. O Sistema de Comando nada mais é do que uma filosofia de trabalho, uma forma de coordenação do atendimento de uma emergência, com funções já previamente definidas para alguns responsáveis, a serem desempenhadas de forma colegiada junto a um Posto de Comando, formando uma equipe. Dentre as funções predefinidas, além do próprio responsável por toda a operação, que é o Comandante das Operações, existe um responsável pela alimentação do pessoal envolvido no atendimento da ocorrência; um responsável pelo atendimento da imprensa no local; um responsável pelas comunicações; um responsável pelos equipamentos e abastecimento d’água, dentre outros.

O Sistema de Comando também prevê o estabelecimento de um Posto de Atendimento Médico Avançado, responsável pelo atendimento das vítimas da

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Coordenação

ocorrência, incluindo bombeiros que se acidentam, e também a possibilidade de uma equipe de assessoramento técnico, formada por pessoas detentoras de conhecimento técnico específico, a exemplo de químicos, para o devido assessoramento dos bombeiros em condições peculiares, como por exemplo em um incêndio em edifício alto que armazene produtos químicos diversos.

Um exemplo de “Sistema de Comando” para intervenções em emergências é o adotado pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, denominado SICOE (SISTEMA DE COMANDO E OPERAÇÕES EM EMERGÊNCIAS), consolidado em seu Manual Técnico de Bombeiro nº 37 (MTB-37). A exemplo deste, para cada tipo específico de emergência que demande várias equipes de trabalho, com ações distribuídas em diversas frentes de operações, os Corpos de Bombeiros de cada cidade devem possuir um planejamento específico.

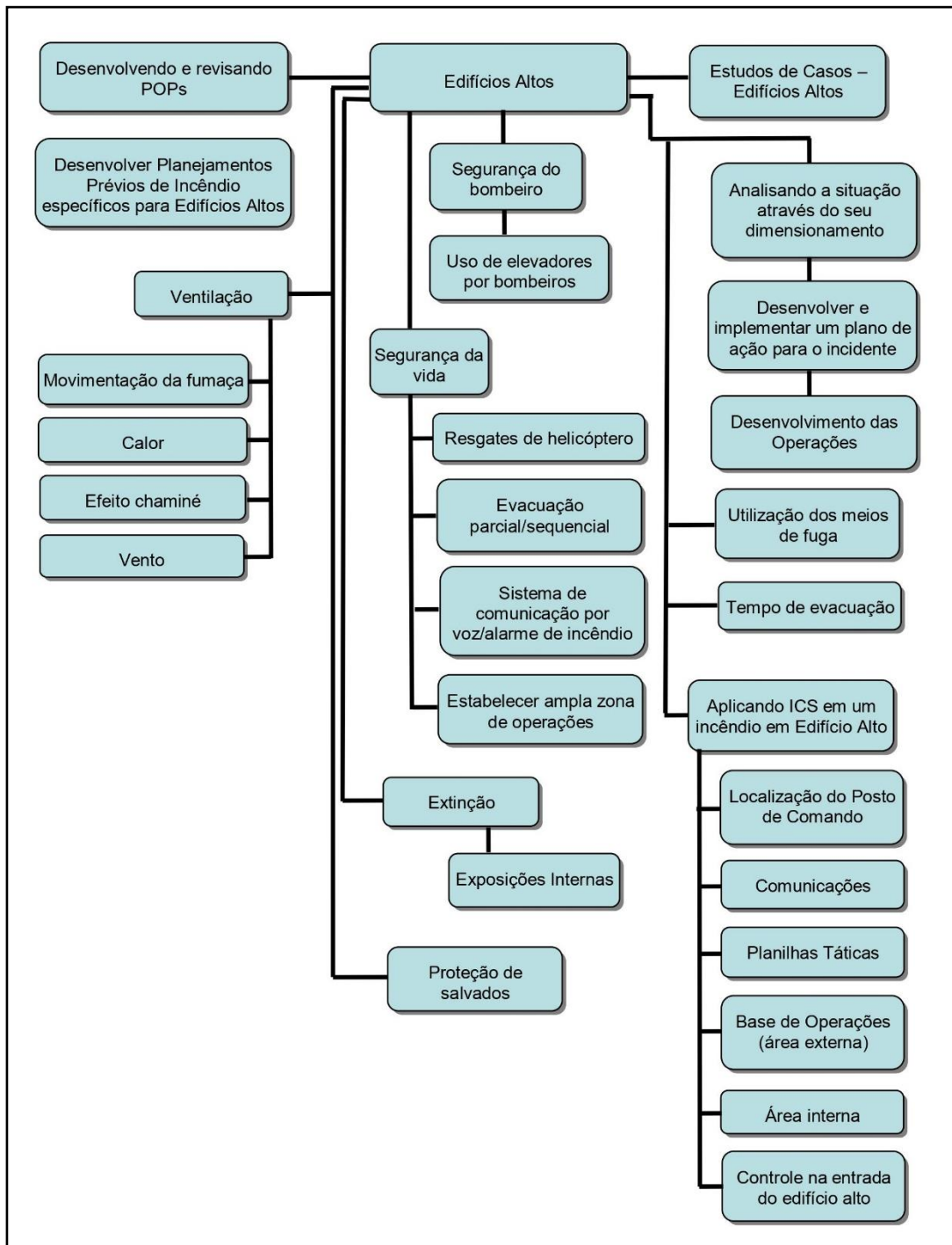
10.6 O Incident Command System (ICS)

Os Britânicos também possuem seu Sistema de Comando, designado “Incident Command System (ICS)”, consolidado em um manual: “Fire and Rescue Manual - Volume 2 - Fire Service Operations - Incident Command”. De acordo com esse manual, o “Incident Command System (ICS)” constitui “a doutrina do serviço de incêndio e resgate no contexto do gerenciamento de incidentes operacionais, liderança e os processos funcionais de comando e controle que fluem dele” (FIRE AND RESCUE MANUAL, FIRE SERVICE OPERATIONS - INCIDENT COMMAND, 2008, p. 7, tradução nossa).

Nos Estados Unidos, os Corpos de Bombeiros também possuem o INCIDENT COMMAND FOR HIGHRISE OPERATION (Comando de Incidente para Operação em Edifícios Altos), com base em normas da NFPA (National Fire Protection Association) e FEMA (Federal Emergency Management Agency). As Academias desse citado país possuem cursos especializados para os Comandantes das Operações, com foco na aplicação do ICS nas operações de combate e salvamento.

Para dar resposta adequada às emergências, com o gerenciamento de incidentes desta natureza, é necessário ter um Planejamento Estratégico e Tático, com ações eficientes, que possam garantir o sucesso na operação, o que irá requerer: a organização de recursos, o desenvolvimento de estratégias e o gerenciamento de operações táticas, com ações de evacuação, salvamento e combate aos incêndios, a fim de proteger a vida e minimizar os danos durante o incidente. A figura a seguir demonstra a visão sistêmica do “ICS - Incêndios em Edifícios Altos” americano, que envolve um teatro de operações de combate e salvamento.

Figura 28 – Visão sistêmica do ICS - Incêndios em Edifícios Altos



Fonte: Klaene (2007), traduzido e adaptado pelos autores

10.7 Meios de informação

Um bombeiro que seja o porta-voz do Comando deve ser designado durante os grandes incêndios. É o responsável pelo atendimento à imprensa, dentro da equipe do Sistema de Comando. Os meios de comunicação (rádio, TV, jornais e revistas) estão sempre à procura de informações e necessitam cumprir prazos. É importante que o Corpo de Bombeiros coopere. O público tem direito de saber o que seu Corpo de Bombeiros está fazendo, quais são os problemas e se estão efetivamente sendo resolvidos. Adicionalmente, uma pessoa capaz, que cuide exclusivamente da comunicação com a mídia, permite que o Comandante das Operações possa ficar focado precipuamente no atendimento operacional da emergência.

Nesse trato com a imprensa, é comum a realização de “coletivas de imprensa” em horários predeterminados, de modo a atender todos os jornalistas de uma vez, com uma informação padronizada (boletim), sem privilegiar uma ou outra emissora ou jornal. Nessas coletivas com a imprensa, o Bombeiro tem a oportunidade de dizer como está avançando com relação ao atendimento da ocorrência, quais as dificuldades encontradas, número de vítimas atendidas, recursos empregados, etc.

11 - COMUNICAÇÕES

As comunicações durante o combate ao incêndio são muito mais complexas em edifícios altos. Comunicações visuais através de sinais de braço ou sinais de lanterna são de difícil utilização. O uso de sinais visuais requer um treinamento prévio para isso, de modo que haja perfeito entrosamento durante o atendimento da ocorrência. Certas situações exigem no mínimo um bombeiro para observar ou dar resposta a mensagens visuais.

11.1 Rádio comunicação

Até que os rádios transmissores se tornem uma parte de todos os equipamentos individuais dos bombeiros, problemas de comunicação ainda vão existir. Métodos que permitam máxima utilização de rádios transmissores disponíveis no local de incêndio devem ser desenvolvidos. Componentes das Guarnições que não estão equipados com rádio devem ser designados próximos a guarnições equipadas com tal equipamento. Cada bombeiro deve saber a localização de seu contato de rádio durante todo tempo. As comunicações de alterações das situações no local da ocorrência são expedidas pelo uso conjunto de rádios disponíveis. O Comandante das Operações deve saber tão logo quanto possível:

- 1) quando guarnições tenham completado um trabalho específico;
- 2) quando as guarnições estão disponíveis para outra designação;
- 3) quando há necessidade de assistência; e
- 4) quando há necessidade de remanejamento de guarnições e para onde elas devem ser enviadas.

Figura 29 – Exemplo de rádio transmissor portátil



Fonte: Fonte: MTB-13 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2006, p. 42)

11.2 Retransmissão de mensagens

A retransmissão de mensagens de rádio deve ser uma parte regular no treinamento do Corpo de Bombeiros. A mensagem enviada pode, eventualmente, não ser ouvida pelo pretendido receptor. O bombeiro que estiver em posição para ouvir mensagens não aplicáveis a si mesmo deve repetir a mensagem exatamente como enviada. Atualmente é muito comum os bombeiros acabarem utilizando seus próprios telefones celulares em comunicações nas emergências, mas também para que isso funcione adequadamente é importante uma perfeita coordenação dos trabalhos, disciplinando tal comunicação e fazendo um controle preciso a respeito dos telefones existentes nessa “rede” que surge numa grande emergência, sendo recomendável um cadastramento dos números particulares no Posto de Comando, na chegada das guarnições, designando que somente alguns bombeiros possam utilizar-se de tal recurso, mantendo a comunicação organizada.

11.3 Pontos mortos

Os pontos mortos podem ser encontrados tanto no interior quanto no exterior de edifícios altos. São locais a partir dos quais a transmissão por rádios pode não ser viável. Mover a unidade móvel alguns poucos metros, especialmente para localizações perto de janelas e poços de elevadores, algumas vezes resolve o problema. Nem sempre os rádios transmissores (e telefones celulares) conseguem funcionar no interior das cabines dos elevadores. As mensagens enviadas pelo Centro de Comunicações geralmente são recebidas por todas unidades móveis porque a sua potência é maior. Bombeiros com unidades móveis devem lembrar de retransmitir mensagens que são recebidas, funcionando como uma “ponte”, para facilitação nas comunicações. Operações com rádio em grandes incêndios podem ser impedidas pelo fato de tais equipamentos nem sempre transmitirem sem interrupção em razão do ar superaquecido. Todos os bombeiros devem estar atentos aos possíveis problemas na operação de rádios em grandes incêndios, em especial com relação a carga das baterias.

11.4 Viatura para coordenação das comunicações

Tendo em vista que a comunicação é fundamental, apesar das dificuldades, o ideal seria o posicionamento de uma viatura em local adequado para a coordenação de mensagens a serem recebidas e transmitidas, funcionando como uma estação repetidora. Tal viatura poderia ser o próprio carro de Comando, devidamente equipado com rádio potente, bem como dispor de recursos adicionais, a exemplo de telefonia celular, o que facilitaria sobremaneira a comunicação não só auxiliando na "ponte" entre o Centro de Comunicações com as guarnições e outras viaturas no local sinistrado, bem como na obtenção de apoios importantes de outros órgãos públicos. O local mais adequado para

o posicionamento de tal viatura é logicamente onde se instalará o Posto de Comando, que propiciará, dentro de critérios técnicos, uma melhor coordenação das operações, tanto na distribuição de tarefas, quanto no auxílio de Comandos intermediários, principalmente no remanejamento de bombeiros e equipamentos, evitando-se o tráfego excessivo de mensagens.

11.5 Coordenação das comunicações

O tráfego excessivo de mensagens pode restringir seriamente a eficácia do rádio. Aquele que transmite uma mensagem julga que a sua comunicação é a mais importante de todas. De qualquer modo, em razão da excitação que circunda um incêndio, muitas mensagens de rádio podem ser cada vez mais longas ou desnecessárias, acarretando muita perda de tempo nisso. Outras mensagens importantes podem ficar fora do ar ou podem ser interrompidas durante a transmissão de uma mensagem de menor importância. A repetição das mensagens interrompidas usa duas vezes mais o tempo que seria necessário. O treinamento apropriado para os bombeiros em procedimentos de transmissão de mensagens inclui o seguinte:

- 1) decidir se a mensagem é realmente necessária;
- 2) refletir melhor na construção da mensagem antes de enviá-la;
- 3) conservar a mensagem tão curta quanto for possível; e
- 4) prestar atenção antes de enviar para não interromper alguma outra mensagem.

Algumas prioridades devem ser estabelecidas para o uso da comunicação. Geralmente, a prioridade é o elo com o Posto de Comando. A razão para este procedimento é que o Posto de Comando tem maior responsabilidade no cenário de atendimento da ocorrência; logo, a mensagem mais importante será dele, tendo prioridade sobre todas as demais. Durante as emergências de maior vulto, de qualquer modo, o tráfego de mensagens acaba aumentando naturalmente. Frequências alternativas podem separar e simplificar comunicações da área de atendimento do incêndio em relação às demais comunicações de outras ocorrências em andamento. Procedimento Operacional Padrão para utilização de frequências alternativas deve ser estabelecido previamente para evitar confusão no local do incêndio.

11.6 Uso de alto-falantes

A utilização de alto-falantes em incêndios em edifícios altos também pode ajudar na facilitação das comunicações, como mais um recurso, sem interferir em outros meios de comunicação. Quando as edificações estão ocupadas somente pelos bombeiros, transmissões em alto-falantes ajudam a mantê-los informados sobre o progresso do incêndio e também as estratégias de combate, podendo reduzir eventuais deficiências de comunicações feitas pelos rádios.

Um dos perigos de se usar os alto-falantes é o pânico nas edificações que ainda estão ocupadas por usuários. Ocupantes do local que ouvirem os avisos dos bombeiros podem interpretar mal as mensagens. Deve ser lembrado que o pânico é contagioso, e uma vez iniciado, criará muitos problemas adicionais.

Bombeiros com outros meios de comunicação devem checar se as mensagens dos alto-falantes estão sendo ouvidas em todo o local do sinistro. Alto-falantes portáteis (megafones) podem ser usados para manter guarnições informadas e direcionar aquelas que são visíveis ao Comandante, sendo particularmente eficientes em edifícios altos. O volume e a potência do alto-falante devem ser controlados para evitar ecos. A pronúncia em um tom de voz normal, ajuda a transmitir mensagens claras.

11.7 Mensageiros

Os mensageiros utilizados para levar informações importantes do Comandante das Operações ao local de incêndio podem suplementar ou até mesmo substituir outros meios de comunicação. A melhor compreensão e a confirmação de ordens passadas são duas boas justificativas para o uso do mensageiro. Um mensageiro temporário pode manter pessoas informadas e ser um eficiente método alternativo de comunicação, não necessitando ser separado de sua guarnição ou de outras obrigações, exceto enquanto estiver se deslocando para levar as mensagens.

A altura de um edifício pode requerer o uso dos serviços do mensageiro se a transmissão por rádio estiver tecnicamente difícil ou com interferências. Boas transmissões e recebimento de importantes mensagens são asseguradas pelo uso do mensageiro. Naturalmente, as limitações físicas de um mensageiro devem ser consideradas. Se o trabalho for excessivo, com muitas subidas e descidas pelo edifício, deve-se fazer o revezamento de mensageiros, para evitar a fadiga.

Coordenar mensageiros é provavelmente mais difícil do que coordenar mensagens recebidas de outras fontes. Um considerável número de pessoas tem acesso às informações transmitidas via rádio. Para ordens que exigem sigilo, um controle de informações deve ser estabelecido caso não seja possível utilizar mensageiros.

Toda informação deve partir do Posto de Comando, caso contrário a informação perde o significado. O deslocamento de bombeiros para este propósito vital, deve, de qualquer modo, receber prioridade. Bombeiros extras, alocados estrategicamente em Postos de Bombeiros, podem ser chamados para desempenharem a função de mensageiros durante o atendimento da emergência.

12 - PROTEÇÃO DE PATRIMÔNIO E RESCALDO

Este capítulo trata dos assuntos relativos à importância da operação de proteção do patrimônio em edifícios altos; do método de remoção da água utilizada na extinção dos incêndios e como os danos causados pelo calor podem ser reduzidos. O rescaldo consiste em procurar apagar toda e qualquer fonte de ignição que possibilite uma eventual reigñição, revolvendo o material queimado e os escombros resultantes do incêndio, cuja ação preventiva é realizada logo após a extinção do fogo, demandando ainda um grande esforço por parte dos bombeiros.

Operações de proteção do patrimônio (também conhecidas como “proteção de salvados”) não devem ser adiadas até a extinção do incêndio, mas sim iniciadas assim que houver disponibilidade de bombeiros para executá-las. O treinamento de bombeiros deve incluir o desenvolvimento da capacidade de levar em conta a proteção do patrimônio durante as operações de combate. As perdas são menores e as operações de combate são mais efetivas quando o fator "proteção do patrimônio" é incluído em toda a estratégia. As perdas causadas por entradas forçadas, ventilação descoordenada e uso indiscriminado de água são situações que contribuem para que o prejuízo material seja ainda maior do que o já causado pelo próprio fogo.

Outros tipos de perdas podem ocorrer em edifícios altos modernos e todos os esforços devem ser concentrados para evitá-los. Danos podem ser causados em carpetes quando da colocação de materiais molhados sobre eles; os painéis de madeira e as cabines dos elevadores podem, eventualmente, sofrer algum dano em razão do choque com os cilindros de ar respirável ou algum outro equipamento carregado pelos bombeiros, situações que podem, na medida do possível, ser evitadas.

Todos os meios de proteção ao patrimônio (cobertas, lonas, calhas, rodos, etc) devem ser levados para o interior do edifício. O trabalho de proteção eficiente requer um movimento ágil do bombeiro e o transporte de equipamentos de pavimento para pavimento. Os bombeiros e os equipamentos devem ser levados para as posições onde as operações de proteção do patrimônio se fazem necessárias e devem ser periodicamente realocados para estarem à frente da água que desce de pavimentos superiores, até que seja contida ou controlada.

A ventilação de áreas atingidas pela fumaça e a prevenção de seu acúmulo pode ser classificada como uma operação de proteção do patrimônio. A ventilação durante a operação de proteção requer bombeiros e equipamentos adicionais. Os materiais a serem removidos do edifício devem ser retirados pelos elevadores de emergência ou escadas, para serem colocados, de modo protegido, num local seguro fora do edifício.

Quando um incêndio de grandes proporções ocorre, a operação de proteção deve ser comandada diretamente por um Comandante experiente, que deve estar qualificado para decidir quais materiais devem permanecer no pavimento e quais devem ser removidos do edifício.

12.1 Remoção de material

A remoção de materiais dos pavimentos localizados acima do pavimento incendiado é mais difícil. Os elevadores de emergência e escadas devem ser utilizados, pois a retirada pelas janelas pode ser perigosa. Sempre que possível, o Comandante deve utilizar os funcionários/moradores e equipamentos do próprio edifício, a exemplo de carrinhos de transporte de carga, para remover materiais. Por outro lado, materiais devidamente inspecionados podem permanecer no pavimento do incêndio. O material em chamas ou brasa deve ser completamente eliminado e a absorção da água pelo material deve ser controlada. O depósito de material no pavimento do incêndio é, em geral, uma boa prática, pois elimina a necessidade de achar um outro local seguro e adequado ao nível da via pública e reduz os danos causados pelo transporte. Geralmente, somente o material que não tem grande valor deve ser removido do edifício. Arquivos de negócios danificados pelo fogo devem ser retidos até que o ocupante/proprietário determine seu valor (o que muitas vezes não é relevante para o bombeiro pode ser para as seguradoras ou ainda servir de campo para a perícia).

Atualmente, ainda não há substituto para o trabalho humano de remoção e proteção de patrimônio em edifícios altos. Equipamentos que agilizam a operação como empilhadeiras de garfo, pás carregadeiras e tratores de terraplanagem podem ser utilizados para trabalhos de rescaldo no nível térreo, mas geralmente não podem ser transportados para pavimentos superiores. Portanto, nestes pavimentos a operação de proteção e rescaldo demora mais tempo para ser efetuada. A operação de proteção e rescaldo ao nível do piso térreo já é bastante difícil. Em edifícios altos o trabalho é, no mínimo, dobrado. A minimização de danos causados pela água e por outros meios requer o trabalho de uma equipe bastante ágil. O transporte de equipamentos e materiais através de escadas é um trabalho bastante cansativo. Outras equipes de proteção e rescaldo podem ser enviadas para o local do incêndio, para realização da operação apropriada, após o controle do incêndio. Esta prática distribui a carga de trabalho e permite que mais bombeiros adquiram experiência de campo.

12.2 Perigo de colapso estrutural

Linhas de mangueira que descarregam 1.000 litros de água (264,17 galões americanos) por minuto nos vários pavimentos podem alterar rapidamente e significativamente a carga interna de um edifício. Quando o fogo envolve edifícios

antigos, o peso da água aplicado no combate pode exceder rapidamente os limites de carregamento estrutural do edifício, causando até o colapso de pisos inteiros. Para prevenir tal colapso, o bombeiro deve escoar a água do edifício direcionando-a aos poços de elevadores ou escadas ou, em casos extremos, quebrando pisos e paredes para drenagem da água. Esta tática deve ser executada assim que o combate ao incêndio com as mangueiras seja iniciado.

Figura 30 – Drenagem da água de combate a incêndio



Fonte: MTB-32 - Corpo de Bombeiros de São Paulo (2006, p. 127)

Em alguns edifícios novos, o concreto protendido encapsula os cabos de aço sob tensão. Quando expostos a altas temperaturas de incêndio por um longo período de tempo, os cabos se expandem e o relaxamento transmitido ao aço afeta as peças, que ficam abauladas. Quando o abaulamento ocorre, a estrutura pode não suportar mais a carga de projeto. No item 3.16 foi comentado a respeito do “spalling” a que está sujeito o concreto quando submetido a um incêndio. Reitera-se que, durante as operações de combate a incêndio e mesmo durante o rescaldo, os bombeiros estejam atentos para eventuais ruídos na estrutura do edifício, que podem ser indicações de possível colapso estrutural.

12.3 Perigo de queda de material de revestimento externo

Em alguns edifícios novos herméticos, as paredes externas não suportam nenhum tipo de carga do edifício. Este tipo de parede é frequentemente construído de vidro e esquadrias leves com baixa temperatura de fusão, conforme exemplo da figura a seguir, que pode ter tais características (Figura 31). Perdas destas paredes externas ou esquadrias podem ocorrer sob condições de incêndio. Quando tal falha ocorre, o bombeiro fica exposto ao perigo de queda a grandes alturas. Extremo cuidado deve ser tomado pelo bombeiro que trabalha próximo às paredes externas do tipo leve.

Figura 31 – Exemplo de fachada de vidro e esquadrias leves



Fonte: Imagem de Michael Gaida - Pixabay (2017)

A regulamentação de segurança contra incêndio atualmente exige que produtos utilizados como revestimento e acabamento de uma construção devem possuir um bom desempenho de reação ao fogo em situação de incêndio. Lin (2018, p. 12) chama a atenção quanto ao emprego de materiais inovadores em uma construção:

Quando buscamos o emprego desses materiais inovadores, devemos levar em consideração o seu desempenho dentro de uma construção, sendo que a segurança contra o fogo é um dos principais critérios para determinar o seu desempenho. Não basta ser esbelto, térmico, acústico e estanque se não for seguro.

No tocante especificamente aos elementos envidraçados, que englobam os vidros e respectivas esquadrias, Moraes (2018, p. 20) destaca o seguinte:

Diferentes tipos de vidros e composições com outros produtos foram desenvolvidos para atender a demanda de distintos níveis de desempenho. As esquadrias também tiveram de avançar para acompanhar o desempenho requerido de resistência ao fogo e são igualmente importantes para garantir o funcionamento do conjunto no evento de um incêndio.

12.4 Controle de danos causados pela água

A água utilizada no combate e rescaldo deve ser controlada e canalizada para fora do edifício. Calhas podem ser deixadas nos vários pisos por vários dias antes que a limpeza final seja efetuada.

12.4.1 Construções não adequadamente seladas

Construções que não são adequadamente seladas expõem todos os pavimentos abaixo do incendiado a danos causados pela água. A água escorre rapidamente pelos orifícios de cada pavimento para o teto do piso abaixo e então se espalha pelo forro falso, passando para o piso inferior. Este processo é repetido em cada pavimento abaixo do pavimento incendiado. O número de pavimentos afetados depende do volume de água utilizado e do tempo que leva para escorrer para o próximo piso. Todas as tentativas devem ser feitas para confinar e controlar a água no primeiro pavimento abaixo do pavimento incendiado.

12.4.2 Drenagem vertical

A drenagem da água é geralmente obtida através do uso da caixa de escadas para a canalização controlada e o uso de drenos nos pavimentos, obtidos pela remoção dos vasos sanitários. Em alguns edifícios mais novos, os halls de entrada acarpetados levam diretamente para caixas de escadas. Geralmente, o único jeito de evitar danos desnecessários nos carpetes, quando as escadas são o meio de drenagem, é construir diques de serragem de madeira para vedar as portas das escadas de todos os outros pavimentos inferiores impedindo que a água entre neles.

12.4.3 Drenagem horizontal

A remoção horizontal da água de vários pisos é geralmente obtida utilizando-se ralos ou abrindo-se buracos na parede externa quando não existem ralos. Nos edifícios onde as paredes externas não são estruturais, geralmente as áreas da parede sob as janelas são compostas de painéis. Os painéis de material leve podem ser facilmente quebrados para remover a água em excesso que não possa ser controlada de maneira mais econômica (Figura 30).

A utilização de pequenas bombas de sucção d'água também pode ser uma solução nesses casos, de modo que a água retirada seja bombeada para fora do edifício através de aberturas nas paredes (janelas) ou conduzidas até a caixa de escadas através de mangueiras acopladas à bomba de sucção.

12.5 Controle dos danos causados pelo calor

Os danos causados pelo calor podem ser controlados através de sua remoção e pela proteção do edifício à sua exposição. O calor pode ser removido do edifício por meio de ventilação vertical ou horizontal. O bombeiro deve fechar todos os canais possíveis de passagem de calor e, então, desenvolver meios para retirá-lo através de canais controlados. Portas comuns são bastante efetivas no bloqueio do calor de

convecção. Janelas externas podem ser abertas em salas isoladas para manter a temperatura no seu interior a um nível seguro. Neste caso, as portas que servem estas áreas devem ser fechadas para evitar que o calor de convecção passe através delas. Perdas materiais podem ser reduzidas significativamente com a aplicação dessas técnicas.

12.6 Controle dos danos causados pela fumaça

O confinamento e controle da fumaça são as chaves para reduzir danos devido à sua exposição. A fumaça deve ser confinada na menor área possível antes de ser ventilada por canais controlados e deve ser impedida de entrar e danificar edifícios adjacentes. Aberturas nos edifícios adjacentes, como janelas e pontos de tomada de ar de sistemas de ar condicionado, devem ser fechadas ou protegidas por jatos de mangueira antes que a ventilação horizontal ou vertical seja iniciada no edifício incendiado.

Odores residuais da fumaça, mesmo quando os danos causados por ela não sejam aparentes, podem causar grandes perdas num incêndio. Este problema é particularmente grave em edifícios herméticos. O confinamento da fumaça em áreas tão pequenas quanto possíveis reduzem este problema.

12.7 Acesso para operações

O acesso para a realização da operação de proteção e rescaldo requer um bom conhecimento dos trajetos (rotas) disponíveis. O planejamento prévio de incêndio deve incluir considerações a respeito do uso da escada do edifício alto para trabalhos de proteção do patrimônio e rescaldo, bem como para operações de combate. Os danos causados às escadas pelo fogo podem mudar as rotas predeterminadas. Planos devem incluir alternativas para problemas como escadas bloqueadas com materiais, inutilizadas pela ação do fogo e/ou fumaça ou por obras de reforma, etc.

12.8 Segurança patrimonial do edifício

A segurança patrimonial do edifício pode ser restaurada em alguns casos. As janelas podem ser cobertas com chapas de madeira ou metálicas e portas podem ser fechadas ao nível da via pública. Quando a entrada forçada é exigida num edifício, deve-se refletir a respeito de sua vulnerabilidade após o término das operações de combate a incêndio e salvamento. Os bombeiros sempre devem analisar a possibilidade de entradas alternativas, principalmente em pequenos incêndios, com a utilização de escadas portáteis e entrada por uma janela no segundo pavimento ou entrada pelo subsolo.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Proteção de Patrimônio e Rescaldo

A proteção de telhados e janelas contra intempéries, após o incêndio, deve ser provida. Papelão e lonas plásticas têm sido utilizados com sucesso para este propósito.

Mercadorias de valor são facilmente visadas e geralmente são providas de certa segurança. Porém, muitos outros itens, geralmente em forma de documentos e arquivos, são de grande valor para o proprietário/inquilino e também devem ser protegidos de furto ou roubo e danos adicionais.

Segredos industriais, como fórmulas, processos e procedimentos, são particularmente vulneráveis a furto ou roubo após um incêndio. A entrada ao edifício sem autorização deve ser proibida. Em alguns casos, policiais devem ser alocados para assegurar a área até que os proprietários/inquilinos possam ser contatados e seguranças particulares sejam providenciados. A segurança adequada para todos os ocupantes do edifício, também deve ser provida.

13 - FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme comentado anteriormente, de acordo com o Procedimento Operacional Padrão dos Corpos de Bombeiros, uma das primeiras providências na chegada no local da ocorrência é o desligamento da energia elétrica do prédio, após fixação das cabines de elevadores no piso térreo, ao nível do solo, de modo que nenhum usuário remanescente faça uso deles, com o risco de ficar preso e acabar morrendo em seu interior. Não há dúvida de que o ideal seria a manutenção das condições de energia elétrica do prédio durante o combate a incêndio, mas existe o risco dos choques elétricos e outros acidentes envolvendo a energia elétrica, já que o bombeiro utiliza basicamente a água para o combate a incêndio, que é condutora de eletricidade, por isso o procedimento padrão do seu desligamento.

No entanto, mesmo com a energia elétrica desligada, alguns sistemas, de acordo com as regulamentações de segurança contra incêndio, devem ainda funcionar por algum tempo, a exemplo da iluminação de emergência, que permite o abandono da edificação pelos usuários por rotas de fuga devidamente sinalizadas; a bomba de incêndio, permitindo a utilização do sistema hidráulico do próprio prédio, ao menos para o combate inicial do incêndio; a pressurização das escadas, em prédios que possuem esse tipo de sistema, garantindo a saída dos usuários pelas escadas livres de fumaça; e os elevadores de emergência, que podem ainda ser utilizados sob coordenação dos bombeiros.

Mas os incêndios também podem ocorrer em edifícios altos durante um blecaute parcial ou total da cidade, cuja situação coloca os bombeiros em confronto com uma situação fora do normal. Um planejamento prévio de incêndio deve ser desenvolvido para lidar também com tal situação.

13.1 Problemas de evacuação e transporte

A evacuação dos ocupantes com a energia elétrica desligada deve ser efetuada pelas escadas de emergência. A necessidade do bombeiro de supervisionar a evacuação do edifício interferirá no andamento das outras operações. Portanto, o estabelecimento de áreas de refúgio com distâncias menores a percorrer é imperativo quando não há energia elétrica. Equipamentos de iluminação portáteis se farão necessários na evacuação dos ocupantes, caso o sistema de iluminação de emergência não funcione adequadamente.

O bombeiro deve subir e descer as escadas disponíveis quando os elevadores estão inoperantes. Em edifícios altos, este procedimento é vagaroso e fatigante. O bombeiro pode ser, em alguns casos, transportado para o telhado de edifícios altos por

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

helicóptero, quando o fogo se localiza nos andares superiores, e as escadas podem ser utilizadas de cima para baixo até o andar do fogo. Esse recurso pode poupar muito tempo e energia.

Mas o uso de helicóptero deve ser bastante criterioso, pois o calor gerado pelo incêndio pode desestabilizar a aeronave, afetando sua sustentação, já que o ar quente é menos denso, podendo causar também turbulência, sem contar que a movimentação das pás do helicóptero pode, eventualmente, também contribuir para um aumento das chamas do incêndio, afetando também edificações vizinhas.

Klaene (2017, p. 304-5, tradução nossa) destaca essa possibilidade de criação de riscos adicionais com o uso do helicóptero:

Operações de helicópteros acima de um edifício em chamas podem criar riscos adicionais devido à corrente de ar térmica. Helicópteros voando perto de um prédio em chamas podem criar ventos fortes que afetam negativamente as operações. Lembre-se, como ao considerar qualquer tática, antes de decidir usar helicópteros para auxiliar os bombeiros ou ocupantes ou para reconhecimento, sempre conduza uma análise de risco versus benefício. Existe risco para os ocupantes, bombeiros e a tripulação do helicóptero? Ou poderiam ser usados outros métodos menos arriscados?

Verifica-se que o emprego de helicópteros tem sido bastante efetivo quando do combate de incêndios em vegetação, com a utilização daqueles baldes gigantes, conhecidos por “Bambi Bucket”, mas cuja aplicação seria inviável em incêndios em edificações, haja vista o perigo de se despejar grande quantidade de água, podendo danificar estruturas e ferir pessoas.

A utilização do helicóptero deve se restringir, então, no caso dos incêndios em edifícios altos, às operações de salvamento, podendo auxiliar na retirada das vítimas do topo do edifício ou de alguma outra área de refúgio, quando isso for possível e seguro de ser realizado, conforme ressaltado por Klaene (2017, p. 304-5, tradução nossa):

Houve ocasiões em que helicópteros foram usados com sucesso para resgatar ocupantes durante incêndios em edifícios altos. No entanto, resgates de helicóptero são extremamente perigosos e, na maioria dos casos, desnecessários. Poucos casos justificam o uso de um helicóptero para remover ocupantes de um telhado, e muitos telhados não são adequados para pouso de helicópteros. Alguns departamentos desenvolveram programas que usam helicópteros para lançar bombeiros sobre telhados, às vezes por meio de rapel do helicóptero

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

para o telhado. Os bombeiros colocados no telhado podem acalmar os ocupantes e proteger a área do fogo, e também podem descer para áreas inacessíveis nos andares abaixo do telhado.

Muitas cidades não possuem helicópteros de bombeiros, sendo tal apoio normalmente realizado por ajuda mútua ou contratual com outras empresas e órgãos públicos. O planejamento prévio de incêndio deve determinar se a cobertura dos edifícios pode suportar o peso e a turbulência causada por um helicóptero e se o pouso pode ser efetuado com segurança.

A falta da energia elétrica faz com que os bombeiros tenham que fazer longas caminhadas pelas escadas carregando equipamentos. Em edifícios com janelas que podem ser abertas, autoescadas e plataformas aéreas podem ser utilizadas para transportar equipamentos para pontos seguros em pavimentos mais elevados. Uma grande carga de equipamentos também pode, excepcionalmente, ser içada por helicópteros até a cobertura do edifício.

13.2 Problema de pessoas retidas em elevadores

Quando os ocupantes ou bombeiros ficam presos em elevadores, eles devem ser resgatados ou soltos o mais rápido possível. Poços de elevadores sem aberturas em todos os andares (só em andares alternados, por exemplo) podem complicar o problema.

Pode ser necessária a quebra das paredes para o resgate. Na falta de energia elétrica, campainhas e alarmes de emergência nos elevadores podem não funcionar. Uma procura rápida deve ser feita para localizar cada elevador, certificando-se que não existem pessoas presas em suas cabines, por isso o procedimento dos bombeiros de sempre trazê-las para o térreo antes do desligamento da energia elétrica. No caso de o bombeiro ficar retido no interior de um elevador, entre pavimentos, e sem meios de comunicação, um sinal de socorro predeterminado e conhecido por todos deve ser utilizado.

Esse risco potencial de as pessoas ficarem retidas em cabines de elevadores numa situação de incêndio, o que pode desencadear o pânico, em razão do aumento progressivo da temperatura, além da possibilidade de as portas se abrirem exatamente num pavimento tomado pela fumaça ou fogo, impedindo que as pessoas que estejam em seu interior desçam, criando um ambiente letal, é o que faz com que a utilização dos elevadores, em situação de incêndio, não seja recomendada.

Álvarez [ca. 2018] faz um contraponto, estimulando a discussão a respeito da possibilidade da utilização plena do elevador para a realização da evacuação das pessoas, e mesmo para a utilização pelos bombeiros, dizendo o seguinte:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

A cultura de qualquer cidade moderna estabeleceu, nos últimos trinta anos, uma regra inamovível: “Em caso de incêndio, não use o elevador”. No entanto, nos últimos tempos, através de artigos [sic] que vêm dos países mais desenvolvidos, a questão do uso dos elevadores durante um alarme de incêndio num edifício parece ter recobrado energia. [...]

[...] depois dos ataques às torres do World Trade Center em 11 de Setembro de 2001, resultou evidente que a evacuação total dum edifício muito alto requeria muito tempo (a evacuação total das torres do WTC com a ocupação de projeto foi estimada em quatro horas), além de outros inconvenientes como o cansaço dos evacuantes, as pessoas com deficiências preexistentes, ou os visitantes pouco familiarizados com os meios de saída do edifício. Entretanto, a necessidade de considerar a possibilidade duma evacuação total se apresenta agora como um cenário inevitável.

[...] Já em 1992, John Klote estudou em detalhe o uso potencial dos elevadores para a evacuação. Contudo nos anos seguintes avançou-se pouco a esse respeito até os eventos de 11 de setembro. Desde esse dia, a preocupação sobre como fugir frente a um incêndio é um tema permanente entre os que vivem, trabalham, e inclusive visitam, um edifício alto.

A grande maioria de adultos em idade laboral pode baixar uns vinte pisos pelas escadas, mas aumentar esta quantidade até setenta ou oitenta pisos vai muito além da capacidade física de muitas pessoas, sobretudo quando a escada é quente por falta de climatização e apresenta uma grande quantidade de pessoas evacuando. Além disso, é necessário tomar em consideração os ocupantes que não têm a opção de utilizar as escadas devido a impedimentos físicos, como os que devem usar cadeira de rodas, sofrem de asma ou estão num estado de gravidez avançada. Nessas condições, a evacuação de edifícios altos por meio de elevadores se apresenta como um passo inevitável para assegurar uma evacuação rápida e eficiente.

[...] A ideia que os bombeiros cheguem a combater um incêndio no piso cinquenta subindo pelas escadas porque os elevadores não funcionam, é também impraticável [...].

Os argumentos apresentados por Álvarez são procedentes, principalmente levando-se em conta a tecnologia atualmente existente em elevadores de emergência,

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

que além de serem mais reforçados, permitem utilização prolongada. No entanto, poucos são os edifícios que podem contar com essa tecnologia de ponta. Talvez, num futuro próximo, com o desenvolvimento de novas tecnologias e com o aperfeiçoamento da legislação de segurança contra incêndio, a realidade seja outra.

No tocante à legislação de segurança contra incêndio, a título de exemplificação, o Decreto nº 63.911/18, de São Paulo (Regulamento de Segurança Contra Incêndios das Edificações e Áreas de Risco), exige o elevador de emergência para edificações com altura acima de 80 m (de ocupação residencial) ou acima de 60 m (com as seguintes ocupações: serviço de hospedagem; comercial; serviços profissionais; educacional e cultural; locais de reunião de público; serviços automotivos; serviços de saúde; industriais e depósitos), desde que seja protegido e que possua energia própria de funcionamento.

Continuamos com a convicção, ainda que cultural segundo Álvarez, de que realmente a utilização do elevador não deve ser feita em caso de incêndio. Em dias normais de trabalho ou em seus prédios residenciais, as pessoas já ficam aflitas com a espera momentânea dos elevadores. Imaginem como seria numa situação de incêndio.

Reiteramos, conforme já exposto no capítulo 5, que a regra para a saída das pessoas de edifícios altos numa situação de incêndio seja feita pela escada de emergência.

13.3 Problemas de iluminação

Muitos edifícios modernos apresentam um hall central em cada pavimento envolvendo os elevadores, que levam para outros halls menores ou mesmo diretamente para salas individuais.

Como, geralmente, os halls de elevadores não possuem iluminação natural, eles se tornam completamente escuros quando não há luz elétrica, a não ser pela iluminação de emergência, que deve funcionar por sistema independente e por tempo suficiente para auxiliar na orientação das pessoas para a evacuação do prédio pelas rotas de fuga (escadas de emergência).

Os ocupantes ficam nervosos quando sentem a completa falta de iluminação. Se seu caminho normal de saída (os elevadores) está inoperante e o local está sem iluminação, um mero odor de fumaça pode causar pânico.

Os bombeiros estão acostumados a combater incêndios sob condições adversas de luz, mas dependem, no mínimo, de suas lanternas de uso individual, para o deslocamento e uso de equipamentos no interior do edifício, nessas condições.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

Geradores portáteis e não portáteis devem fazer parte dos equipamentos dos bombeiros quando do atendimento de um incêndio em edifício alto. Cabos elétricos, extensões longas e resistentes, tripés e holofotes também são necessários. No caso das lanternas individuais que dependam de bateria recarregável, há necessidade de se prever, dentro da logística de atendimento, alguém responsável para fazer o carregamento e a troca das baterias oportunamente, garantindo o funcionamento duradouro dessas lanternas.

13.4 Problemas de comunicação

Muitos sistemas de comunicação têm sido projetados para funcionar com fontes de energia auxiliar. As atividades de planejamento prévio de incêndio devem incluir o conhecimento destes sistemas que funcionam mesmo sem a fonte de energia regular.

Companhias de telefonia têm desenvolvido um alto grau de confiabilidade nestes termos. Os sistemas de telefones fixos operam de forma bem planejada, com força auxiliar, utilizando "baterias flutuantes" e circuitos separados, que geralmente não são afetados pela queda de energia elétrica, a não ser os telefones sem fio, que dependem dela, caso não possuam baterias que lhes proporcionem autonomia.

Os sistemas de detecção e alarme de incêndio, como medidas de segurança contra incêndio, importantíssimos para a "descoberta" e comunicação aos ocupantes do edifício, do surgimento de um incêndio, devem dispor, além da alimentação da energia elétrica convencional, também de sistema auxiliar de energia, a exemplo da regulamentação de segurança contra incêndio do Estado de São Paulo, cuja Instrução Técnica (IT) nº 19 do Corpo de Bombeiros diz o seguinte:

Todo sistema deve ter duas fontes de alimentação. A principal é a rede do sistema elétrico da edificação, e a auxiliar é constituída por baterias, nobreak ou gerador. Quando a fonte de alimentação auxiliar for constituída por bateria de acumuladores ou nobreak, esta deve ter autonomia mínima de 24 horas em regime de supervisão, sendo que no regime de alarme deve ser de, no mínimo, 15 minutos para suprimento das indicações sonoras e/ou visuais ou o tempo necessário para o abandono da edificação. Quando a alimentação auxiliar for por gerador, também deve ter os mesmos parâmetros de autonomia mínima.

Alarmes sem uma fonte alternativa de energia, com a possibilidade de significativo atraso dessa "comunicação" quando da falta de energia elétrica, poderiam dar aos ocupantes dos edifícios uma falsa sensação de segurança.

13.5 Problemas de ventilação

O controle de fumaça, como medida de segurança contra incêndio de uma edificação, pode ser obtido por meios naturais (aberturas) ou mecânicos (dutos, ventiladores, etc). A exemplo do sistema de detecção e alarme, os ventiladores de extração de fumaça e introdução de ar do controle de fumaça por meios mecânicos, além da alimentação da energia elétrica convencional, também necessitam de sistema auxiliar de energia, normalmente feito por um conjunto de baterias (nobrek) ou por grupos motogeradores. Se o sistema auxiliar de energia não funcionar adequadamente, e houver falta de energia elétrica, os ventiladores não poderão contribuir na retirada da fumaça.

13.6 Problema das bombas de suprimento de água

Bombas de suprimento de água movidas à energia elétrica são instaladas em edifícios altos para suprir tanto os hidrantes e mangotinhos quanto os chuveiros automáticos. No capítulo 7 já foi ressaltada a necessidade de uma fonte alternativa de energia (gerador) para as bombas dos hidrantes e mangotinhos funcionarem mesmo em situações de falta de energia elétrica e o mesmo se pode dizer das bombas dos chuveiros automáticos (sprinklers).

Figura 32 – Bombas de suprimento de água



Fonte: Miranda (2019, p. 255)

Miranda (2019, p. 256), comentando a respeito dos chuveiros automáticos (sprinklers), destaca a possibilidade de utilização das bombas dos veículos (viaturas) do Corpo de Bombeiros, ainda que haja alguma eventual falha de operação das bombas de suprimento de água do edifício:

Assim como numa rede de hidrantes é necessário que sejam previstas válvulas em locais estratégicos com facilidade de acesso para o Corpo

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Falta de Energia Elétrica

de Bombeiros, objetivando que no caso de uma eventual falha na bomba do sistema ou necessidade de aumento da pressão neste sistema, seja possível o acoplamento da bomba dos veículos do Corpo de Bombeiros. Estas válvulas são denominadas de “Registro de Recalque”.

13.7 Problemas de energia auxiliar e equipamentos

Conforme verificado nos itens anteriores, sistemas de energia auxiliar (baterias e geradores) são imprescindíveis para que as medidas de segurança contra incêndio de um edifício alto permaneçam em funcionamento mesmo após a queda de energia elétrica, a exemplo de um blecaute.

Geradores portáteis dos Bombeiros e aqueles não portáteis pertencentes ao serviço público em geral ou mesmo a empresas particulares integrantes de Planos de Auxílio Mútuo, montados em unidades móveis como caminhões e trailers, têm sido amplamente utilizados em grandes incêndios e outras emergências. Os bombeiros têm total familiaridade com seus equipamentos, porém, quando utilizarem geradores de terceiros, é recomendável que também disponham da ajuda de técnicos que conheçam tais equipamentos, compatibilizando-os com as conexões que forem necessárias.

A manutenção não apropriada dos sistemas de energia auxiliar é a principal causa da falta de energia e não funcionamento de algumas medidas de segurança contra incêndio quando necessário. Assim, de acordo com a idade do sistema, a sua manutenção e testes se tornam mais importantes. As inspeções e vistorias dos bombeiros devem incluir a checagem do programa de manutenção e testes dos sistemas de geração de energia auxiliar.

Figura 33 – Exemplo de gerador portátil



Fonte: Grupo GMEG [2020]

14 - ESCADAS DE EMERGÊNCIA

Quando um incêndio ocorre em certas áreas do edifício, o movimento da fumaça em direção às rotas de fuga se torna um fator crítico. Portanto, um método para controlar a entrada do calor e dos gases nocivos nas rotas de fuga é vital. A norma brasileira **NBR 9077/2001 - Saídas de emergência em edifícios** - dá parâmetros para dimensionamento destas rotas, inclusive de escadas de emergência. Os Corpos de Bombeiros também possuem suas normas específicas a respeito das saídas de emergência, a exemplo da Instrução Técnica nº 11 (IT-11), do Corpo de Bombeiros de São Paulo, que utiliza a própria NBR 9077/2001 como referência normativa e bibliográfica dentre outras normas e legislações.

Escadas de emergência, também denominadas de “escadas de segurança” ou “escadas à prova de fumaça”, são escadas normalmente protegidas por paredes resistentes ao fogo, antecedidas de antecâmara ou vestíbulo com um sistema de ventilação natural ou mecânico, que tem como função inibir a entrada da fumaça na caixa de escadas. As escadas de emergência estão inseridas no contexto maior da medida de segurança contra incêndio “saídas de emergência”, que abrange, além das escadas, outros dispositivos, conforme definição de “saída de emergência, rota de saída ou saída” da NBR 9077 (2001, p. 5):

Caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por **portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos** de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro. (grifo nosso).

Quanto mais alto o edifício, maiores são os problemas que podem contribuir para a diminuição do desempenho das escadas de emergência. Edifícios modernos de grande altura têm sido equipados com torres de pressurização e alguns códigos de obras e regulamentações de segurança contra incêndio exigem sua instalação. A escada pressurizada é projetada para prover um meio seguro de evacuação aos ocupantes e imediato acesso do bombeiro em caso de incêndio.

14.1 Tipos de escadas

O tipo de escada a ser instalada na edificação é indicado pelas normas e regulamentações de segurança contra incêndio em função da classificação da ocupação e da altura da edificação em relação ao pavimento de acesso ao logradouro.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Escadas de Emergência

Os tipos de escadas normalmente previstos nas normas e regulamentações são os seguintes:

- Escadas não enclausuradas ou escadas comuns – não obrigatoriamente fechadas com alvenaria em toda sua extensão;
- Escadas enclausuradas protegidas – fechadas com paredes resistentes ao fogo;
- Escadas à prova de fumaça – que possuem antecâmara ventilada, terraço ou balcão, podendo ser pressurizadas ou não; e
- Escadas abertas externas – que não possuem fechamento em sua extensão.

As escadas que possuem antecâmaras podem ser ventiladas naturalmente ou mecanicamente. Podem ser ventiladas naturalmente, por exemplo, através de dutos que interligam todos os pavimentos com saída para o exterior na sua parte superior ou através de sistemas constituídos de pontos isolados voltados diretamente para o exterior (janelas) e, mecanicamente, através de equipamentos de pressurização e/ou exaustão.

O sistema de ventilação natural não é o mais adequado para edifícios altos devido às variações que pode sofrer, principalmente devido à diferença de pressão e temperatura interna e externa, direção e velocidade do vento, entre outros. Estas variações podem prejudicar o desempenho do sistema, podendo até mesmo provocar sua inversão, contribuindo para a propagação de calor e fumaça para pavimentos não afetados pelo incêndio através dos poços de ventilação (vide Capítulo 4 - Fumaça e Gases Quentes).

As escadas de emergência e antecâmaras devem ser construídas de material incombustível, vedadas por paredes com níveis de resistência ao fogo exigidas em normas e regulamentações de segurança contra incêndio, também de acordo com o tipo de escada instalada em função da ocupação da edificação e de sua altura.

Para escadas em edifícios altos, recomenda-se a utilização de sistemas mecânicos, que podem garantir o melhor desempenho do sistema de ventilação em caso de incêndio. Um dos sistemas mecânicos mais utilizados é o sistema de pressurização.

14.2 Escada pressurizada

O sistema de escada pressurizada é similar, em construção, à de uma escada a prova de fumaça com ventilação natural, tendo como diferença fundamental a inexistência de aberturas diretas para o exterior para ventilação (janelas móveis, dutos e aberturas no teto ou na base), tanto na caixa de escada como na antecâmara. O nível de resistência ao fogo da estrutura é igual ao exigido para os demais tipos de escadas enclausuradas para a situação. O acesso à caixa de escada e à antecâmara é efetuado

através de portas corta-fogo, conforme exige a situação de projeto do sistema, que devem ser mantidas sempre fechadas.

14.2.1 O sistema de pressurização

O princípio básico da pressurização consiste em obter um ambiente protegido da infiltração da fumaça através da criação de uma pressão positiva no interior da escada e de portas corta-fogo, reiterando-se que devem ser mantidas sempre fechadas.

A pressurização pode ser efetuada em um ou dois estágios e é sempre obtida pela insuflação de ar na caixa de escada e/ou antecâmaras através de ventiladores. A pressurização em um estágio entra em operação somente após a detecção de uma situação de emergência. Já a pressurização em dois estágios mantém o sistema operando com pressurização positiva, baixa e contínua no dia a dia (primeiro estágio), a qual é elevada para atuar com maior pressão após a detecção de uma situação de emergência (segundo estágio).

Os níveis mínimos de pressurização e detalhes de cálculo para o projeto do sistema de pressurização de escadas, inclusive levando-se em consideração a altura do edifício e o número admissível de portas abertas simultaneamente (que causaria uma depressurização repentina do sistema), além dos procedimentos de manutenção, testes e ensaios de aprovação, são encontrados na norma NBR 14880/2014 da ABNT - Saídas de emergência em edifícios - Escada de Segurança - Controle de fumaça por pressurização.

14.2.2 Instalações e equipamentos do sistema de pressurização

As instalações e equipamentos que compõem o sistema de pressurização são os seguintes:

- (a) ponto de tomada de ar dos ventiladores;
- (b) ventiladores com seus respectivos sistemas elétricos;
- (c) dutos de ventilação;
- (d) pontos de saída dos dutos;
- (e) dispositivos sensores automáticos ou manuais para acionamento do sistema em caso de emergência; e
- (f) dispositivo de alívio de pressão.

Uma parte essencial para o funcionamento do sistema é o suprimento de energia elétrica de emergência, que possibilite o funcionamento autônomo da pressurização ainda que a energia do prédio seja desligada.

A manutenção destes equipamentos é fundamental para um bom desempenho do sistema e a situação dos mesmos deve ser de conhecimento do Corpo de Bombeiros e levados em consideração no planejamento prévio de incêndio. O conhecimento dos sistemas instalados oferece condições para o planejamento mais adequado da estratégia e tática de combate a incêndio em edifícios altos, considerando o nível de segurança propiciado pelo sistema, tanto para salvamento dos ocupantes como para o combate.

14.3 Escadas abertas externas

Escada externa é a escada de emergência que tem pelo menos uma de suas faces diretamente aberta para o exterior, ligada à edificação através de um terraço ou balcão. Estas devem atender às disposições mínimas, tanto de dimensionamento como de desempenho ao fogo, das demais escadas de emergência. São recomendadas para edificações de baixa altura, normalmente de até 45 metros, onde, numa situação de emergência, os ocupantes do edifício possam se retirar rapidamente, ficando expostos ao perigo do incêndio e suas consequências (pânico, calor, fumaça, etc) e às condições atmosféricas adversas do exterior, o menor tempo possível, até atingirem um local seguro fora da edificação.

Algumas escadas externas para fins de evacuação de emergência instaladas em edifícios altos atualmente, principalmente nas grandes metrópoles, que contrariam a recomendação para edificações de baixa altura, foram instaladas antes que houvesse o estabelecimento de um limite de altura determinado por regulamentação de segurança contra incêndio. Tais escadas, geralmente constituídas integralmente em estrutura metálica, foram instaladas posteriormente à construção do edifício, em situações onde as autoridades competentes julgaram as saídas de emergência existentes no edifício inadequadas e/ou insuficientes. A instalação destas escadas seguiu alguns princípios básicos de segurança, tais como: a sua localização sempre numa face da edificação sem aberturas próximas ou em paredes cegas (para não expor diretamente os usuários das escadas aos efeitos do incêndio) e a colocação de portas corta-fogo nos acessos às escadas, entre outros.

Porém, existe uma série de problemas em relação à utilização deste tipo de escada em edifício de grande altura, relacionados aos motivos apontados anteriormente:

- escadas externas geralmente apresentam mais de uma face aberta, expondo diretamente os usuários às condições climáticas adversas (chuva, ventos fortes, frio, calor, etc), que podem aumentar o pânico numa situação de emergência;
- a exposição a grandes alturas é um problema bastante sério para considerável parcela da população. Quando expostos a uma situação onde é necessário descer vários pavimentos através de uma escada externa, muitos poderão reagir de tal modo a impedir

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Escadas de Emergência

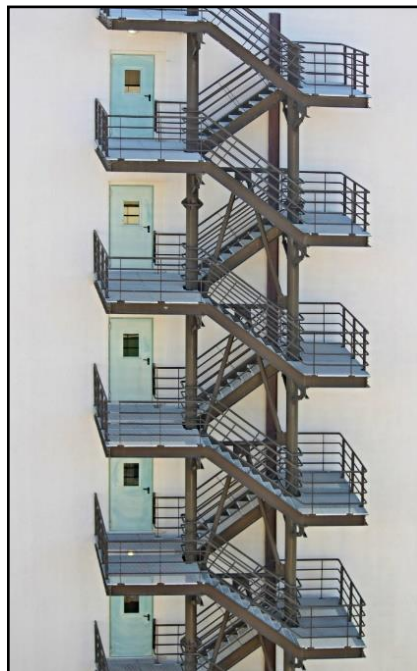
o fluxo constante e calmo devido ao medo de altura, pânico ou até mesmo pela falta de resistência física.

Adicionalmente, pode-se ainda acrescentar:

- falta de estabilidade estrutural da construção da escada, a qual deve apresentar capacidade de suportar grande carga, que equivaleria a uma escada lotada de pessoas;
- falta de manutenção dos materiais que compõem as escadas e que ficam expostos à intempéries e condições atmosféricas severas (como a poluição) 365 dias por ano, podendo sofrer corrosão a níveis consideráveis.

Finalmente, a escada externa em estrutura metálica ao longo de toda uma fachada de um edifício pode comprometer, severamente, a sua estética, sendo inviável, para solução deste problema, seu enclausuramento total com painéis vedadores leves incombustíveis, sem que existam aberturas para ventilação e/ou iluminação natural. Portanto, a utilização das escadas externas em estrutura metálica deve estar condicionada, primeiramente, às condições estruturais da escada que, se comprovada, deve ser seguida de manutenção periódica preventiva e corretiva de sua construção e de treinamento dos ocupantes da respectiva edificação por meio de simulação de evacuação. É uma boa opção para adequação de saída de emergência em edificações existentes, a fim de atender as exigências das regulamentações de segurança contra incêndio.

Figura 34 – Escada aberta externa



Fonte: Imagem de Manfred Richter - Pixabay (2017)

15 - PROBLEMAS ESPECIAIS

Apesar de alguns problemas típicos de controle de incêndio em edifícios altos terem sido discutidos ao longo deste trabalho, muitos outros podem ainda existir. De qualquer modo, o bombeiro deve estar preparado para tratar de situações incomuns. Planejamento prévio de incêndio e treinamentos contínuos são chaves para a boa atuação durante os incêndios.

Os incêndios em edifícios altos requerem um planejamento prévio de incêndio e treinamento mais específico do que os que envolvem edifícios de um, dois ou três pavimentos.

Um dos objetivos do planejamento prévio e treinamento é o preparo de bombeiros para avaliar os problemas de incêndio criados na situação particular de edifícios altos.

O planejamento prévio deve incluir considerações sobre:

- 1 - Ausência do conhecimento da edificação;
- 2 - Áreas de estocagem de materiais; e
- 3 - Maior dificuldade de acesso ao edifício, a propagação do fogo e as táticas de combate.

A remodelação de edifícios cria problemas adicionais devido à falta ou inoperância de equipamentos portáteis de combate a incêndio (extintores), alterações de acesso e estocagem de materiais de construção. Frequentemente, espaços ocultos são criados, particularmente entre paredes e forros falsos. Estes espaços ocultos podem permitir a rápida propagação do fogo. Forros falsos podem criar áreas ocultas, que propiciam o desenvolvimento de incêndios, além de criar canais de caminhamento da fumaça e áreas com grande potencial de propagação.

Divisórias móveis instaladas em edifícios modernos levam a constantes modificações do leiaute dos pavimentos. Não existem pavimentos idênticos em tais edifícios, cada um apresenta um leiaute diferente.

15.1 Construções não usuais

Geralmente, o acesso a edifícios de arquitetura não usual é difícil. O comportamento do incêndio em tais edifícios não tem sido minuciosamente pesquisado ou documentado. Os tipos de edifícios classificados como de arquitetura não usual incluem aqueles com estruturas suspensas, em forma de pirâmide ou outro formato não comumente adotado, ou ainda com grande vão livre, que podem ocasionar problemas

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Problemas Especiais

de acesso, inclusive por estarem situados em áreas como aeroportos, memoriais, pontos turísticos, etc.

Na figura a seguir verifica-se um exemplo de construção não usual. Trata-se do prédio de escritórios sede da Al Dar (Aldar Headquarters Building), localizado em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, em forma de moeda, com 23 andares.

Figura 35 – Exemplo de construção não usual



Fonte: FritzDaCat (2013)

15.2 Ocupações não usuais

Também é possível que a ocupação de edifícios altos também seja feita de forma não usual.

O planejamento prévio de incêndio para ocupações não usuais é muito importante, a fim de evitar problemas. A ocupação não usual de edifícios altos inclui:

- Restaurantes nos topos de edifícios criando riscos e problemas de saída e resgate;
- Múltiplas ocupações, muitas vezes incompatíveis (por exemplo um prédio de escritórios com brinquedos radicais – comuns em parques de diversões – instalados no topo do edifício), criando problemas de salvamento;
- Estruturas ocupadas parcialmente (ou desocupadas), que podem criar problemas de ocupação irregular;
- Locais de reunião de público em subsolos, que podem criar problemas de resgate e de ventilação;

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Problemas Especiais

- Centros de computação, áreas de pesquisas científicas específicas e centros de produção contidos em espaços de temperatura e umidade controlados;
- Espaço com segurança máxima em edifícios altos, que abrigue materiais de alto valor; e
- Áreas onde são manipulados ou armazenados materiais radioativos e seja necessária a utilização de vestimenta apropriada e equipamentos de proteção individual específicos.

15.3 Táticas especiais de combate

O planejamento prévio deve ser pensado para lidar com os problemas que o bombeiro não tem controle. Planos específicos devem ser desenvolvidos para problemas não usuais criados por enchentes, acidentes aeronáuticos, explosões, revoltas, vendavais, incêndios simultâneos de grande proporção e perda total de energia elétrica (blecaute). Aliás, conforme verificado no Capítulo 1, vários incêndios em edifícios altos no mundo foram causados em função de ataques terroristas, com a utilização de carros-bomba e até mesmo aeronaves, como no caso das “Torres Gêmeas”.

Os padrões de resposta a estes problemas devem ser estudados para operações alternativas. O planejamento prévio de incêndio deve incluir Procedimentos Operacionais Padrão (POP) para tais situações. A priori, para o início do planejamento de atuação nessas situações, o Bombeiro deve considerar a existência das piores condições possíveis de serem superadas e iniciar o desenvolvimento de métodos a partir deste ponto para resolver os problemas.

15.4 Procedimento Operacional Padrão (POP)

O incêndio em edifícios altos requer um estudo de POP bem mais aprofundado, pois o atendimento operacional desse tipo de ocorrência acontece como se fossem várias emergências sendo atendidas ao mesmo tempo num único local, exigindo estratégia e tática com emprego de várias equipes de trabalho, pois envolve inúmeras variáveis, dentre as quais: suprimento de água, propagação do fogo e fumaça, comunicações e evacuação de pessoas¹⁵. É importante frisar que as lições apreendidas poderão evitar mortes e prejuízos, desde que as equipes possuam conhecimento anterior “do que fazer e como fazer”, estejam bem treinadas e, principalmente, tenham uma disciplina de comando e operações no cenário local do atendimento da ocorrência.

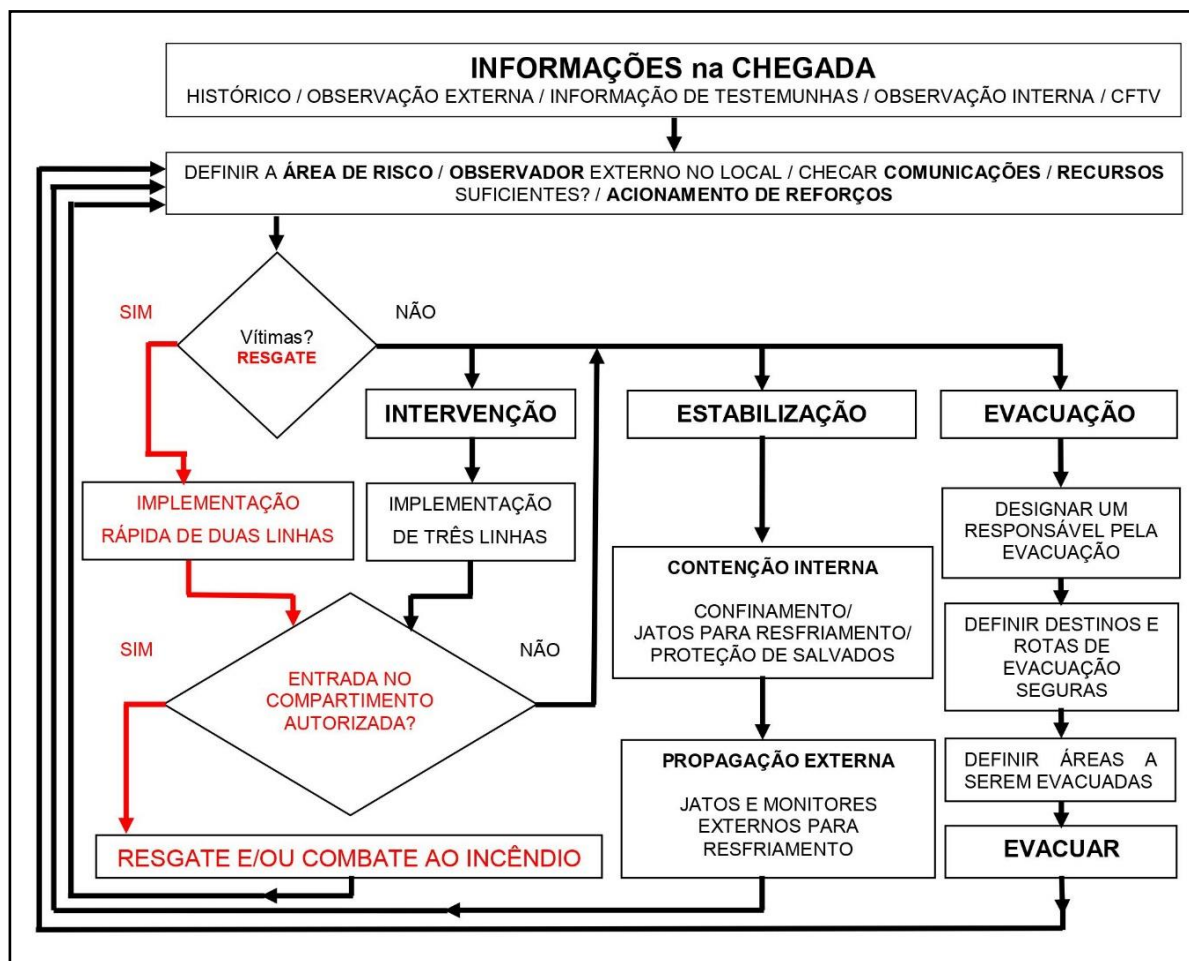
¹⁵ O link a seguir, apresenta um modelo de POP que apresenta orientações básicas, podendo servir de modelo para elaboração de POP-Incêndios em Edifícios Altos: <http://www.cfbt-be.com/images/teksten/Grimwoods-High-Rise-SOP.pdf>.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Problemas Especiais

As ordens devem ser cumpridas, pois durante este tipo de atendimento, mais complexo, podem ocorrer falhas de comunicações e ações isoladas que poderão prejudicar gravemente as operações. O comando da operação deve estar atento à segurança das equipes e à proibição do uso de elevadores, a não ser em casos específicos, devidamente autorizados. Ao chegar no local, o comando deve imediatamente realizar a análise da situação da edificação e área adjacente, procurar ter uma visão interna e externa de todo o cenário, verificar os riscos envolvidos, realizar os pedidos de apoios necessários, iniciar as ações de resgate, promover a evacuação das pessoas e realizar o combate ao incêndio.

Na figura a seguir, é possível contextualizar a complexidade das variáveis, que se apresentam logo na chegada ao local do incêndio em edifício alto.

Figura 36 – Fluxograma de Análise da Situação - Incêndios em Edifícios Altos



Fonte: Fishlock [ca. 2014], traduzido e adaptado pelos autores

16 - PLANEJAMENTO PRÉVIO DE INCÊNDIO

No desenvolvimento da análise dos problemas e outras considerações a respeito de incêndios em edifícios altos, muito se falou no **Planejamento Prévio de Incêndio**, em que foram destacados os seguintes pontos fundamentais:

a) Através do Planejamento Prévio, o bombeiro tem condições de se familiarizar com os edifícios, tanto no que se refere a sua construção quanto ao seu conteúdo, o que reduz, entre outras coisas, os problemas de acesso quando da ocorrência de incêndios, bem como facilita o emprego dos próprios equipamentos existentes no edifício para combate, principalmente em razão da existência de edifícios que têm peculiaridades, como, por exemplo, restaurantes, cinemas, lojas, etc;

b) Aliado à inspeção regular a ser feita pelo bombeiro, permite verificar as reais condições de risco dos edifícios;

c) Permite racionalizar os meios que o bombeiro dispõe para emprego, tanto de viaturas como de equipamentos em geral, pois através do planejamento será possível uma melhor avaliação e conhecimento dos mesmos;

d) Permite ajustar a melhor Estratégia e Tática a ser usada de acordo com a situação a ser enfrentada;

e) Proporciona um melhor conhecimento da rede de hidrantes públicos e, particularmente, seu potencial de uso; e

f) Deve ser específico para problemas não usuais criados por enchentes, acidentes aeronáuticos, explosões, revoltas, vendavais, incêndios simultâneos de grande proporção e blecaute geral (Procedimentos Operacionais Padrão para métodos alternativos).

16.1 Máxima eficiência, eficácia e efetividade

Em razão dos pontos fundamentais destacados com relação ao Planejamento Prévio de Incêndio, conclui-se que para a utilização de todo potencial que os Corpos de Bombeiros possuem e para o alcance da máxima eficiência, eficácia e efetividade é necessária a conjugação de três fatores fundamentais:

1 - Minucioso conhecimento dos equipamentos e viaturas que têm a sua disposição e dos que podem dispor em caráter excepcional;

2 - Conhecimento detalhado das edificações de suas áreas de atendimento; e,

3 - Conhecimento da malha viária e rede de hidrantes públicos de suas áreas de atendimento.

16.1.1 Conhecimento dos equipamentos e viaturas

É fundamental que o bombeiro tenha conhecimento das ferramentas que tem às suas mãos. O motorista de uma viatura considerada "pesada" deve saber até que ponto poderá manobrá-la com tranquilidade, em razão, principalmente, das suas dimensões, caso contrário estará colocando em risco não só a sua integridade física, bem como de seus companheiros, sem falar nos prejuízos materiais que poderão advir.

Nem todo acesso permite a passagem de uma viatura de Bombeiro, que também não pode estacionar em qualquer lugar, em razão de sua altura, extensão e peso.

O trabalho essencial do bombeiro exige grande esforço físico, hoje bastante facilitado pelos equipamentos de multiplicação de força que reduzem substancialmente o esforço físico de cada um; porém, para que haja utilização racional desses equipamentos, há necessidade de seu conhecimento quanto a operação de manejo, bem como de conservação.

O Bombeiro poderá ainda dispor de outros veículos de órgãos de apoio ou mesmo de outras empresas inseridas em Planos de Auxílio Mútuo, a exemplo de carros-pipa de prefeituras, bem como tratores, caminhões e equipamentos diversos.

16.1.2 Conhecimento das edificações

Outro ponto importante é o conhecimento das edificações que estão inseridas na área de atendimento de um Posto de Bombeiros.

Isso não só facilita o atendimento de ocorrências, mas também traz uma maior tranquilidade, pois reduz a ansiedade natural de se enfrentar situações não conhecidas. Logicamente, é praticamente impossível o bombeiro conhecer todas as edificações de sua área de atendimento, porém deve-se familiarizar com pelo menos a maioria dos edifícios altos, principalmente aqueles considerados mais críticos, cuja prioridade pode ser adotada em razão da altura (edifícios mais altos), ocupação (que têm maior afluxo de pessoas) ou especialidade (centros de computação, de armazenamento de produtos perigosos, de segurança nacional, etc).

A princípio, os edifícios de maior altura devem ter prioridade, pois os equipamentos de Bombeiro, muito embora se encontrem num estágio de grande avanço tecnológico, tornam-se incapazes diante de alguns arranha-céus. Principalmente em razão disso é que deve existir um íntimo conhecimento das edificações, que necessitam de planos de abandono, cujo conhecimento deve ser dos usuários, bem como do Corpo de Bombeiros.

16.1.3 Conhecimento da malha viária e rede de hidrantes urbanos

A eficiência do atendimento do Bombeiro está diretamente ligada ao “tempo de resposta” ao chamado de emergência. Quanto menor o tempo para a viatura de combate a incêndio chegar ao local incendiado, maior será a possibilidade de sucesso na contenção do incêndio e salvamento de vítimas. Por isso, é de vital importância o conhecimento das vias de acesso, que possibilita a chegada no menor tempo possível, de forma segura e ágil. Atualmente, isso já está bastante facilitado pelo maior acesso a aplicativos de itinerários em telefones celulares e do uso de telas (monitores) nas próprias viaturas, que dispõem de navegação por satélite, a exemplo do GPS - Global Positioning System – americano (Sistema de Posicionamento Global).

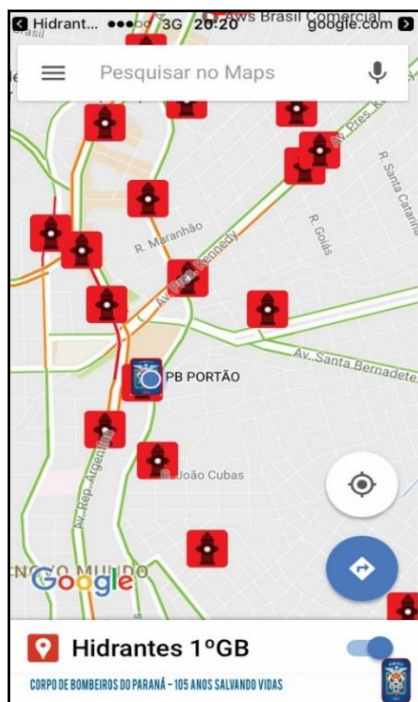
Outro aspecto importante é o conhecimento dos hidrantes urbanos que podem ser utilizados, não só no tocante a sua localização, mas principalmente com relação a sua operacionalização e estado de conservação. Aplicativos também podem ajudar bastante nessa questão, permitindo a geolocalização dos hidrantes. O Corpo de Bombeiros do Paraná, a exemplo de outros Corpos de Bombeiros do Brasil, já dispõe desse tipo de aplicativo, conforme divulgação feita em seu site:

Todos os hidrantes plotados no mapa, foram georreferenciados e disponibilizados para as centrais de operação, salas de rádios dos quartéis e agora estão disponíveis para todos em formato de app. Este mapeamento, visa agilizar a indicação do hidrante mais próximo durante situações de emergência, além disso ele traz algumas informações importantes para a tomada de decisão como a vazão e data do último teste, aumentando a confiabilidade neste ponto de abastecimento, podendo inclusive prever o tempo que o caminhão levará para abastecer.

Os hidrantes são classificados por cores conforme sua vazão [...]. O aplicativo usa o GPS para localizar o ponto em que o usuário esteja para que o mesmo possa escolher o hidrante mais próximo para efetuar o abastecimento, além de dar a opção de traçar a rota e navegar através do google maps [...].

O Corpo de Bombeiros de São Paulo também tem buscado aprimoramentos nessa área, tornando as informações a respeito dos hidrantes mais acessíveis, criando também um caderno de hidrantes, que “traz o ‘perfil’ completo de cada hidrante, incluindo QR Code e plus code (recurso desenvolvido pelo Google para auxiliar a localização de qualquer lugar no mundo, independente de possuir um endereço oficial), que remetem à localização exata via Google Maps” (GALLUZZI, 2019, p. 7).

Figura 37 – Tela do aplicativo de hidrantes do Corpo de Bombeiros do Paraná



Fonte: Paraná (2017)

O Bombeiro, em comum acordo com a prefeitura e a concessionária local de água, deve procurar otimizar a manutenção e instalação de hidrantes públicos urbanos, possibilitando, assim, o transporte de menor quantidade de água para o local de incêndio e um modo mais racional de emprego de seus recursos humanos e materiais. O entrosamento com a concessionária local de água também é importante para a realização de manobras d'água quando necessário no combate ao incêndio.

16.2 Conciliando os três fatores

Existem duas formas básicas para os Corpos de Bombeiros conseguirem conciliar os três fatores fundamentais para o alcance da máxima eficiência, eficácia e efetividade citados anteriormente:

- 1 - Realização de vistorias periódicas e sistemáticas das edificações; e
- 2 - Realização de treinamentos conjuntos por meio de exercícios simulados.

Dependendo da estrutura organizacional do Corpo de Bombeiros, seu efetivo pode estar dividido em três segmentos: operacional, administrativo e técnico. O efetivo operacional concentra-se no atendimento diário e exclusivo das ocorrências. O administrativo, nas funções burocráticas de administração de pessoal e material, enquanto o técnico, nas análises de projetos de segurança contra incêndio e vistorias das edificações.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Planejamento Prévio de Incêndio

A perfeita sinergia desses três segmentos é o que vai trazer bons resultados, de modo que um depende do outro. Não haveria bons equipamentos e viaturas para a atuação operacional sem o dedicado trabalho do pessoal administrativo. As análises de projetos e vistorias das edificações pelo pessoal técnico têm que ser pensadas em benefício da atividade operacional, fortalecendo a questão da prevenção contra incêndios. O efetivo operacional, com todo esse suporte, consegue bons resultados no atendimento das emergências, prestando um serviço com a devida qualidade ao público.

Corpos de Bombeiros já dispõem de sistemas embarcados, com bancos de dados alimentados pelas análises de projetos e vistorias em edificações, permitindo serem consultados a caminho do atendimento da ocorrência, com a visualização de como é a estrutura do edifício alto, qual sua ocupação, quais as medidas de segurança contra incêndio instaladas, quais os hidrantes públicos mais próximos e favoráveis de serem utilizados, quais os problemas especiais a serem enfrentados, enfim, várias informações que possibilitam ao Comandante das Operações ter todo o cenário para a adoção da correta estratégia.

Os treinamentos conjuntos nada mais são do que os exercícios simulados, que permitem a maneabilidade de equipamentos, viaturas e hidrantes públicos, como também dos sistemas de proteção contra incêndio existentes nas edificações e também permitem conhecer o melhor itinerário para chegada no local da emergência. São conjuntos porque devem buscar a simulação mais próxima possível da realidade, envolvendo os usuários da edificação, tanto no uso dos equipamentos, através das brigadas de incêndio e voluntários, como no plano de abandono (evacuação), além de órgãos públicos e privados de apoio (empresas, prefeituras, policiamento de trânsito, policiamento ostensivo e imprensa).

Enfim, através das vistorias e treinamentos, consegue-se conciliar aqueles três fatores fundamentais para que os Corpos de Bombeiros alcancem a máxima eficiência, eficácia e efetividade (conhecimento dos equipamentos e viaturas, das edificações e dos hidrantes públicos).

O Planejamento Prévio de Incêndio, em síntese, nada mais é do que a busca da máxima eficiência, eficácia e efetividade no atendimento operacional, com a colocação em prática dos três fatores fundamentais para o alcance desse objetivo, antes do surgimento da ocorrência do incêndio, com base nas vistorias e treinamentos: conhecimento dos equipamentos e viaturas; conhecimento das edificações; e conhecimento da malha viária e da rede de hidrantes públicos, que influenciarão as estratégias e táticas de combate a incêndio.

17 - A PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

Depois de tantos problemas apontados ao longo deste trabalho no tocante aos incêndios em edifícios altos, não poderíamos deixar de dedicar um capítulo especial com relação à prevenção contra incêndios existente em tais edifícios, particularmente naqueles considerados mais altos ainda, os “super altos”, também chamados de “mega torres”. É intrigante querer saber como é feita a prevenção contra incêndios nessas edificações que, conforme ressaltado na introdução, crescem cada vez mais, atingindo alturas que há alguns anos eram inimagináveis, parecendo que a conquista da obtenção do título de “mais alto” não tem fim, sendo um desafio permanente da engenharia e arquitetura.

O presente capítulo, além de trazer qual a abordagem atual para segurança contra incêndio em edifícios altos, também destaca quais são, atualmente, os mais altos do Brasil, da América Latina e do Mundo¹⁶. Inicialmente, são feitas reflexões a respeito de como o assunto – segurança contra incêndio – é tratado nos cursos de engenharia e arquitetura do país, do caráter prescritivo da regulamentação e da carência de dados estatísticos a respeito dos incêndios.

17.1 Reflexões a respeito da Segurança Contra Incêndio

A segurança contra incêndio, apesar de ser considerada como um dos requisitos básicos de desempenho no projeto, construção, uso e manutenção das edificações, é pouquíssimo contemplada como disciplina no currículo das escolas de engenharia e arquitetura no país. Portanto, ainda são poucos os profissionais que consideram este fator de forma adequada ao projetar uma edificação e este requisito passa a ser tratado, em muitos casos, somente como um item de atendimento burocrático à regulamentação do Corpo de Bombeiros ou da Prefeitura local. No Brasil, os Corpos de Bombeiros Militares Estaduais são constitucionalmente responsáveis por garantir a segurança contra incêndio e assim o fazem por meio dos serviços de prevenção e atendimento às emergências. Incluem-se nos serviços de prevenção o estabelecimento das exigências de segurança contra incêndio, o processo de aprovação de projetos e fiscalização de edificações, a implementação de campanhas de prevenção, dentre outros mecanismos.

No campo da regulamentação de segurança contra incêndio, o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo foi o pioneiro na implementação da estrutura atualmente em vigor em vários estados do Brasil, de um documento principal (decreto

¹⁶ Pode haver alguma mínima diferença em relação às alturas dos edifícios e à quantidade de seus pavimentos, bem como seus nomes, tendo em vista pequenas divergências entre as fontes pesquisadas. O CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat) dispõe de relações bem maiores do que as apontadas neste Capítulo.

estadual), complementado por documentos técnicos (instruções técnicas), que tiveram sua primeira versão publicada em 2001. Nesta estrutura, o decreto estadual é um documento básico mais perene e as instruções técnicas passam a ter revisões periódicas, para sua constante atualização e adequação frente às necessidades detectadas, com maior agilidade. Nota-se o sucesso desta proposta, refletida na adesão de várias Corporações estaduais ao modelo. Alguns Estados adotam outras terminologias para as “Instruções Técnicas”, a exemplo de: Especificações Técnicas; Norma de Procedimento Técnico; Instrução Normativa e Normas Técnicas (DUARTE, 2018, p. 18).

As regulamentações de segurança contra incêndio têm como objetivo garantir que o nível mínimo de segurança seja exigido. No entanto, nem sempre a exigência se traduz numa boa solução de projeto, principalmente se o projetista não domina os pressupostos que levaram à sua criação. Por outro lado, sem a compreensão conceitual das exigências, o projetista também não possui ferramentas para propor soluções alternativas de projeto. Cabe lembrar que as regulamentações na área de segurança contra incêndio de edificações são, historicamente, de caráter prescritivo, ou seja, apresentam muitos requisitos específicos que acabam por não permitir soluções alternativas, salvo algumas exceções normalmente tratadas por meio de Comissões Técnicas.

Já há algumas décadas, discute-se, mundialmente, a questão dos códigos e regulamentações baseados em desempenho (performance-based codes) entre os especialistas em segurança contra incêndio. O desenvolvimento tecnológico permite, hoje, a adoção de novos materiais e sistemas construtivos, novas alternativas e soluções técnicas, que não estão contempladas nos tradicionais códigos prescritivos, não existindo, muitas vezes, meios para sua avaliação, excetuando-se aquelas soluções que adotam parâmetros de desempenho. No campo das normas técnicas brasileiras, um exemplo, ainda que não totalmente concebido com base no desempenho, é a norma *ABNT-NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais*, onde consta como um dos requisitos de desempenho, a segurança contra incêndio. Destaca-se, aqui, inclusive a particularidade da definição de requisitos e critérios de segurança contra incêndio mais abrangentes do que as estabelecidas nas regulamentações estaduais, para edificações habitacionais. A verticalização de edifícios residenciais é uma tendência crescente nas cidades de grande e médio porte, e traz consigo os desafios de garantir a segurança de seus ocupantes em situações de emergência.

Em relação, ainda, às edificações existentes que estão particularmente vulneráveis a incêndios, pois muitas foram erguidas em épocas em que as regulamentações não existiam, ou eram insuficientes, torna-se necessária, também, a aplicação dos conceitos de segurança contra incêndio nas adaptações que devem ser igualmente contempladas pelas regulamentações. Neste campo também é possível a aplicação dos conceitos de desempenho para inovar nas soluções.

Cabe destacar, por fim, no que se refere à segurança contra incêndio no Brasil, a falta de dados estatísticos que fundamentem as políticas públicas na área. Sem informações sobre número de vítimas (mortos e feridos), tipos de ocupação mais atingidos, causa dos incêndios, perdas por incêndio, dentre outros, não é possível o correto direcionamento de recursos públicos para a prevenção e combate a incêndios no país. Sabe-se que alguns estados cumprem esta missão, porém, o ideal seria a implementação de um sistema nacional de coleta de dados de atividades de bombeiros para preencher esta lacuna.

17.2 Critérios de classificação de altura dos edifícios

A verticalização das cidades, em especial das grandes metrópoles, é um processo que já se verifica há alguns séculos, que começou a tomar pulso a partir do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos elevadores, do bombeamento do concreto e de novos materiais de construção, em especial do aço, acelerando-se com a necessidade cada vez maior de acomodar o significativo crescimento populacional nessas áreas.

Considerar um edifício como sendo “alto” é muito mais uma sensação do que uma conceituação acadêmica. É aquela sensação de olhar ao redor numa grande cidade, deparando-se com verdadeiras imensidões que parecem querer arranhar os céus numa competição de quem consegue fazer isso de modo mais acentuado, nos tornando pequenos diante de tamanha grandiosidade. Mas o estudo do assunto torna inevitável a busca pela conceituação do que sejam “edifícios altos”, que representam grandes desafios para engenheiros e arquitetos, sobretudo em regiões sujeitas a abalos sísmicos, e também para os bombeiros, tanto no combate a incêndio quanto no socorro de vítimas.

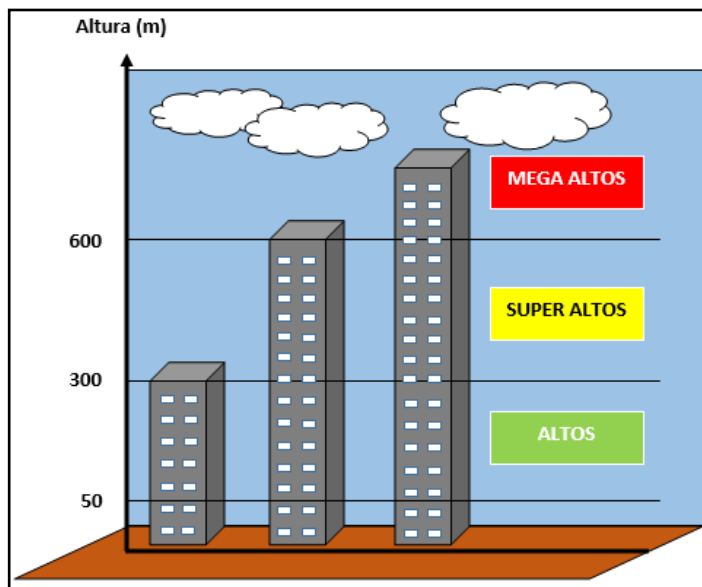
O site **SkyscraperPage**, considerado o maior banco de dados do mundo em diagramas de arranha-céus, **entende que o** arranha-céu, highrise ou **edifício alto**, é **um edifício** de vários andares **com pelo menos** 12 andares ou **35 metros de altura**¹⁷. Ainda segundo este site, as cidades com maior quantidade de edifícios altos do mundo são: Nova York (Estados Unidos), Toronto (Canadá) e Dubai (Emirados Árabes Unidos). São Paulo (Brasil), aparece em 14º lugar. Na Europa, o país com maior número de edifícios altos é a Rússia, concentrados principalmente em Moscou.

Segundo Ângelo (2018), o Council on Tall Buildings and Urban Habitat ou Conselho de Edifícios Altos e Habitat Urbano (**CTBUH**), organização internacional, sem fins lucrativos, que tem por finalidade criar critérios para identificação dos edifícios altos, **considera que um prédio** com 14 ou mais andares ou **que tenha mais de 50 metros de altura pode ser considerado como “edifício alto”**. O CTBUH acrescenta dois outros subgrupos: edifício super alto, com altura igual ou superior a 300 metros, e

¹⁷ Disponível em: <http://skyscraperpage.com/cities/?s=1&c=4&p=0&r=50>. Acesso em: 02 out. 2020.

edifício mega alto, com altura igual ou superior a 600 metros¹⁸. A figura a seguir ilustra essa classificação do CTBUH.

Figura 38 – Edifícios altos, super altos e mega altos – CTBUH



Fonte: Desenho dos autores (2020)

A **NFPA** (National Fire Protection Association) define **edifício alto** como aquele **com mais de 23 metros de altura**, que foi o conceito adotado neste trabalho, conforme comentado e justificado em “Nota dos Autores”.

À medida que prédios mais altos sejam construídos e que equipamentos dos Bombeiros consigam maiores alcances, esses critérios de classificação tendem a se modificar com o tempo.

17.3 O avanço no alcance dos equipamentos de bombeiros

Os equipamentos dos Corpos de Bombeiros também vêm se desenvolvendo e se aperfeiçoando ao longo do tempo, com possibilidades de alcances de alturas cada vez maiores. Os 23 metros de altura para a NFPA considerar um edifício como alto, correspondia ao alcance das primeiras escadas conduzidas por viaturas dos Bombeiros, no final do século XVIII e início do século XIX, que possibilitariam o salvamento de vítimas quando do incêndio em prédios de múltiplos pavimentos.

Se as primeiras autoescadas alcançavam de 22 a, no máximo, 25 metros, passando depois de alguns anos a alcançarem 32 metros, atualmente já existem autoescadas e

¹⁸ Disponível em: <https://socorporativos.com.br/edificios-altos-classificacao>. Acesso em: 02 out. 2020.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

autoplatasformas que alcançam alturas bem maiores. Com certeza, com o avanço da tecnologia, novos equipamentos terão ainda maior capacidade de atuação.

Figura 39 – Autoescada Magirus de 68 metros



Fonte: Magirus (2020)

Atualmente já se fala também em drones de combate a incêndio que conseguem vencer facilmente grandes alturas, a exemplo do anúncio feito em 31 de julho de 2020 pela empresa EHang Holdings Limited, da China, a respeito do lançamento do drone “EHang 216F” como “primeira solução de combate a incêndios aérea inteligente com grande carga útil”. Trata-se, sem dúvida, de uma solução de vanguarda para o combate a incêndio em edifícios altos, mas entende-se que ainda há necessidade de aperfeiçoamentos nesse tipo de equipamento, não só para o combate a incêndios, mas principalmente para a retirada/salvamento de vítimas de pavimentos mais elevados numa situação de incêndio.

Figura 40 – Drone “EHang 216F”, anunciado pela empresa EHang, da China



Fonte: EHang (2020)

17.4 Os edifícios mais altos do Brasil

Durante 48 anos o edifício “Palácio W. Zarzur” ou “Mirante do Vale”, de 170 metros de altura, com 51 andares, predominantemente de escritórios, considerado um ícone da engenharia brasileira por ser um dos primeiros arranha-céus do mundo a ser totalmente construído em concreto armado¹⁹, inaugurado em 1966, localizado em São Paulo, no Vale do Anhangabaú, manteve-se no topo do ranking de prédios mais altos do Brasil.

Figura 41 – Edifício “Palácio W. Zarzur” - “Mirante do Vale”

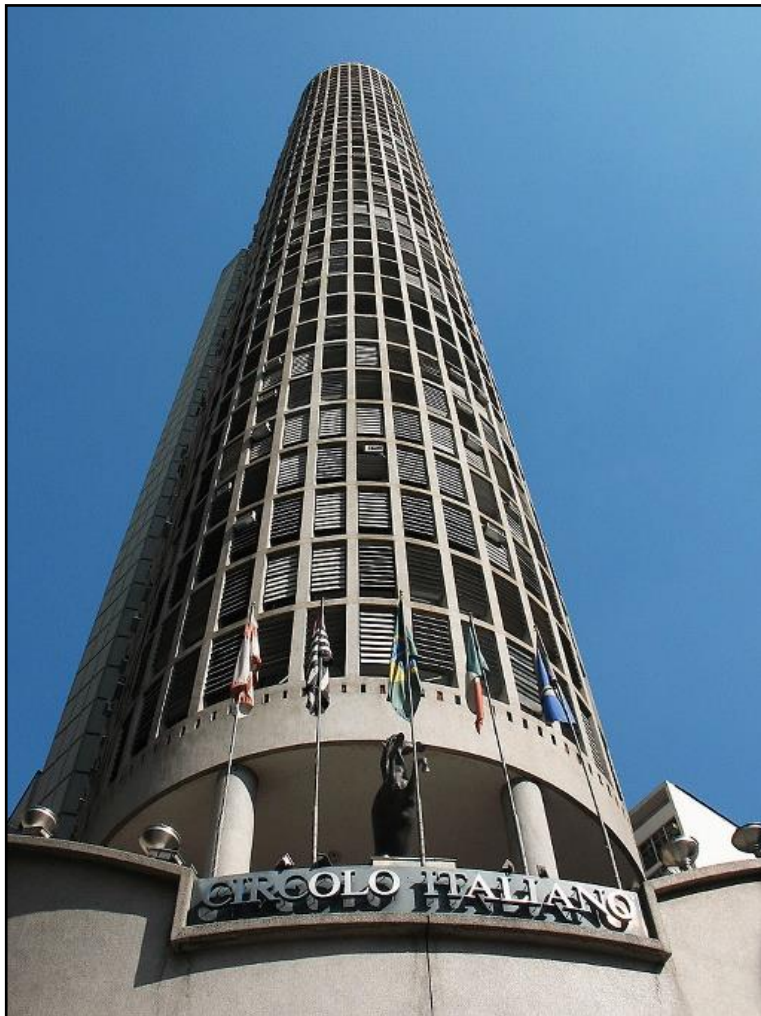


Fonte: Fotografado por Mike Peel (www.mikepeel.net) - Wikimedia Commons (2018)

O “Edifício Itália”, predominantemente de escritórios, inaugurado em 1965 e famoso por ter um luxuoso restaurante em seu topo, com vista panorâmica da cidade, também localizado em São Paulo, com 46 andares e 165 metros de altura, ficou por vários anos como segundo no ranking, por muitos considerados como o mais alto, por estar construído numa cota maior.

¹⁹ THOMÉ, 2017.

Figura 42 – Edifício Itália



Fonte: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (2008)

Atualmente, quem lidera o ranking de prédios mais altos do Brasil são as duas torres do “Yachthouse Residence Club”, com 280,3 metros de altura e 81 andares, localizadas no Balneário Camboriú, em Santa Catarina. O prédio que tirou o título do Edifício “Palácio W. Zarzur”, de mais alto do Brasil, foi o “Millennium Palace”, também de Camboriú, inaugurado em 2014, hoje 11º no ranking de edifícios mais altos do Brasil.

Essa alternância no ranking, em especial nos últimos anos, mostra o quanto tem crescido a quantidade de edifícios altos no Brasil, refletindo o dinamismo da construção de edifícios desse porte no mundo todo.

É impressionante a evolução da Engenharia e da Arquitetura na consecução dessas obras, que causam grande admiração pelos profissionais que atuam com enorme inteligência, desprendimento e arrojo nessas áreas.

Figura 43 – Yachthouse Residence Club, o mais alto do Brasil



Fonte: Salute Imóveis [2018 ou 2019]

Neste momento, a grande concentração dos edifícios mais altos no Brasil está no Balneário Camboriú, conhecido como a “Dubai Brasileira”, em Santa Catarina, conforme se verifica no quadro a seguir (Quadro 5).

A grande maioria dos edifícios apontados no ranking (Quadro 5) tem ocupação residencial, com exceção dos seguintes:

- Órion Business & Health Complex – hotel/hospital/escritórios/shopping;
- Nexus Corporate – escritórios;
- Platina 220 – residencial/hotel/escritórios;
- Palácio W. Zarzur – escritórios;
- Concórdia Corporate – residencial/escritórios;
- Edifício Itália – escritórios/restaurante

Esse empreendedorismo das construtoras, que resultou na grande concentração dos edifícios mais altos do Brasil em Santa Catarina, se iniciou na década de 1980.

Quadro 5 – Ranking dos edifícios mais altos do Brasil

	EDIFÍCIO	ALTURA (m)	QUANTID. ANDARES	LOCAL
1	Yachthouse Residence Club	280,3	81	B. Camboriú - S. Catarina
2	One Tower (*)	280,0	70	B. Camboriú - S. Catarina
3	Infinity Coast	234,8	66	B. Camboriú - S. Catarina
4	Vitra Residence (*)	226,9	67	B. Camboriú - S. Catarina
5	Torre Boreal (*)	220,0	55	B. Camboriú - S. Catarina
6	Órion Business & Health Complex	191,5	44	Goiânia - Goiás
7	Epic Tower	191,2	55	B. Camboriú - S. Catarina
8	Complexo Tour Geneve	182,3	51	João Pessoa - Paraíba
9	Kingdon Park Residence	180,7	50	Goiânia - Goiás
10	Nexus Corporate (*)	180,0	42	Goiânia - Goiás
11	Millennium Palace	177,3	46	B. Camboriú - S. Catarina
12	New York Apartments (*)	176,0	51	B. Camboriú - S. Catarina
13	Splendido (*)	176,0	50	B. Camboriú - S. Catarina
14	Vogue Square Garden (*)	175,0	54	Ponta Grossa - Paraná
15	Splendia Tower (*)	175,0	43	B. Camboriú - S. Catarina
16	Skygarden Flamboyant (*)	174,0	48	Goiânia - Goiás
17	Residência Alameda Jardins (*)	174,0	45	B. Camboriú - S. Catarina
18	Skygarden Marista (*)	173,0	48	Goiânia - Goiás
19	Epic City Home (*)	172,9	44	Goiânia - Goiás
20	Platina 220 (*)	171,7	48	São Paulo - São Paulo
21	Palácio W. Zarzur	170,0	51	São Paulo - São Paulo
22	Concórdia Corporate (*)	169,6	43	Nova Lima - Minas Gerais
23	Torre Magnifique (*)	168,4	51	B. Camboriú - S. Catarina
24	Torre do Falcão (*)	168,0	40	B. Camboriú - S. Catarina
25	One (*)	165,0	52	Fortaleza - Ceará
26	Império das Ondas	165,0	51	B. Camboriú - S. Catarina
27	Edifício Itália	165,0	46	São Paulo - São Paulo

Nota: Foram indicados 27 edifícios nesse ranking, a fim de compor uma lista com os 10 mais altos, caso se desconsiderem aqueles ainda em construção (*).

Fonte: CTBUH (2020), com adaptação dos autores

17.5 Os edifícios mais altos da América Latina

Verifica-se, na América Latina, que os edifícios mais altos se concentram no México e no Panamá. Segue abaixo o quadro com o ranking dos edifícios mais altos da América Latina, cujas ocupações, em sua grande maioria, são mistas (hotel/residencial/escritórios). Cinco deles são só residenciais: Yachthouse Residence Club, Torre Vitri, One Tower, The Point e Arts Tower (YooPanama).

A Cidade do Panamá mudou muito após 1999, quando o controle e os rendimentos do Canal do Panamá (que eram dos Estados Unidos), passaram integralmente para o Governo Panamenho. As grandes construções dos prédios mais altos começaram a partir do início dos anos 2000, principalmente na área central e na “Punta Pacífica”.

No México, com tecnologia trazida do Japão, muitas edificações contam com sistemas de proteção a abalos sísmicos, haja vista exigências legais após o grande terremoto de 1985.

Quadro 6 – Ranking dos edifícios mais altos da América Latina

	EDIFÍCIO	ALTURA (m)	QUANTID. ANDARES	LOCAL
1	Torres Obispado (T. Op Torre 1)	305,0	64	Monterrey - México
2	Torre Costanera (Sky Costanera)	300,0	62	Santiago - Chile
3	JW Marriot Panama	284,0	70	Cid. Panamá - Panamá
4	Yachthouse Residence Club	280,3	81	B. Camboriú - Brasil
5	Torre Vitri	280,0	75	Cid. Panamá - Panamá
6	One Tower (*)	280,0	70	B. Camboriú - Brasil
7	Torre Koi	279,0	65	San Pedro G. García - México
8	SOHL (*)	268,0	62	Monterrey - México
9	Bicsa Financial Center	267,0	66	Cid. Panamá - Panamá
10	Torre Mitikah (*)	267,0	62	Cid. México - México
11	The Point	266,0	67	Cid. Panamá - Panamá
12	Arts Tower (YooPanama)	246,0	78	Cid. Panamá - Panamá
13	Torre Reforma	246,0	56	Cid. México - México

Nota: Foram indicados 13 edifícios, a fim de compor uma lista com os 10 mais altos, caso se desconsiderem aqueles ainda em construção (*).

Fonte: CTBUH (2020), com adaptação dos autores

Figura 44 – Torres Obispado, o mais alto da América Latina (T. Op Torre 1)



Fonte: Fotografado por Joe Guevara - Wikimedia Commons (2020)

17.6 Os edifícios mais altos do mundo

Segundo Thomé (2017), até 2022 o “Jeddah Tower” (Kingdom Tower), cujas obras se iniciaram em abril de 2013, será o mais alto do mundo. Localizado na Cidade litorânea de Jeddah, na Arábia Saudita, com ocupação mista (hotel e residencial).

Thomé (2017) chama a atenção com relação a grandiosidade das fundações e o desafio para vencer a pressão dos ventos no “Jeddah Tower”:

Segundo engenheiros envolvidos na construção, foram necessárias fundações de 60 metros de profundidade para sustentar o edifício. Caso contrário, a ação da maresia, devido à proximidade com o mar, poderia corroer a estrutura. Outro desafio é a pressão dos ventos e a solução, segundo os arquitetos, foi desenhar a torre em formatos curvos. Quando terminado, deverá ser o primeiro edifício do mundo com mais de 1 quilômetro de altura, com exatos 1.008 metros.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

De acordo com o quadro a seguir, dos edifícios mais altos do mundo (Quadro 7), em que se verifica uma predominância da China, com exceção dos edifícios “Ping An Finance Center”, “One World Trade Center”, “Citic Tower” e do “Taipei 101”, onde funcionam escritórios, todos os outros edifícios têm ocupações mistas, funcionando como hotel, escritórios e/ou residências.

O “One World Trade Center”, em Nova York, foi construído no local onde estavam as “Torres Gêmeas”, que desabaram em 11/09/2001 após atentado terrorista (vide Capítulo 1 – Incêndios em edifícios altos no mundo).

Figura 45 – Edifício Burj Khalifa, o mais alto do mundo já concluído



Fonte: Foto de Pixabay (2016)

Quadro 7 – Ranking dos edifícios mais altos do mundo

	EDIFÍCIO	ALTURA (m)	QUANTID. ANDARES	LOCAL
1	Jeddah Tower (Kingdom Tower) (*)	1.008,0	167	Jeddah - Arábia Saudita
2	Burj Khalifa	828,0	163	Dubai - Emirados Árabes
3	Shangai Tower	632,0	128	Shangai - China
4	Makkah Royal Clock Tower	601,0	120	Meca - Arábia Saudita
5	Ping An Finance Center	599,1	115	Shenzhen - China
6	Lotte World Tower	554,5	123	Seul - Coreia do Sul
7	One World Trade Center	541,3	94	Nova York - EUA
8	Guangzhou CTF Finance Centre	530,0	111	Guangzhou - China
9	Tianjin CTF Finance Centre	530,0	97	Tianjin - China
10	Citic Tower	527,7	109	Beijing - China
11	Taipei 101	508,0	101	Taipei - Taiwan (China)

Nota: Foram indicados 11 edifícios, a fim de compor uma lista com os 10 mais altos, caso se desconsidere aquele ainda em construção (*).

Fonte: CTBUH (2020), com adaptação dos autores

Ao longo do tempo, verifica-se que o título de mais alto do mundo tem se alterado com certa frequência, indicando que a disputa continua acirrada.

17.7 A prevenção nos altos, super altos e mega altos edifícios

Wieczorek (2017, p. 3), com interessante ilustração em seu texto (Figura 46) a respeito de três grandes incêndios em edifícios altos no mundo – localizados em Londres (Grenfell Tower), Honolulu (Marco Polo Apartments) e Dubai (Torch Tower) – em apenas 51 dias (de 14/06/2017 a 03/08/2017 - vide Capítulo 1), com destaque para o primeiro, ressalta que:

Nos últimos 45 anos, edifícios do mundo todo tem se ampliado em altura de forma drástica, particularmente com o aumento da urbanização em novos centros industriais. Como resultado, o risco de sinistros de incêndio também é maior, o que aumenta a necessidade de mudanças regulatórias.

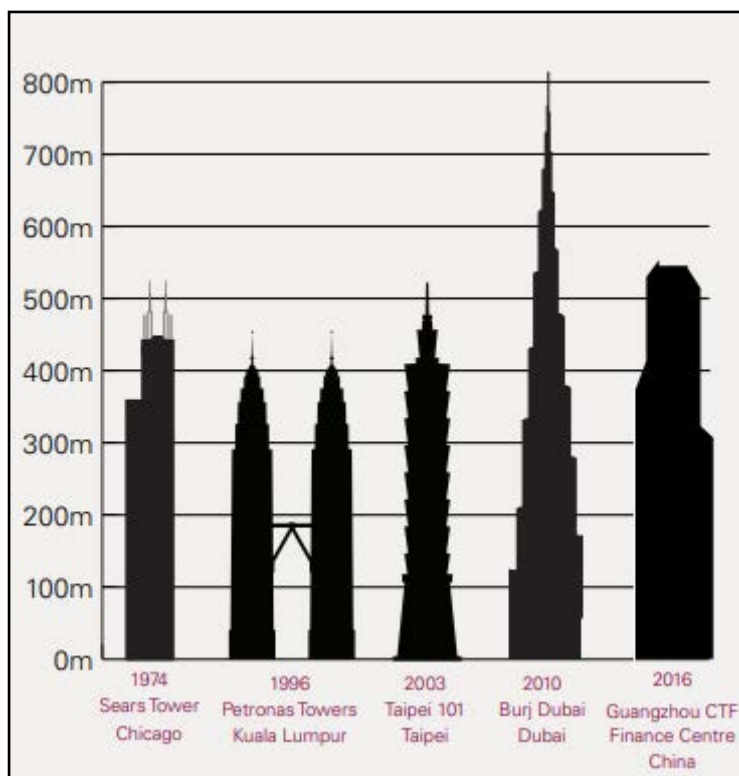
Wieczorek (2017, p. 3) acrescenta ainda uma importante observação no tocante a importância de se levar em consideração a questão do combate a incêndio, com as

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

diferentes combinações de elementos de construção, ainda na fase de projeto da edificação:

As práticas modernas de construção levam os edifícios a alturas cada vez mais impressionantes, mas, independentemente da eficácia ou dos recursos dos bombeiros, as diferentes combinações de elementos de construção irão sempre determinar como se dará o combate a incêndio, e devem ser levadas em consideração no projeto da edificação.

Figura 46 – Elevação na altura dos edifícios ao longo do tempo



Fonte: Wiczorek (2017, p. 3)

Normalmente, tais edifícios dispõem de todos os tipos de medidas de segurança contra incêndio existentes. O grande diferencial está na constante monitoração delas, com centrais de controle que permitem a rápida identificação de possíveis princípios de incêndio para que haja uma automática atuação dos sistemas, possibilitando uma ágil extinção. Outro grande diferencial está nos elevadores, contando, como não poderia deixar de ser, com os mais velozes do mundo. Se a dificuldade de os bombeiros chegarem pelas escadas até o 50º andar de um prédio já é grande, imagine como não seria num prédio com mais de 150.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

Bruno Franzmann, da empresa de engenharia responsável pelo projeto preventivo contra incêndio de várias obras do Balneário Camboriú, em Santa Catarina, destacou em entrevista a Galluzzi (2019, p. 10-12) quais são as premissas do projeto preventivo contra incêndio e qual o quesito mais importante, cujas considerações valem para todas as “mega torres”:

[...] o trabalho parte de três premissas: salvaguardar a vida, dar condições para que, no caso de incêndio, os bombeiros possam entrar e sair da edificação com segurança, e preservar o patrimônio. “O quesito mais importante é a saída de emergência, a criação de uma rota de fuga segura para que a pessoa que esteja no último pavimento consiga descer as escadas em segurança, o que, em construções dessa magnitude, pode levar até 30 minutos”.

Nessa entrevista, Bruno Franzmann acrescenta outras importantes observações no tocante às medidas de segurança contra incêndio instaladas em tais edificações:

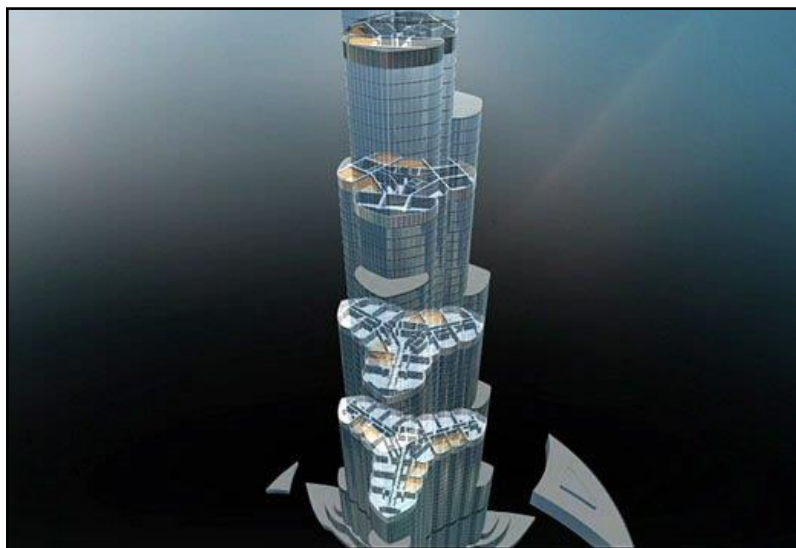
Para garantir a evacuação, os prédios contam com escadas pressurizadas, com entradas e saídas de ar conectadas a um ventilador centrífugo. No Estado é também obrigatório o uso de sprinklers em prédios acima de 150 metros ou 50 pavimentos, mesmo os residenciais. Como num hotel, os cômodos são dotados de chuveiros automáticos ocultos. É colocado também, em cada cômodo de permanência longa como um dormitório, um detector de fumaça. Completam o arcabouço preventivo iluminação de emergência, sinalização e abandono do local, detector de vazamento de gás e gerador de energia (garantindo o funcionamento do sistema se houver interrupção de fornecimento por parte da concessionária). Esse conjunto é controlado por um sistema de detecção endereçável e algorítmico, que checa todos os componentes continuamente. A pressurização da escada, por exemplo, é acionada seis vezes ao dia por poucos minutos. Qualquer problema é apontado na central de controle. Há ainda uma bomba de recalque, responsável pelo bombeamento de água para todos os pavimentos em caso de emergência, alimentada pela reserva técnica de incêndio e reserva dos chuveiros automáticos.

Áreas de Refúgio também são de grande relevância nesse tipo de edificação, instaladas em locais estratégicos de alguns pavimentos, devidamente isoladas, climatizadas e pressurizadas, possibilitando a realização de resgates setorizados das pessoas, que podem aguardar o socorro em segurança. Nemes (2014) destaca a importância dos elevadores e das áreas de refúgio nesses edifícios:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

Descer de escada (que é o que acontece em prédios de altura normal) não é uma alternativa válida, então os especialistas precisam pensar em outras soluções. A primeira delas é que todos os elevadores possuem vedação especial contra fogo [sic] e água e geradores exclusivos, permitindo que eles sejam usados mesmo em casos extremos. Se você preferir ir de escada ou se os elevadores estiverem muito cheios, existem andares especiais a cada 25 pisos, que servem de refúgio para descanso ou mesmo para esperar socorro. Esses andares estão presentes na maior parte dos grandes arranha-céus e são pressurizados (como a cabine de um avião), completamente à prova de fogo e climatizados, prontos para abrigar quem estiver precisando descansar.

Figura 47 – Exemplos de áreas de refúgio no Edifício Burj Khalifa



Fonte: Reprodução/Business Week *In* Nemes (2014)

Verifica-se, portanto, que quanto mais alto o edifício, maior deve ser a preocupação dos projetistas com a questão do estabelecimento de rotas de fuga que permitam o rápido abandono da edificação numa situação de incêndio, normalmente estabelecidas com escadas pressurizadas, áreas de refúgio, além de contarem com o auxílio de elevadores de emergência. Outro aspecto importante diz respeito à garantia de reservas de incêndio impulsionadas por gravidade ou por bombas que garantam o recalque d'água para toda a edificação. Sistemas de detecção e alarme, combinados com sistemas de chuveiros automáticos (sprinklers), também são essenciais para que o incêndio seja contido logo no seu início. As vedações de aberturas entre pavimentos, sistema de controle de fumaça, utilização de material de acabamento interno e de fachadas incombustíveis também são de grande importância. Tudo isso, monitorado permanentemente por uma eficiente central de controle, com certeza proporcionará a

segurança de todos os usuários da edificação e permitirá às construtoras continuarem buscando o tão almejado título de “prédio mais alto do mundo”.

O “9º Simpósio Ásia-Oceania sobre Ciência e Tecnologia do Fogo”, realizado na China, no período de 17 a 20 de outubro de 2012, trouxe importantes considerações a respeito do Projeto de Segurança Contra Incêndio para edifícios altos, em especial quanto à evacuação e segurança estrutural, que merecem reflexão por parte dos projetistas, conforme síntese a seguir:

[...] Uma estratégia holística de segurança contra incêndio para um edifício alto [...] contém dois componentes principais: estratégia de evacuação e desempenho da construção. O desempenho da construção pode ser subdividido em desempenho estrutural e mitigação de propagação do fogo (a exemplo da compartimentação). **A estratégia de evacuação** se preocupa em definir o tempo necessário para que se evacue com segurança todos os ocupantes do edifício [...]. [...] Esses dois componentes geralmente acabam sendo tratados separadamente. Enquanto os tempos associados à evacuação são normalmente da ordem de minutos, os tempos estruturais/de compartimentação são normalmente da ordem de horas. Portanto, é geralmente inerente que a estrutura e a compartimentação permanecerão intactas por um período que permita confortavelmente a implementação da estratégia de saída. Este não é o caso, porém, de edifícios altos. As alturas exageradas combinadas com o número limitado de rotas de fuga verticais resultam na aproximação desses dois componentes. O tempo de evacuação é estendido a uma ordem de magnitude comparável com o tempo de aquecimento dos elementos estruturais e, por extensão, o tempo de falha potencial destas estruturas. Evacuação e falha estrutural/de compartimentação estão, portanto, em risco de sobreposição, como era o caso das duas Torres do WTC. Este problema será ainda mais exacerbado à medida que os edifícios se tornam mais altos e complexos [...]. **Na orientação para o projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos [...] cada elemento da estratégia de saída torna-se nulo e sem efeito se a estrutura não se sustentar [...].** (COWLARD et al., 2013, p. 169-178, tradução nossa, grifo nosso).

17.8 A abordagem atual para segurança contra incêndio em edifícios altos

Nas últimas duas décadas, a preocupação com a possibilidade de abandono de edifícios altos em caso de sinistros tem aumentado, principalmente após o atentado

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

terrorista de 11 de setembro de 2001, nas Torres Gêmeas do World Trade Center de Nova York. Neste sentido, discussões sobre novos meios de abandono da edificação com o uso de diferentes tecnologias também têm sido frequentes (TUBBS; MEACHAM, 2009). É importante lembrar que estes projetos de grande porte normalmente não se tornam viáveis com a adoção de métodos de dimensionamento de saídas de emergência tradicionais, onde se considera a evacuação total e simultânea da população do edifício. Ressalta-se ainda, que a problemática da segurança contra incêndio está sempre presente nas discussões sobre o domínio da tecnologia para construção de edifícios de grande altura no mundo todo, pois garantir a segurança dos ocupantes e da própria estrutura em caso de incêndio é uma das premissas para aprovação desses projetos especiais por parte do poder público.

Ao se projetar a segurança contra incêndio em edifícios altos, é importante considerar a estratégia de abandono a ser adotada, pois esta deve nortear todo o sistema de proteção contra incêndio a ser proposto. Além disso, quanto mais alto o edifício, maior será a dificuldade para retirar rapidamente as pessoas numa situação de emergência e, portanto, melhor deve ser o sistema de proteção provido para assegurar a vida dos ocupantes no seu interior.

O atentado terrorista de 11/09/2001 ao complexo de edifícios do World Trade Center, na cidade de Nova York, causou um grande impacto para cidadãos do mundo todo. E o choque foi ainda maior para a comunidade envolvida com a segurança contra incêndio, incluindo legisladores, bombeiros, seguradoras, profissionais engenheiros e arquitetos e pesquisadores da área. O incêndio e o colapso das torres gêmeas tiveram como uma das consequências a necessidade de repensar a questão da segurança contra incêndio de edifícios altos.

Mesmo que a possibilidade de colapso estrutural seja remota, com o aprimoramento das medidas de proteção ativa e passiva, passa a ser mais difícil gerenciar e controlar o movimento de abandono parcial ou total, pois os ocupantes podem reagir mal a uma ordem de espera, no processo do abandono, seja num caso de incêndio ou de ameaça de atentado. No caso do World Trade Center de Nova York, em 2001, foram constatados vários casos de pessoas que obedeceram à ordem de aguardar, conforme determinava o procedimento padrão. A ordem de abandono nunca chegou para muitos ou chegou tardiamente, por problemas de comunicação (Dwyer; Flynn, 2005; National Institute of Standards and Technology, 2005), e pode ter influenciado no tempo de abandono do edifício de muitos de seus ocupantes.

Além disso, percebeu-se que outros tipos de ocorrência também poderiam requerer o abandono total e simultâneo da edificação, como a ameaça de bomba ou uma contaminação do ar por agentes nocivos (acidental ou não).

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - A Prevenção Contra Incêndios

Assim, a partir deste incidente, a comunidade envolvida com a segurança contra incêndio vem discutindo, intensamente, a revisão das soluções para saídas de emergência vigentes e a proposição de alternativas que aumentem o nível de segurança. Isto significa, na prática, meios que garantam que os ocupantes possam sair rapidamente e com maior segurança dos edifícios altos.

Nos EUA, o relatório final do National Institute of Standards and Technology (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 2005), sobre a investigação do desastre do complexo do World Trade Center, resultou na proposição de recomendações tanto de aprimoramento de exigências de regulamentações como de normas técnicas, assim como de procedimentos de gerenciamento de situações de emergência em edifícios altos. Bukowski (2009) e Pauls (2005) também apresentam uma reflexão a respeito do projeto de saídas de emergência em edifícios altos como um todo e destacam alguns fatores que devem ser considerados nos projetos futuros, a saber:

- Altura cada vez mais desafiadora: os edifícios estão cada vez mais altos e isto significa que estão abrigando uma população cada vez maior;
- Perfil populacional em transformação: a população está cada vez mais obesa (maior e mais pesada) e também mais velha (com menos resistência física). Ambos os fatores influenciam na mobilidade das pessoas, principalmente na locomoção por escadas;
- Evacuação de pessoas com deficiência: há uma crescente demanda no sentido de atender igualmente as necessidades das pessoas com deficiência em situação de emergência;
- Domínio de novas tecnologias: inovações tecnológicas podem auxiliar a vencer os novos desafios.

Assim, alguns exemplos das novas propostas a serem incorporadas nas regulamentações, como estratégias de abandono, considerando as questões discutidas acima, são apresentadas a seguir:

- **Elevadores**

Com a crescente altura dos edifícios elevados no mundo, o elevador de emergência passou a ser um item de segurança obrigatório, exigido para uso dos Corpos de Bombeiros, com o intuito de facilitar o acesso do socorro aos pavimentos mais elevados com rapidez e segurança. Para tanto, o acesso a esses elevadores deve ser por uma área protegida/compartimentada em cada piso (antecâmaras), normalmente compartilhando o acesso a uma caixa de escada protegida e uma alimentação elétrica independente do equipamento. Além disso, o elevador deve ter controle manual pelo seu interior, a partir do momento que um membro do Corpo de Bombeiros passe a utilizá-

lo numa emergência. No entanto, este elevador é normalmente instalado em número reduzido, não passando de um equipamento por edifício, e seu uso é feito de modo seletivo e restrito após a chegada do Corpo de Bombeiros.

Considerações sobre o uso do elevador para abandono de grande quantidade de pessoas têm sido feitas e grupos de estudos têm sido criados para o aperfeiçoamento deste tema. Segundo o guia de orientação publicado pelo CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2004), o uso misto de elevadores e escadas é uma forma mais eficiente de esvaziar um edifício alto rapidamente. Este guia distingue o uso de elevadores para abandono total, parcial/faseado ou seletivo e também para o caso de incêndio e de outras emergências. Mas, em todas as situações, é necessário definir uma série de requisitos de segurança que garantam o bom funcionamento do sistema, tanto de ordem técnica (proteção dos equipamentos, redundâncias, etc) como de ordem operacional (procedimentos de operação/evacuação para cada situação), conforme afirma Solomon (2008).

- **Pavimentos de refúgio**

Outro conceito difundido nas últimas décadas é o da instalação dos pavimentos de refúgio. Neste caso, aproveita-se da necessidade de instalação de casa de máquinas intermediárias de equipamentos de apoio ao edifício (elevadores, ar-condicionado, bombas de água fria, etc) para estabelecer os pavimentos de refúgio, a cada 20, 25 ou 30 pavimentos.

Conceitualmente, faz parte da estratégia de abandono parcial com realocação dos ocupantes para pavimentos remotos e protegidos do incêndio. O objetivo é proporcionar aos ocupantes uma área de refúgio para descanso temporário, em sua caminhada descendente pelas escadas, ou para trocar de caixa de escadas, quando necessário. Também pode ser uma área para acomodar as pessoas com deficiência, com parada obrigatória dos elevadores de emergência. Para tanto, vários meios de proteção contra incêndio, como a compartimentação e controle de fumaça, devem ser garantidos nestes locais.

- **Pontes em pavimentos elevados (Sky-bridges)**

As pontes podem ser meios de circulação horizontal entre torres elevadas e consideradas rotas alternativas de fuga, oferecendo mais uma redundância para o projeto de saídas de emergência, caso sejam devidamente incorporadas ao projeto com tal função e incluídas num efetivo sistema de gerenciamento de emergências durante o uso. É necessário lembrar que um sistema adequado de proteção deve existir para o uso seguro deste elemento, assim como um projeto de gerenciamento de emergências que inclui treinamento de pessoal, sistema de comunicação e monitoramento de abandono.

- **Maior número de escadas ou aumento da largura de escadas**

Nos EUA, o International Code Council (ICC) aprovou, em 2008, além de outras medidas, a inclusão de uma escada adicional para edifícios acima de 126 m (420 pés) assim como um aumento de 50% na largura das escadas em edifícios novos, dentre outras recomendações apresentadas com base no relatório do National Institute of Standards and Technology (2005), como medida de proteção passiva efetiva.

- **Dispositivos móveis**

Dispositivos móveis para retirada de pessoas em casos de emergência têm sido desenvolvidos em várias partes do mundo, principalmente para reforçar a segurança contra incêndio dos ocupantes em edifícios existentes. Nestes casos, normalmente, os dispositivos são adotados em edificações onde não foi possível ou viável a instalação de saída alternativa de fuga (escadas fixas), nos moldes solicitados pelas regulamentações atuais. As questões técnicas para viabilizar o uso destes dispositivos com segurança devem ser discutidas e especificadas por órgãos normalizadores.

Cabe lembrar, por outro lado, as tendências verificadas no mundo, de inovações tecnológicas na verticalização de edifícios que trazem grandes desafios à segurança contra incêndio. Uma delas é o emprego do sistema construtivo em madeira denominado Cross Laminated Timber (CLT) ou, em português, Madeira Laminada Colada Cruzada e outros sistemas semelhantes derivados, que tem como forte apelo a sustentabilidade - o uso de material menos agressivo ao meio ambiente, garantindo o atendimento a vários requisitos de desempenho das edificações. Já há edifícios considerados “altos” construídos inteiramente com esse sistema em países como Inglaterra, Austrália, Suécia e Canadá, dentre outros países.

O uso deste sistema construtivo vem, aos poucos, chegando ao Brasil, inicialmente em edificações habitacionais de pequeno porte e já com propostas de edificações de múltiplos pavimentos. Mas estas inovações tecnológicas precisam ser estudadas e adaptadas para a situação local, uma vez que as matérias primas podem não ser as mesmas empregadas nos seus países de origem, e condições ambientais locais também podem exercer efeitos diferentes. Em relação à segurança contra incêndio, o desafio é, sempre, a verificação da adequabilidade de novos sistemas às regulamentações com bases prescritivas, levando, cada vez mais, à necessidade de adesão e domínio sobre os conceitos de normas e regulamentações com base no desempenho e nas decisões de projeto com base na engenharia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas de incêndio nos edifícios altos merecem uma atenção especial tanto dos projetistas quanto dos bombeiros, em razão da complexidade dos riscos existentes, inerentes à própria edificação.

Os dois grandes incêndios trágicos nos edifícios altos da Cidade de São Paulo da década de 1970 – Andraus (1972) e Joelma (1974) – com perdas, respectivamente, de 16 e 189 vidas, nos ensinaram que devemos estar atentos à História, e procurarmos melhorar nossas atitudes com relação a prevenção, no sentido de que tais acontecimentos não mais se repitam.

Devemos estabelecer um caminho que conduza à solução dos problemas, na busca permanente do aperfeiçoamento da segurança contra incêndios nas edificações.

É necessário que ainda na fase de elaboração do projeto da edificação sejam realizadas discussões, com objetivos claros de se alcançar as medidas de proteção básicas, tais como: estabilidade da edificação, controle da carga de incêndio, controle do fogo e seu crescimento, controle da fumaça, sistemas de rotas de fuga com sinalização adequada, detecção e alarmes de incêndio, além de condições de segurança para as equipes que atuarão no decorrer da emergência.

Uma segunda preocupação é com o entorno do edifício. Recuos adequados, pisos que suportem o peso dos veículos de atendimento a emergências, ponderação na distribuição de fiações elétricas, observância do afastamento de edificações vizinhas, bom senso nas construções arquitetônicas e implementação de espelhos d'água, observação atenta com relação a largura dos acessos e arruamentos são itens essenciais para os bombeiros e que também devem ser preocupação dos projetistas.

Outra grande preocupação é com o abastecimento d'água para as intervenções emergenciais de incêndio. É recomendável a distribuição de hidrantes urbanos localizados em pontos estratégicos, com vazões e pressões suficientes, capazes de atender a demanda requerida. É necessário que os Corpos de Bombeiros façam inspeções e testes periódicos, para que não ocorram surpresas por ocasião da montagem do “Teatro de Operações” na utilização de tais sistemas.

É de fundamental importância que os Postos de Bombeiros estejam instalados próximos aos edifícios altos, para que o “tempo de resposta” seja o menor possível e que já no “primeiro alarme” seja enviada quantidade de bombeiros suficiente para retirada das pessoas das áreas de risco e para efetuar o controle e a extinção do incêndio, até a chegada de novas viaturas e equipamentos, caso sejam necessários. A atuação das

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Considerações Finais

primeiras equipes no local do incêndio é primordial para a boa condução dos trabalhos durante todo o tempo de atendimento.

A fim de otimizar os trabalhos das equipes do Corpo de Bombeiros que realizarão as intervenções emergenciais, faz-se necessário um bom planejamento prévio de incêndio, com base nas vistorias e treinamentos por meio de exercícios simulados nos edifícios altos existentes na área de atendimento dos respectivos Postos de Bombeiros.

Recomenda-se também que os Corpos de Bombeiros produzam bons relatórios e realizem pesquisas de incêndios de modo duradouro. Estas ferramentas permitirão um trabalho científico capaz de auxiliar, e muito, no desenvolvimento de novos materiais, novas estruturas, novas medidas de segurança contra incêndios e no aperfeiçoamento das técnicas de combate aos incêndios e de trabalhos de Educação Pública para consolidação de uma cultura de segurança.

Como já dito anteriormente, o projetista exerce um papel importante na segurança contra incêndio em edificações, no cenário onde existem normas e regulamentações a serem cumpridas.

É necessária a qualificação do profissional projetista, assim como o fortalecimento de sua representatividade junto aos órgãos do poder público para permitir a evolução e o desenvolvimento da área de segurança contra incêndio no Brasil.

Muitas soluções de projeto adotadas não são as mais adequadas e de menor custo, pois os projetistas sem argumentação técnica, nem sempre conseguem romper com as soluções tradicionais ou conservadoras apresentadas. Por outro lado, a falta de demanda deste mercado torna inviável a introdução de inovações tecnológicas que poderiam flexibilizar as soluções hoje adotadas.

Assim, a difusão do conhecimento da segurança contra incêndio nos cursos de graduação de arquitetura e engenharia torna-se um fator importante para o avanço na área e uma elevação da qualidade do projeto.

GLOSSÁRIO

Abas Verticais - Divisores pendurados no teto em grandes áreas, que são projetados para minimizar o efeito cogumelo do calor e da fumaça.

Área de Refúgio - Parte da área total de um pavimento, separada da parte restante por porta corta-fogo e parede resistente ao fogo. Local interno ou externo à edificação para onde as pessoas devem ser conduzidas na fuga de local sinistrado.

Backdraft - Explosão ou combustão repentina dos gases quentes devido à introdução do oxigênio no interior de um ambiente onde havia falta de exaustão da fumaça.

Carga de Incêndio (Carga Incêndio) - Quantidade de material combustível contida numa edificação por unidade de área.

Combustão - Reação química de rápida oxidação de um material, que gera calor e luz.

Conflagração - Incêndio que se alastrou em grandes áreas, ultrapassando barreiras naturais e artificiais.

Controle do Incêndio - Situação em que o incêndio já não oferece maiores riscos, principalmente para edificações vizinhas.

Damper - Dispositivo (registro) localizado no interior de chaminés e dutos que controla a passagem do ar no seu interior, impedindo a passagem de gases, ar quente e fumaça.

Duto - Tubulação destinada a conduzir a grandes distâncias fluidos em geral.

Edifício Alto - De acordo com a NFPA 101, considera-se Edifício Alto aquele maior de 75 pés (aproximadamente 23 m), do mais baixo nível de acesso para a viatura do Corpo de Bombeiros ao piso do mais alto pavimento ocupado.

Edifício Hermético - Edifício inteiramente fechado que não permite a penetração aleatória de ar no seu interior.

Efeito Cogumelo - Propagação horizontal de gases quentes ao nível do forro ou teto devido à restrição da expansão vertical por convecção.

Elevador de Emergência - Equipamento dotado de alimentação elétrica independente da chave geral da edificação, com comando específico, instalado em local próprio com antecâmara, permitindo o acesso e a sua utilização em casos de emergência, aos diversos andares de uma edificação.

Extinção do Incêndio - É a eliminação do incêndio por diversos processos, usando taticamente os equipamentos de combate a incêndio ou outros meios que podem funcionar automaticamente ou com ação direta de pessoas.

Flashover - Estágio do incêndio onde a superfície de todos os materiais é elevada ao seu ponto de ignição, que entram em combustão quase que simultaneamente.

Fogo - Processo de combustão caracterizado pela produção de calor, fumaça, chamas ou a combinação destes.

Intervenção Operacional - É o atendimento prestado pelo Corpo de Bombeiros em uma emergência, em que utiliza seus recursos humanos e materiais.

Manobras d'Água - Consiste no fechamento de válvulas intermediárias, existentes na rede de distribuição de água, a fim de canalizar todo o líquido para uma única direção, na região onde está ocorrendo o incêndio.

Ocupação - Atividade ou uso de uma edificação.

Plano de Abandono (Plano de Evacuação) - Plano previamente estabelecido e articulado aos procedimentos dos ocupantes de uma edificação em ocasiões de sinistros, proporcionando rápido escoamento, ordenado e isento de pânico. O abandono do edifício pode ser setorizado ou geral; deve ter início imediatamente após soar o alarme característico e ser previamente conhecido por seus ocupantes.

Ponto de Ignição - É aquela temperatura que, sendo a mínima, os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independentemente de qualquer fonte de calor.

Prevenção Contra Incêndio - É o conjunto de normas e ações adotadas na luta contra o fogo, procurando a forma de eliminar as possibilidades de sua ocorrência, bem como de reduzir sua extensão, quando o mesmo se torna inevitável, mediante o auxílio de equipamentos previamente estudados e racionalmente localizados.

Procedimento Operacional Padrão (POP) - É um documento das principais ações de um processo, descritas às equipes que atuarão nas emergências, estabelecendo-se as ações "passo a passo" à intervenção operacional, utilizando-se das técnicas e equipamentos, com base em treinamento anterior e lições apreendidas, para execução de trabalhos pelas guarnições do Corpo de Bombeiros, no Serviço de Proteção contra Incêndios e Emergências.

Reação ao Fogo - A contribuição que os materiais de revestimento possam vir a trazer para o desenvolvimento do fogo, ao sustentar a combustão, e possibilitar a propagação superficial das chamas, quando expostos a uma situação de início de incêndio.

Resistência ao Fogo - Representa a capacidade dos elementos construtivos de suportar a ação do incêndio, impedindo por determinado período sua propagação e preservando a estabilidade estrutural da edificação.

Shaft - Passagem vertical para transporte de cargas e serviços como elevadores, escadas, instalações elétricas, hidráulicas e de gases, etc.

Sistema de Chuveiros Automáticos (Sprinkler) - Um sistema de tubulação, bicos de descarga e válvulas de controle, projetados para serem ativados durante um incêndio, através da descarga automática de água em quantidade suficiente para controlá-lo ou extingui-lo.

Taxa de Queima - Valor obtido da razão entre extensão queimada de um material e o intervalo de tempo para atingir tal extensão.

Teatro de Operações - Local onde se desenvolvem operações táticas e as atividades logísticas correspondentes, ou seja, local onde o Corpo de Bombeiros desenvolve suas ações de combate a incêndio e salvamento, dentre outras, no atendimento de uma emergência.

Tempo de resposta (tempo-resposta) - É o tempo decorrido entre a chamada do Corpo de Bombeiros e a sua chegada ao local da emergência.

Vazão Insuficiente - É a vazão d'água que não atende às condições mínimas para que sejam efetuadas as operações de combate a incêndios.

Ventilação - Remoção sistemática do ar quente, fumaça e gases de uma edificação e a substituição destes por um ar mais frio, a fim de reduzir danos e facilitar as operações de combate ao incêndio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEQUATE Firefighting Water in Building Design, Fire Service Capability Reviews and on the Fire-ground. GCU – Glasgow Caledonian University & KFRS – Kent Fire & Rescue Service. **CFBT - Compartment Fire Behavior Training**, 21 may 2016. Disponível em: http://www.cfbt-be.com/images/IFIW/1-IFIW-2015-FINAL_klein.pdf. Acesso em: 13 jan. 2021.

AHRENS, Marty. Research: High-Rise Building Fires 11/16. **NFPA Fire Analysis & Research**. Boston: NFPA, Nov. 2016. Disponível em: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/oshighrise.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.

ÁLVAREZ, Eduardo D. Evacuação de edifícios por elevadores. **NFPA Journal Latinoamericano** [ca. 2018]. Disponível em: <https://www.nfpajla.org/pt/arquivos/lugares-de-reunioes-publicas-discotecas/764-evacuacion-de-edificios-mediante-ascensores>. Acesso em: 18 set. 2020.

ÂNGELO, Francisco. Edifícios Altos - Critérios Para Classificação, **Imóveis Corporativos**, 30 ago. 2018. Disponível em: <https://socorporativos.com.br/edificios-altos-classificacao>. Acesso em: 02 out. 2020.

ARMANI, Cassio Roberto. **Hidrantes e Mangotinhos**. In: NEGRISOLO, Walter *et al.* Fundamentos de Segurança Contra Incêndio em Edificações – Proteção Passiva e Ativa. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

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

_____. **ABNT NBR 14880: Saídas de emergência em edifícios - Escada de segurança - Controle de fumaça por pressurização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Partes 1 a 6**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **ABNT NBR 16626: Classificação da reação ao fogo de produtos de construção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ATENTADO de 1993 ao World Trade Center, **Wikipédia**, San Francisco, 18 mar. 2019. Disponível em:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

https://pt.wikipedia.org/wiki/Atentado_de_1993_ao_World_Trade_Center. Acesso em: 08 set. 2020.

AUTOESCADA Magirus. Foto da Autoescada Magirus de 68 metros. **Magirus**, 2020. Disponível em: <https://www.magirusgroup.com/de/en/products/turntable-ladders/m68/>. Acesso em: 04 out. 2020.

BANCO de dados global de cidades e edifícios. Critério para classificação de arranha-céu. Texto. **Skyscraper** [2020]. Disponível em: <http://skyscraperpage.com/cities/?s=1&c=4&p=0&r=50>. Acesso em: 02 out. 2020.

BRAGA, George Cajaty Barbosa. **A temperatura e fluxo de calor em uma situação de incêndio e seu impacto nos bombeiros**. XI Seminário Nacional de Bombeiros/SENABOM. Blumenau, 2010. Disponível em: <https://bombeirofreitas.files.wordpress.com/2011/03/artigo-temperatura-e-fluxo-de-calor-george-cajaty-b-braga-11c2b0-senabom-2010.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BUKOWSKI, R.W. **Emergency Egress from Buildings** (NIST Technical Note 1623), Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2009.

COLAPSO do World Trade Center, **Wikipédia**, San Francisco, 10 abr. 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Colapso_do_World_Trade_Center. Acesso em: 04 set. 2020.

COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT. **Emergency Evacuation - Elevator Systems Guideline**. Chicago: CTBUH, 2004.

COWLARD, Adam; BITTERN, Adam; ABECASSIS, Cecilia; TORERO, José. **Fire safety design for tall buildings**. The 9th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology. Procedia Engineering 62 (2013) 169 – 181. Amsterdã: Elsevier Ltd., 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813012356>. Acesso em: 30 out. 2020.

DORNICKE (Lucas B. Salles) – Obra do próprio, Domínio público. Fotografia do Edifício Copan. **Commons – Wikimedia**, 10 jul. 2008. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4353105>. Acesso em: 06 out. 2020.

DUARTE, Rogério Bernardes. **Códigos e normas de segurança contra incêndio**. In: LUGON, André Pimentel *et al.* SCIER - Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Segurança Contra Incêndio, 2018.

DWYER, J.; FLYNN, K. **102 minutos: a história inédita da luta pela vida nas Torres Gêmeas**. Tradução de Maria Lucia de Oliveira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

EDIFÍCIO de 15 andares desaba em Teerã e mata bombeiros que combatiam incêndio. **G1**, Rio de Janeiro, 19 jan. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/edificio-de-15-andares-desaba-em-teera.ghtml>. Acesso em: 04 set. 2020.

EDIFÍCIOS Copan e Itália, dois marcos da arquitetura moderna em São Paulo. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, 15 ago. 2008. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=313140>. Acesso em: 03 out. 2020.

EHANG lança solução aérea inteligente de combate a incêndios, **EHang**, Guangzhou, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://www.ehang.com/news/670.html>. Acesso em: 02 out. 2020.

EU FIRE SAFETY GUIDE. **The 7 layers of fire safety in buildings**. Belgium: Modern Building Alliance, mai. 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1gaNhST5ncJEk77iGS09drllGFoczYIOJ/view>. Acesso em: 06 nov. 2020.

FASES do Fogo. Figura da evolução do fogo. **Blog Bombeiros - Um só corpo uma só classe**, 29 out. 2015. Disponível em: <http://bombeiroscorpo.blogspot.com/2015/10/fases-do-fogo.html>. Acesso em: 03 nov. 2020.

FERREIRA, Edil Daubian. **Dicionário Nosé - Nomenclatura de Segurança**. São Paulo: Livraria Everest Editora Pimenta & Cia Ltda, 1992.

_____. **Dicionário para Bombeiros**. São Paulo: Centrais Imppressoras Brasileiras Ltda, 1985.

_____. **Introdução nas Instruções para preenchimento dos Relatórios e Mapas Estatísticos dos Serviços de Bombeiros**. São Paulo: Força Pública do Estado de São Paulo, 1964.

_____. **Proteção Contra Incêndio**. São Paulo: Centrais Imppressoras Brasileiras Ltda, 1985.

FIRE and Rescue Manual, v. 2, **Fire Service Operations - Incident Command**, 3. ed. Londres: TSO (The Stationery Office), 2008. ISBN 978-0-11-341321-8.

FIREFIGHTING and Emergency Operations Manual. **High-Rise Building Fires**, 2. ed. Northern Virginia: Fire and Rescue Departments of Northern Virginia, June 2013.

FISHLOCK, Mark. **Blog High-rise Fire Fighting**. Developing better responses to fires in tower bocks and high-rise buildings. Reino Unido, [ca. 2014]. Disponível em: <https://www.highrisefirefighting.co.uk/>. Acesso em: 06 nov. 2020.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

FRITZDACAT. Fotografia do prédio Al Dar, Abu Dhabi - Own camera, CC BY-SA 3.0, **Wikipédia**, 24 mar. 2013. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=40681327>. Acesso em: 13 out. 2020.

GALLUZZI, Tânia. Hidrante, vilão ou herói? São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 12. ed., fev. 2019.

_____. A segurança contra incêndio na Dubai brasileira. São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 13. ed., mai. 2019.

GERADOR. Figura de gerador à diesel portátil. **Grupo GMEG**, [2020]. Disponível em: <https://grupogmeg.com.br/produtos/motomil/geradores/>. Acesso em: 12 out. 2020.

GRAYLEY, Mônica Villela. ONU aponta São Paulo como 4ª cidade mais populosa do mundo. **ONU News**, 11 jul. 2014. Disponível em: <https://news.un.org/pt/audio/2014/07/1104451#:~:text=Osaka%2C%20Pequim%2C%20Nova%20York%20e,a%20maioria%20vivendo%20na%20C3%81sia>. Acesso em: 06 fev. 2021.

GRIMWOOD, Paul. **High-rise Model Fire-fighting Standard Operating Procedure (SOP)**. Reino Unido, 2007. Disponível em: <http://www.cfbt-be.com/images/teksten/Grimwoods-High-Rise-SOP.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.

GUELLO, Camila. Segurança contra incêndio com selagem corta-fogo. São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 9. ed., mai. 2018.

GUEVARA, Joe. Fotografia das Torres Obispado. **Creative Commons**, 24 mai. 2020. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skyscraper_de_Latinoam%C3%A9rica_y_Mexico.png. Acesso em: 04 out. 2020.

HUNTER DOUGLAS. **Catálogo de produtos arquitetônicos da Hunter Douglas Architectural**. Site Maelco [2019 ou 2020]. Disponível em: <https://www.maelco.com.br/>. Acesso em: 06 out. 2020.

INCÊNDIO e desabamento do prédio no Largo do Paissandu completam um ano; veja o que se sabe sobre o caso. **G1**, Rio de Janeiro, 01 mai. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/05/01/incendio-e-desabamento-do-predio-no-largo-do-paissandu-completa-um-ano-veja-o-que-se-sabe-sobre-o-caso.ghtml>. Acesso em: 04 set. 2020.

INCÊNDIO está destruindo prédio onde funciona a Feema no Rio. **Empresa Brasil de Comunicação**. Agência Brasil, Brasília, 02 dez. 2002. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2002-12-02/incendio-esta-destruindo-predio-onde-funciona-feema-no-rio>. Acesso em: 04 set. 2020.

JAPAN Building Center. **New Guideline for Technics on Smoke Exhaust Systems**. Tokyo: Japan Building Center, 1987.

KLAENE, Bernard “Bem” J. **Structural Firefighting: Strategy and Tactics**. 3. ed. Burlington, Massachusetts, EUA: Jones and Bartlett Learning e NFPA, 2007. Disponível em: https://samples.jblearning.com/0763751685/51685_Ch12_296-346.pdf. Acesso em: 05 nov. 2020.

LAMONT, Susan; INGOLFSSON, Sigurjon. High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool. **NFPA Research**. Boston: NFPA, Feb. 2018.

LIMARQUE, Hugo. Dez grandes incêndios que chocaram o Brasil e o mundo, desde os anos 40. **Acervo O Globo**, com edição de Matilde Silveira, Rio de Janeiro, 13 set. 2019. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/dez-grandes-incendios-que-chocaram-brasil-o-mundo-desde-os-anos-40-21512908>. Acesso em: 04 set. 2020.

LIN, Jeffery. Controle de materiais de acabamento e revestimento. Como atender aos requisitos de segurança? São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 9. ed., mai. 2018.

MIRANDA, Nilton. **Chuveiros Automáticos para Extinção de Incêndio**. In: NEGRISOLO, Walter *et al.* Fundamentos de Segurança Contra Incêndio em Edificações – Proteção Passiva e Ativa. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019.

MITIDIARI, Marcelo Luís. **Materiais de Acabamento e Revestimento**. In: NEGRISOLO, Walter *et al.* Fundamentos de Segurança Contra Incêndio em Edificações – Proteção Passiva e Ativa. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019.

MORAES, Paulo da Silva e Souza Penna de. Elementos envidraçados resistentes ao fogo. Entenda a classificação. São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 10. ed., ago. 2018.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA Journal**, v. 89, n. 4, p. 44-53, 1995. Explosão de um Edifício Federal em Oklahoma, Estados Unidos.

_____. **NFPA 101: Life Safety Code**. Boston: NFPA, 2018.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report on the Collapse of the World Trade Center Towers (NCSTAR 7)** Gaithersburg: NIST, 2005.

NAUM, Christopjer. One Meridian Plaza High Rise Fire: Twenty Years Ago. **Fire EMS Blogs**, San Diego, 23 Feb. 2011. Disponível em: <http://thecompanyofficer.com/2011/02/23/one-meridian-plaza-high-rise-fire-twenty-years-ago/#gref>. Acesso em: 08 set. 2020.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

NEMES, Ana Nemes. Megaestruturas inteligentes: a engenharia dos novos arranha-céus. **Tecmundo**, 04 mar. 2014. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/engenharia/51950-megaestruturas-inteligentes-a-engenharia-dos-novos-arranha-ceus.htm>. Acesso em: 04 out. 2020.

ONO, Rosaria; VALENTIN, Marcos Vargas; VENEZIA, Adriana P. P. Galhano. **Arquitetura e Urbanismo**. In: SEITO, A. I.; GILL, A. A.; PANNONI, F. D.; ONO, R.; SILVA, S. B.; CARLO, U.; SILVA, V. Pignatta. A segurança contra incêndios no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

PARANÁ (Estado). Secretaria da Segurança Pública. Corpo de Bombeiros Militar. **Aplicativo localizador de hidrantes para o 1º Grupamento de Bombeiros**. Curitiba, 18 jul. 2017. Disponível em: <http://www.bombeiros.pr.gov.br/Noticia/Aplicativo-localizador-de-hidrantes-para-o-1o-Grupamento-de-Bombeiros>. Acesso em: 13 out. 2020.

PAULS, J. Linking Means of Egress Systems and Emergency Response Strategies. In: COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT WORLD CONGRESS. 7., 2005, New York. **Proceedings** ...Chicago: CTBUH, 2005 (CD-ROM).

PEEL, Mike. Fotografia do Edifício W. Zarzur. **Creative Commons**, 7 jun. 2018. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:At_S%C3%A3o_Paulo_2018_130.jpg?uselang=pt. Acesso em: 03 out. 2020.

PELO menos três mortos em incêndio em prédio de habitação do Havaí. **Cofina Media, Correio da Manhã, CM MUNDO**, Lisboa, 15 jul. 2017. Disponível em: <https://www.cmjornal.pt/mundo/detalhe/pelo-menos-tres-mortos-em-incendio-em-predio-de-habitacao-em-honolulu-eua>. Acesso em: 08 set. 2020.

PINHEIRO, Pedro. Perigos da inalação de fumaça em incêndios. **MD. Saúde**, 11 jun. 2020. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/pneumologia/fumaca-incendio>. Acesso em: 08 set. 2020.

PIXABAY. Foto da fachada com cortina de vidro. Imagem de m227. **Pixabay**, 12 mar. 2013. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/a-janela-azul-vidro-92549/>. Acesso em: 04 out. 2020.

_____. Foto da fachada de vidro e esquadrias leves. Imagem de Michael Gaida. **Pixabay**, 27 abr. 2017. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/arquitetura-arranha-c%C3%A9u-2256489/>. Acesso em: 07 out. 2020.

_____. Foto de edifícios em construção com guindastes. Imagem de Jason Goh. **Pixabay**, 15 dez. 2013. Disponível em:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

<https://pixabay.com/pt/photos/constru%C3%A7%C3%A3o-site-guindastes-228488/>. Acesso em: 07 out. 2020.

_____. Foto de escada aberta externa. Imagem de Manfred Richter. **Pixabay**, 24 out. 2017. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/escape-de-fogo-escada-de-inc%C3%AAndio-2882654/>. Acesso em: 07 out. 2020.

_____. Foto do Edifício Burj Khalifa. **Pixabay no Pexels**, 30 ago. 2016. Disponível em: <https://www.pexels.com/pt-br/foto/agua-arquitetura-arranha-ceu-burj-khalifa-162031/>. Acesso em: 04 out. 2020.

_____. Imagem de ArtTower. **Pixabay**, 30 jun. 2017. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/apocalypse-guerra-desastres-2459465/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

_____. Imagem de ArtTower. **Pixabay**, 11 ago. 2019. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/apocalypse-guerra-destrui%C3%A7%C3%A3o-danos-4399214/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

_____. Imagem de Николай Егошин. **Pixabay**, 28 fev. 2020. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/fire-flames-flama-horror-febre-4884109/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

POPULATION projections. City population 2100. **Ontario Tech University**. Disponível em: <https://sites.ontariotechu.ca/sustainabilitytoday/urban-and-energy-systems/Worlds-largest-cities/population-projections/city-population-2100.php>. Acesso em: 06 fev. 2021.

PRÉDIO de 15 andares em Teerã desaba após incêndio. **UOL**, São Paulo, 19 jan. 2017. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2017/01/19/edificio-de-15-andares-em-teera-desaba-apos-incendio.htm>. Acesso em: 04 set. 2020.

RANKING. The Skyscraper Center. **CTBUH** – Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2020. Disponível em: <http://www.skyscrapercenter.com>. Acesso em: 03 out. 2020.

REIS, Maria do Rosário Frazão. **Estudo da evacuação em caso de incêndio de edifícios que recebem público. O caso do Shopping Center Fórum Coimbra**. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Segurança ao Incêndio Urbano. Coimbra, julho, 2014. FCTUC - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra - Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/38449>. Acesso em: 04 set. 2020.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

SALUTE Imóveis. Figura do Edifício Yachthouse Residence Club. **Site Salute Imóveis**, Balneário Camboriú, Santa Catarina, [2018 ou 2019]. Disponível em: <https://blog.saluteimoveis.com/yachthouse/>. Acesso em 04 out. 2020.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 63.911, de 10 de dezembro de 2018. Institui o Regulamento de Segurança Contra Incêndios das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 229, p. 1-9, 2018.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 02: Conceitos básicos de segurança contra incêndio**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 05: Segurança contra incêndio - urbanística**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 06: Acesso de viatura na edificação e áreas de risco**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 07: Separação entre edificações (isolamento de risco)**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 10: Controle de materiais de acabamento e de revestimento**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 11: Saídas de emergência**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 19: Sistema de detecção e alarme de incêndio**. São Paulo, 2019.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual de Fundamentos**, 2. ed., São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 2: Suprimento de Água em Combate a Incêndios**. São Paulo, 2006.

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 13: Comunicações Operacionais**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 14: Ventilação Tática**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 16: Combate a Incêndio em Edifícios Altos**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 32: Estratégia e Tática de Combate a Incêndio**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 37: Manual de Atendimento – Sistema de Comando e Operações em Emergências (SICOE)**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 42: Combate a Incêndio em Local Confinado**. São Paulo, 2006.

_____. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. **Manual Técnico de Bombeiro n. 46: Meteorologia Aplicada ao Serviço de Bombeiros**. São Paulo, 2006.

SECCO, Orlando. **Manual de Prevenção e Combate de Incêndio**. São Paulo: Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes, 1982.

SILVA, Adilson Antônio da; CORRÊA, Ludmilla Campo Dall’Orto. **Saídas de Emergência**. In: NEGRISOLO, Walter et al. Fundamentos de Segurança Contra Incêndio em Edificações – Proteção Passiva e Ativa. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019.

SILVA, Valdir Pignatta. **Segurança das Estruturas em Situação de Incêndio**. In: NEGRISOLO, Walter et al. Fundamentos de Segurança Contra Incêndio em Edificações – Proteção Passiva e Ativa. São Paulo: FUNDABOM; FIREK Educação, 2019.

SOLOMON, R. Measuring Optimum and Code-Plus Design Criteria for the High-Rise Environment. In: COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT WORLD CONGRESS. 8., 2005, Dubai. **Proceedings ...** Chicago: CTBUH, 2008 (CD-ROM).

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

TELHAS e painéis isotérmicos. São Paulo: **Revista FUNDABOM**, 14. ed., ago. 2019.

THOMÉ, Brenda Bressan. Os 5 edifícios mais altos do Brasil e do mundo: você sabe quais são? **Sienge Plataforma**, 07 fev. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/edificios-mais-altos-do-brasil-e-do-mundo-voce-sabe-quais-sao/>. Acesso em: 02 out. 2020.

THÓRUS Engenharia. Válvula redutora de pressão: o que é, como funciona, aonde usar, como escolher, como dimensionar, exemplos e muito mais! **Thorus Engenharia**, 04 set. 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/blog/valvula-redutora-de-pressao-o-que-e-como-funciona-aonde-usar-como-escolher-como-dimensionar-exemplos/>. Acesso em: 16 set. 2020.

TORRES GÊMEAS. 11 de setembro: 17 curiosidades sobre o atentado às Torres Gêmeas, **OPOVO online**, Fortaleza, 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/mundo/2018/09/11-de-setembro-17-curiosidades-sobre-o-atentado-as-torres-gemeas.html>. Acesso em: 08 set. 2020.

TSUJIMOTO, Makoto. **Apostila do Seminário sobre A Problemática da Fumaça do Incêndio**. São Paulo: IPT/JICA, 1984.

TUBBS, J.; MEACHAM, B. Selecting appropriate evacuation strategies for super tall buildings: Current challenges and needs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE, 4., 2009, **Proceedings...** London: Interscience Communications, 2009, p. 41-40.

UCHOA, Pablo. Três brasileiros estavam em incêndio que matou 6 em Londres. **BBC News Brasil**, 05 jul. 2009. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/07/090705_brasileiros_incendio_pu. Acesso em: 04 set. 2020.

VÁRIOS feridos em incêndio num edifício de 48 andares no Dubai. **Observador**, Lisboa, 06 mai. 2020. Disponível em: <https://observador.pt/2020/05/06/varios-feridos-em-incendio-num-edificio-de-48-andares-no-dubai/>. Acesso em: 04 set. 2020.

VASCONCELOS, Valdeir Rodrigues. **A Otimização dos Recursos Operacionais nas Viaturas do Corpo de Bombeiros**. Monografia (Curso Superior de Polícia) — Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2003.

VERZONI, Angelo. Londres Chama. **NFPA Journal Latinoamericano**, dez. 2017. Disponível em: <http://www.nfpajla-digital.org/nfpajla/201712p/MobilePagedArticle.action?articleId=1269664#articleId1269664>. Acesso em: 08 set. 2020.

WIECZOREK, Christopher J. Grenfell: a fórmula perfeita para uma tragédia. **Instituto Sprinkler Brasil**, São Paulo, out. 2017. Disponível em:

Problemática de Incêndios em Edifícios Altos - Referências Bibliográficas

<https://sprinklerbrasil.org.br/biblioteca-item/grenfell-formula-perfeita-para-uma-tragedia/>. Acesso em: 04 set. 2020.

WILLIAMS, Connie E. **Fire Problems in High-Rise Buildings**. Oklahoma: The International Fire Service Training Association (IFSTA), 1976.

PROBLEMÁTICA DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS ALTOS

Edição 2021

PATROCÍNIO



Luminstant
produtos fotoluminescentes certificados



APOIO INSTITUCIONAL



VENDA PROIBIDA