

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR  
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

**YUJI EZAKI**

**ESTUDO DAS ROTINAS OPERACIONAIS DE COMBATE A INCÊNDIO EM  
EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA**

**FLORIANÓPOLIS**

**2019**

**Yuji Ezaki**

**Estudo das Rotinas Operacionais de Combate a Incêndio em Edifícios de Grande Altura**

Projeto de Pesquisa apresentado para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso em cumprimento parcial às exigências do Curso de Formação de Oficiais, do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

**Linha de Pesquisa:** Combate a Incêndio: estuda a direção, o preparo e o emprego de técnicas de investigação em caso de sinistros em espaços confinados, florestal e em ambientes especiais.

**Orientador:** George de Vargas Ferreira – Major BM.

**Florianópolis**  
**Novembro 2019**

---

**Ezaki, Yuji**

Estudo das Rotinas Operacionais de Combate a Incêndio em Edifícios de Grande Altura / Yuji Ezaki. -- Florianópolis : CEBM, 2019.

102 p.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2019.

Orientador: Maj BM George de Vargas Ferreira, Esp.

1. Combate a Incêndio. 2. Incêndio Confinado. 3. Edificação de Grande Altura. I. Neto, , Walter Pereira De Mendonça . II. Título.

---

**YUJI EZAKI**

**ESTUDO DAS ROTINAS OPERACIONAIS DE COMBATE A INCÊNDIO EM  
EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

**Banca Examinadora:**

**Orientador(a):**

---

George de Vargas Ferreira  
Maj BM  
CBMSC

**Co-Orientador(a):**

---

Walter Pereira De Mendonça Neto  
1º Ten BM  
CBMSC

**Membros:**

---

Christiano Cardoso  
Ten Cel BM  
CBMSC

---

Henrique José Schuelter Nunes  
1º Ten BM  
CBMSC

---

George de Vargas Ferreira  
Maj BM  
CBMSC

**Florianópolis, 20 de novembro de 2019**

Dedico este trabalho a todos os companheiros de farda que, diariamente, colocam suas vidas em risco em função da nossa missão institucional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em especial, a minha mãe, pelo apoio incondicional durante toda a minha trajetória até aqui, a qual sempre buscou o melhor para os seus filhos, independente do esforço que fosse necessário.

Agradeço aos meus irmãos, que mesmo longe, sempre se fazem prestativos em eventuais necessidades.

Agradeço também a minha namorada, que sempre me deu suporte incondicional e sempre buscou entender que a privação de tempo durante o curso de formação era necessária.

Aos meus companheiros de CFO, pois, sem eles, com certeza, todo esse longo período de formação teria sido muito mais difícil e desgastante.

Aos amigos feitos ao longo da vida, que compartilharam de diversos momentos que marcaram a minha vida de alguma forma, sejam eles tristes ou felizes.

Ao meu orientador, senhor Major Bombeiro Militar George de Vargas Ferreira, pela sua pronta disponibilidade em atender um pedido de orientação, bem como o conhecimento e experiência transmitidos durante a elaboração desse trabalho e igualmente ao meu co-orientador, senhor Tenente Bombeiro Militar, Walter Pereira De Mendonça Neto, pelo conhecimento e experiência compartilhada.

Por fim, agradeço a todos os instrutores que de alguma forma contribuíram para a minha formação, pois sem eles, hoje eu não teria o conhecimento necessário para poder exercer esta profissão tão honrada.

“Uma ideia que é desenvolvida e posta em ação é mais importante do que uma ideia que existe apenas como uma ideia.”

(Buddha)

## RESUMO

O presente trabalho faz um estudo sobre as rotinas operacionais empregadas no combate a incêndio em edificações de grande altura. Para obtenção dos dados, foram coletadas diversas bibliografias nacionais e estrangeiras que fossem capaz de servir como base para compreender detalhadamente as rotinas operacionais empregadas nesse tipo de operação, principalmente no que tange aos aspectos das rotinas operacionais envolvendo elevadores, escadas, combate a incêndio, busca e resgate, ventilação tática e comando e controle de operação. Por fim, através das bibliografias estudadas, concluiu-se que existem diversas especificidades operativas inerentes a este tipo de operação que suscita o emprego de procedimentos operacionais padrões especializados, bem como treinamentos específicos para que, em caso de ocorrências desse tipo, haja segurança e efetividade na solução destas operações. Sendo assim, o presente estudo buscou contribuir para o conhecimento acerca da temática visando fornecer uma fonte de dados para consulta, que possibilite uma futura elaboração tanto de cursos específicos na área, bem como para um procedimento operacional padrão.

**Palavras-chave:** Combate a Incêndio. Incêndio Estrutural. Edificação de Grande Altura.

## Índice de Ilustrações

Quadro 1 – Os edifícios mais altos de Santa Catarina.....	16
Figura 1 - Representação do One Meridian Plaza.....	22
Quadro 2 – Linha do tempo do desenvolvimento do incêndio.....	25
Figura 2 - Inspeção do elevador.....	31
Figura 3 - Tipos de escadas encontradas em edificações de grande altura. Escadas tipo retorno – formato em U (esquerda) e escada tipo tesoura (direita).....	35
Quadro 3 – Pressões necessárias a serem empregada pelas bombas para cada conjunto de pavimentos.....	41
Figura 4 - Exemplo de bomba portátil.....	42
Figura 5 - Içamento de mangueira pela fachada da edificação.....	43
Figura 6 - Montagem de linha adutora pela fachada da edificação.....	43
Figura 7 - Medidor de pressão.....	45
Figura 8 - Esguicho automático de jato regulável de 75 PSI (esquerda) e esguicho de jato sólido (modelo smooth-bore).....	47
Figura 9 - Pressurização inadequada (mangueira amarela) do cleveland load em função da baixa pressão disponível.....	49
Figura 10 - Montagem de estabelecimento no corredor da edificação.....	50
Figura 11 - Montagem do estabelecimento a partir do andar inferior ao do incêndio e ao longo das escadas.....	50
Figura 12 - Formação de anéis para progressão no cômodo do incêndio realizada pelo segundo homem.....	52
Figura 13 - Retirada da equipe com o controle da mangueira efetuado pelo segundo homem.....	52
Figura 14 - Formação do laço atrás do operador do esguicho. O segundo membro pode retornar até um ponto de atrito e retirar a mangueira do cômodo.....	53
Figura 15 - Aplicação de um ataque indireto, através de um jato neblinado com movimentos circulares ou espiralado.....	55
Figura 16 - Aplicação da técnica 3-DWF, para o resfriamento dos gases durante a fase de desenvolvimento do incêndio. Os pulsos devem ser direcionados diretamente para a camada dos gases, sendo ajustados de acordo com o tamanho do ambiente.....	56
Figura 17 - Variação da técnica 3-DWF com a realização de pulsos longos (direita).....	57
Figura 18 - Aplicação da técnica wall-ceiling-wall.....	58
Figura 19 - Curva de calor após a aplicação de um ataque exterior. O intervalo entre o ataque exterior e o 2º flashover, permite a realização de um ataque interior com mais segurança para a equipe.....	59
Figura 20 - Esguicho para edificações de grande altura e sua aplicação.....	60
Quadro 4 – Alcance efetivo de jatos d’água. Distância alcançada apresentada em pés, a qual ainda assim produzirá efeitos em condições de vento moderado.....	62
Figura 21 - Áreas prioritárias para busca e resgate em edificações.....	64
Figura 22 - Execução de uma Busca Objetiva (VEIS).....	70
Figura 23 - Comandante da guarnição guiando um bombeiro com uma câmera de imagem térmica durante uma busca orientada.....	71
Figura 24 - Busca segurando o cabo principal.....	73
Figura 25 - Busca segurando o cabo principal com o uso de ferramenta.....	73
Figura 26 - Utilização de cabo secundário para extensão da área de busca.....	74
Figura 27 - Amarração do cabo de busca para mudança de direção.....	75
Figura 28 - Padrões de busca em L.....	75
Figura 29 - Padrão de busca em Y.....	76

Figura 30 - Instalação de um <i>smoke stopper</i> em uma porta.....	83
Figura 31 - <i>Smoke stopper</i> como limitador do retorno de um ventilador de pressão positiva, otimizando seu uso.....	84
Figura 32 - Avaliação do comportamento do fogo no compartimento através do movimento do <i>smoke stopper</i> .....	84
Figura 33 - Implantação do dispositivo de controle de vento em uma edificação.....	86

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina  
CFD – Chicago Fire Department  
EIR – Equipes de Intervenção Rápida  
EPI – Equipamento de Proteção Individual  
EPR – Equipamento de Proteção Respiratória  
EPSU – European Public Service Union  
FDNY – Fire Department of New York  
FRDNV – Fire and Rescue Departments of Northern Virginia  
IFSTA – International Fire Service Training Association  
IN – Instrução Normativa  
NFPA – National Fire Protection Association  
NIST – National Institute of Standards and Technology  
POP – Procedimentos Operacionais Padrões  
PSI – Pound force per Square Inch  
SCI – Segurança Contra Incêndio  
SFFD – San Francisco Fire Department  
USE – Unidade de Suporte de Escada  
USFA – United States Fire Administration  
VEIS – Vent-Enter-Isolate-Search  
VPP – Ventilação por Pressão Positiva

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 PROBLEMA.....	16
1.2 HIPÓTESE.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivo Geral.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 JUSTIFICATIVA.....	17
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
2 DEFINIÇÃO DE EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA.....	21
3 INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA.....	23
3.1 INCÊNDIO NO EDIFÍCIO ANDRAUS.....	23
3.2 INCÊNDIO NO EDIFÍCIO JOELMA.....	23
3.3 ONE MERIDIAN PLAZA.....	24
3.4 EDIFÍCIO DA ADMINISTRAÇÃO DO CONDADO DE COOK.....	26
3.5 INCÊNDIO NA GRENFELL TOWER.....	27
4 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS EM OPERAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA.....	29
4.1 ROTINAS OPERACIONAIS ENVOLVENDO ELEVADORES.....	29
4.1.1 Operação de Elevadores de Emergência.....	31
4.1.2 Medidas de Segurança em Operações com Elevadores.....	32
4.1.3 Corte de Energia em Edificações de Grande Altura.....	35
4.2 ROTINAS OPERACIONAIS ENVOLVENDO ESCADAS.....	35
4.2.1 Definição da Escada de Ataque.....	37
4.2.2 Utilização das Escadas para Evacuação dos Ocupantes.....	38
4.3 ROTINAS OPERACIONAIS DE COMBATE A INCÊNDIO.....	41
4.3.1 Particularidades do Combate a Incêndio em Edificações de Grande Altura.....	41
4.3.1.1 Abastecimento.....	42
4.3.1.2 Seleção do equipamento de combate a incêndio.....	46
4.3.1.2.1 Seleção do diâmetro da mangueira.....	47
4.3.1.2.2 Seleção do esguicho.....	48
4.3.1.3 Montagem do Estabelecimento.....	50
4.3.1.4 Avançando e Manuseando as Mangueiras.....	53
4.3.1.5 Combate a Incêndio em Ambientes Confinados de Grande Altura.....	55
4.3.1.6 Ataque Transicional em Edificações de Grande Altura.....	60
4.3.2 Rotinas Operacionais de Combate a Incêndio em Edificações de Grande Altura.....	64
4.3.3 Rotinas Operacionais de Busca e Resgate.....	64
4.3.4 Rotinas Operacionais de Ventilação Tática.....	79
4.4 ROTINAS OPERACIONAIS DE BUSCA E RESGATE.....	64
4.4.1 Padrões de Busca em Edificações.....	65
4.4.2 Procedimentos de Busca por Vítimas em Edificações.....	67
4.4.2.1 Busca Primária.....	68
4.4.2.2 Busca Secundária.....	70
4.4.3 Técnicas de Busca em uma Edificação.....	70
4.4.3.1 Busca as Cegas.....	70
4.4.3.2 Busca Objetiva (VEIS).....	71
4.4.3.3 Busca Orientada.....	72
4.4.4 Orientação por Cabos de Busca x Orientação por Linha de Mangueira.....	74
4.4.5 Equipes de Intervenção Rápida.....	78
4.5 ROTINAS OPERACIONAIS DE VENTILAÇÃO TÁTICA.....	79
4.5.1 Ventilação por Pressão Positiva.....	80
4.5.1.1 Pressurização de Escadas.....	81
4.5.2 Ventilação Hidráulica.....	83

4.5.3 Anti-Ventilação.....	84
4.5.4 Wind-Driven Fires – Incêndios Dominados pelo Vento.....	87
4.6 ROTINAS DE COMANDO E CONTROLE DA OPERAÇÃO.....	88
4.6.1 Localização do Posto de Comando.....	89
4.6.2 Base de Controle do Saguão (Controle de Lobby).....	89
4.6.3 Base de Apoio às Equipes Internas.....	90
4.6.4 Unidade de suporte de escada (USE).....	91
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	93
5.1 SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS.....	96
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97



## 1 INTRODUÇÃO

O domínio do fogo pelos nossos antepassados foi um dos fatores que propiciou o início da sedentarização da raça humana. Sendo utilizado para espantar animais, aquecimento e cozimento de alimentos, o fogo trouxe inúmeros benefícios ao ser humano. Com o passar do tempo, entretanto, o mesmo fogo veio a trazer problemas em diversas civilizações na forma de incêndios. Dentre os grandes incêndios ocorridos ao longo da história, podemos citar o incêndio ocorrido em pleno centro de Roma que queimou grande parte da cidade, em julho de 64 d.C., o grande incêndio em Londres em 1.666, o qual também destruiu grande parte da cidade, entre outros. Mais recentemente, no Brasil, podemos citar, como principais incêndios, os seguintes: Gran Circo Norte Americano no Rio de Janeiro, ocorrido no ano de 1961 e que vitimou fatalmente cerca de 503 pessoas; o incêndio ocorrido no edifício Andraus (1972) em São Paulo, com 16 mortos e 336 feridos; o incêndio no edifício Joelma (1974) em São Paulo, com 179 mortos e 320 feridos; o incêndio no edifício Grande Avenida (1981) em São Paulo, que levou a óbito 17 pessoas e feriu outras 53; incêndio na Vila Socó (1984) em São Paulo, com mais de 500 mortos; o incêndio no Edifício Andorinha (1986) no Rio de Janeiro, que vitimou mais de 20 pessoas; o incêndio na Boate Kiss (2013) no Rio Grande do Sul, que matou 242 pessoas; e por fim, o incêndio no edifício Wilton Paes de Almeida (2018) em São Paulo, com 7 vítimas fatais. (SCHPIL, RIBEIRO & TIBOLA, 2017; ARAÚJO, 2018)

Com o desenvolvimento dos ambientes urbanos e a escassez de área para a expansão horizontal, as edificações passaram a se tornar mais robustas de modo a abrigar grande parte desse desenvolvimento. Assim, as edificações pequenas, passaram a dar lugar a edificações cada vez maiores e também a serem encontradas não apenas em grandes centros urbanos como também em cidades de pequeno e médio porte. Em conjunto com o surgimento desses edifícios de maior porte, também vieram os incêndios. Diversos são os incêndios em edificações de grande altura que podem ser listados, tanto no mundo afora como o New York Plaza (1970); First Interstate Bank (1988); One Meridian Plaza (1991); World Trade Center (2001); East Parque Central (2004); The Windsor Tower (2005); Deutsche Bank Building (2007); Dubai Tanweel (2012); Marina Torch (2015); Grenfell Tower (2017) entre outros, como os já citados incêndios ocorridos no Brasil, como o Andraus, Joelma, Andorinha e Wilton Paes de Almeida.

Em grande parte desses incêndios citados, as edificações já possuíam sistemas preventivos de incêndio. Todavia, por algum motivo específico, estes vieram a não funcionar adequadamente, levando ao acionamento das organizações de bombeiros para efetuar o combate aos incêndios. Nessas operações de combate a incêndio, exigem-se abordagens operacionais mais complexas que a grande maioria dos incêndios estruturais. Tarefas que normalmente são consideradas rotineiras como a localização do foco e extinção do incêndio, evacuação dos ocupantes da edificação e a ventilação podem se tornar muito difíceis (USFA, 1996). Ainda, segundo a USFA (1996), em vários dos grandes incêndios ocorridos em edifícios de grande altura em que os sistemas preventivos falharam, as organizações que atuaram, mesmo sendo experientes e bem equipadas, não tiveram sucesso no combate em virtude de encontrarem problemas de ordem tática e de logística.

Sendo assim, notando-se a complexidade das operações nesse tipo de ambiente, faz-se necessário um estudo mais aprofundado das rotinas operacionais aplicadas a tais operações de combate a incêndio de modo que se possa adequar e otimizar as rotinas de combate a incêndio do CBMSC visando uma maior segurança, tanto dos ocupantes de tais edificações, quanto dos bombeiros que irão atuar no combate a incêndio.

## 1.1 PROBLEMA

Incêndios em edifícios de grandes alturas têm sido fonte de grande preocupação para bombeiros ao redor do mundo. Tais incêndios geralmente requerem abordagens operacionais mais complicadas do que a maioria dos incêndios estruturais. Tarefas que normalmente são consideradas rotineiras para a maioria dos corpos de bombeiros, como localizar e atacar o fogo, evacuar os ocupantes e executar a ventilação podem se tornar muito mais difíceis e impor grandes dificuldades operacionais mesmo para organizações de bombeiros bem preparadas e treinadas.

Assim, dada a necessidade de se estar adequadamente preparado para lidar com esse tipo de ocorrência, deseja-se verificar com essa pesquisa **quais são as rotinas operacionais usualmente empregadas nas operações de combate a incêndio em edifícios de grande altura?**

## 1.2 HIPÓTESE

As operações de combate a incêndio são operações dinâmicas que envolvem diversos elementos a serem considerados. Dependendo desses elementos, são adotadas técnicas e táticas diferenciadas para resolução do problema. Sendo assim, com o presente trabalho, deseja-se testar a hipótese de que:

- Os incêndios em edifícios de grandes alturas possuem rotinas operacionais diferenciadas das empregadas em combate a incêndios estruturais comuns.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Identificar as rotinas operacionais empregadas nas operações de combate a incêndio em edifícios de grande altura.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Definir o que são edifícios de grande altura;
- b) Apresentar um breve relato de incêndios em edifícios de grande altura ocorridos na história recente;
- c) Elencar as rotinas operacionais empregadas em combates a incêndio em edifícios de grande altura realizadas por outras organizações de bombeiros;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

O adensamento demográfico e a verticalização frequente em grandes centros urbanos vem aumentando cada vez mais nos últimos anos. O estado de Santa Catarina não é exceção em relação a isso. De acordo com a pesquisa EMPORIS (2015), conforme citado por Aguiar (2017), a cidade de Balneário Camboriú (SC) é a segunda cidade com o maior índice de verticalização do Brasil, perdendo apenas para a cidade de Santos. Aparecem no ranking ainda outras duas cidades catarinenses: Florianópolis (6º) e São José (9º). O Quadro 1 mostra

os 25 maiores edifícios já construídos ou em fase de construção no estado de Santa Catarina, com altura superior a 150 m, todos localizados na cidade de Balneário Camboriú.

Quadro 1 – Os edifícios mais altos de Santa Catarina.

<b>Nome do edifício</b>	<b>Ano de conclusão</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Nº de andares</b>
Yachthouse Residence Club Torre 1 e Torre 2	2019 (previsto)	281	81
One Tower	2022 (previsto)	263	70
The Tower	-	255	69
Infinity Coast Tower	2019 (previsto)	237	66
Boreal Tower	2021 (previsto)	220	55
Epic Tower	2019 (previsto)	209	55
Vitra Residence	-	208,5	62
Phoenix Tower	2020 (previsto)	215	48
Sky Tower	2020 (previsto)	210	45
Millennium Palace	2014	177,3	46
Splendido	2019 (previsto)	176	50
Splendia Tower	-	175	43
Alameda Jardins Residence	2015	174	45
Falcon Tower	-	168	40
Império das ondas	2916	165	51
Edifício Pharos	2020 (previsto)	160,7	46
Vison Tower	2017	160	38
Villa Serena Home Club Torre A e Torre B	2012	159,3	49
Olympo Tower	2019 (previsto)	157	44
Magnifique Tower	2022 (previsto)	154,8	44
Ocean Palace	2012	152,8	42
Serendipity Village	2020 (previsto)	152	45
H. Pio Infinity	2021 (previsto)	152	41
Eleganza Tower	2021 (previsto)	151,3	43
Ibiza Tower – Torre Central	2015	150	43

Fonte: Vieira (2018).

Apesar da constante evolução das normas de segurança contra incêndio, tanto no estado de Santa Catarina, como no Brasil, que prevêem diversos sistemas passivos e ativos de combate a incêndio, existe a chance de tais sistemas virem a falhar durante a ocorrência de algum incêndio estrutural. Se tais sistemas virem a falhar em edifícios de grande altura, tais como os edifícios citados em Balneário Camboriú, as rotineiras operações de combate a

incêndio, como a montagem do estabelecimento para o combate do incêndio, o abastecimento de água para o combate, as operações de busca e resgate, a evacuação da população local, as operações de ventilação durante e após o combate do incêndio, e até mesmo o acesso ao local do incêndio, são todas dificultadas se esses eventos ocorrerem nas porções superiores desses edifícios. De acordo com a USFA (1996) diversos são os incêndios que ocorreram em edificações de grande altura nos quais os sistemas preventivos falharam, criando situações que mesmo organizações de bombeiros experientes e bem equipadas não tiveram êxito no controle dos incêndios.

Assim, é de extrema importância o conhecimento das rotinas operacionais empregadas nas diversas corporações do Brasil e ao redor do mundo nesse tipo de operação, visto os possíveis riscos devido a magnitude, tanto em número de vítimas, quanto de danos estruturais/patrimoniais, que tais eventos podem alcançar. O conhecimento dessas rotinas podem proporcionar um melhor preparo para a corporação nesse tipo de ocorrência, que, por consequência, trará uma maior segurança para a sociedade. Esse preparo pode também trazer mais segurança, uma vez que, segundo McGrail (2007), o conhecimento das rotinas operacionais ajudam a manter uma mentalidade bombeiril para a ocorrência que pode evitar o negligenciamento dos riscos dessas operações que podem vir a ceifar vidas de bombeiros. Ademais, podem vir também a subsidiar a elaboração de um procedimento operacional padrão específico ou até mesmo o desenvolvimento de um curso para essas edificações tendo em vista que as rotinas operacionais são diferenciadas, trazendo ainda mais efetividade e maior chance de sucesso para a corporação.

Por fim, para o autor do presente trabalho, esse se justifica pelo fato de que, durante a formação, tanto de praças como de oficiais, as únicas informações repassadas sobre esse tipo de operação são sobre o acondicionamento de mangueiras, de modo a facilitar o transporte e montagem do estabelecimento para combate a incêndio. Portanto, todos os outros procedimentos empregados nesse tipo de operação, que podem vir a ser diferenciados das outras operações de combate a incêndio estrutural comum, não são abordados, e por conseguinte, abrem possibilidades de melhoria para o aprimoramento técnico e tático das operações de combate a incêndio do CBMSC.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem um caráter de pesquisa aplicada, visto que, conforme Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos que poderão ser utilizados para emprego prático e para a capacidade de solucionar questões específicas, como por exemplo, para desenvolvimento de treinamentos específicos bem como para a elaboração de procedimentos operacionais padrão.

O método adotado para obtenção do conteúdo do trabalho foi o levantamento de informações de fontes secundárias (pesquisa bibliográfica). De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica abrange toda a bibliografia já publicada em relação ao assunto em questão, podendo ser obtida através da consulta a monografias, artigos, livros, entre outros. Ressalta-se que foi dado ênfase em manuais de operação, livros técnicos, relatório técnicos, procedimentos operacionais padrões e artigos técnicos da área, principalmente em literatura estrangeira, tendo em vista a baixa disponibilidade de materiais publicados no Brasil.

Com relação a abordagem do problema, a pesquisa se trata de uma investigação qualitativa, tendo em vista que esta é uma revisão da literatura, conforme explicita Gerhardt e Silveira (2009, p. 32):

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e a trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 32)

Por fim, o presente trabalho pode ser caracterizado também como uma pesquisa exploratória, pois tem a finalidade de proporcionar informações adicionais sobre o tema que será pesquisado, possibilitando ser adotado um planejamento moldável quanto às necessidades da pesquisa e permitindo o estudo do assunto abordado sob distintos ângulos e aspectos. (PRODANOV & FREITAS, 2013)

## 2 DEFINIÇÃO DE EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA

De acordo com o CBPMSP (2006, apud ONO *et. al*, 2008), um edifício de grande altura é uma “Edificação que, em altura, ultrapassa o alcance do maior equipamento (auto-escada e auto-plataforma elevada) existente no Corpo de Bombeiros da localidade, utilizado nas operações de salvamento das pessoas que se encontrem acima do pavimento incendiado”.

Na mesma linha de raciocínio, Tracy (199-?) se refere a uma edificação de grande altura como sendo qualquer edificação fora do alcance de caminhões com auto escada mecânica. Pode ser também uma edificação com falta/dificuldade de acesso exterior aos pavimentos superiores para operações de combate a incêndio ou que os corpos de bombeiros e seus Comandantes de Operações dependam dos sistemas preventivos e seus componentes para extinguir o incêndio e remoção de gases.

Tal definição é muito semelhante à definição dada pelo Department for Communities & Local Government (2014) o qual descreve um edifício de grande altura como sendo uma edificação que contém tantos andares que, em relação a sua altura e posição, não é possível a mobilização de equipamentos, do combate externo e de operações de resgate pelo seu exterior.

Quando tratamos de valores numéricos para quantificação, a definição de edifícios de grande altura varia de acordo com o país em análise. De acordo com o levantamento realizado por Pequeno *et al.* (2011) e de acordo com o CBPMESP (2006) podemos citar como exemplo: Alemanha – tratam-se de construções cujo último andar ocupado encontra-se a mais de 22 m de altura; Portugal e Bélgica – quando o último andar da edificação está a mais de 25 m do nível do terreno; Dinamarca, Áustria e Suíça – tratam-se de edifícios com mais de 08 pavimentos ou cujo último andar se localiza a uma distância superior a 22 m do nível do solo; França – um edifício é considerado alto quando a distância entre o nível do terreno (a partir de onde os bombeiros trabalharão) e o forjado do último pavimento do edifício for superior a 50 m ou 28 m, no caso de moradias.

Já para a NFPA (2018), entidade que estabelece grande quantidade de parâmetros relativos a combate a incêndio, um edifício de grande altura é uma edificação com seis ou mais pavimentos ou um edifício cuja altura do pavimento ocupado mais distante é maior que 75 pés (aproximadamente 23 metros) do nível mais baixo do acesso do veículo do Corpo de Bombeiros.

Ao tratarmos de Brasil, conforme a NBR 9077/1993, as edificações elevadas são definidas como aquelas que possuem mais de 30 m de altura ou dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, que façam com que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja maior que 12 m. (PEQUENO et al., 2011)

Por fim, de acordo com Silveira (2015), ao analisarmos o arcabouço normativo do CBMSC, verifica-se que não há uma definição de edificação de grande altura. Contudo, é possível verificar através da análise de suas normas, principalmente da IN-01 (SANTA CATARINA, 2014a), uma maior exigência quanto à SCI para edificações com altura igual ou superior a 20 metros.

Assim, para a perspectiva do combate a incêndio, podemos definir que a característica que define um edifício de grande altura é o seu excesso de altura, no qual elimina a opção de acesso exterior, saída, ataque e controle de ventilação. Ainda, delimita a estratégia para um combate interior, no qual as operações serão regidas pelo design da edificação.

### 3 INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA

Ao longo da história dos edifícios de grande altura, diversas ocorrências foram atendidas pelos corpos de bombeiros mundo afora. Algumas com maior gravidade, outras com menor potencial danoso, todavia, cada uma com sua peculiaridade. A seguir, serão apresentados alguns incêndios em edifícios de grande altura que merecem destaque, seja pelo número de vítimas, seja pela dificuldade operacional encontrada.

#### 3.1 INCÊNDIO NO EDIFÍCIO ANDRAUS

De acordo com Seito et al. (2008), um dos primeiros grandes incêndios em prédios elevados ocorreu em 24 de fevereiro de 1972, no edifício Andraus, na cidade de São Paulo. Tratava-se de um edifício comercial e de serviços (Loja Pirani e escritórios), situado na Avenida São João esquina com Rua Pedro Américo, com 31 andares, estrutura em concreto armado e acabamento em pele de vidro.

Com relação ao início do incêndio, de acordo com Seito et al. (2008), acredita-se que o fogo tenha começado nos cartazes de publicidade das Casas Pirani, colocados sobre a marquise do prédio. Ainda conforme Seito et al. (2008):

[...] do incêndio resultaram 352 vítimas, sendo 16 mortos e 336 feridos. Apesar de o edifício não possuir escada de segurança e a pele de vidro haver proporcionado uma fácil propagação vertical do incêndio pela fachada, mais pessoas não pereceram pela existência de instalações de um heliponto na cobertura, o que permitiu que as pessoas que para lá se deslocaram, permanecessem protegidas pela laje e pelos beirais desse equipamento. (SEITO et al., 2008)

#### 3.2 INCÊNDIO NO EDIFÍCIO JOELMA

Segundo Seito et al. (2008), trata-se de um incêndio ocorrido no dia 1º de fevereiro de 1974, que gerou 179 mortos e 320 feridos. O edifício Joelma é um edifício construído em concreto armado, com fachada tradicional (sem pele de vidro), situado na Avenida Nove de Julho, 22 (Praça da Bandeira), possuindo 23 andares de estacionamentos e escritórios.

Conforme descrito no Jornal do Brasil (1974), o incêndio teve início no 12º andar e em 4 minutos já havia se alastrado para o andar de cima causando pânico. Quando os bombeiros chegaram no edifício, as chamas já atingiam o 20º andar e várias pessoas já se atiravam do

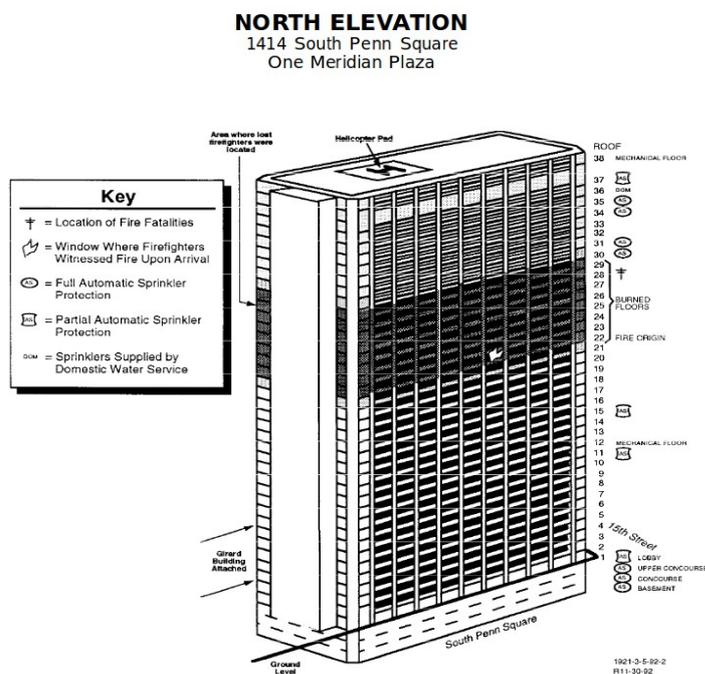
alto do prédio. A confusão era geral e o trânsito ficou congestionado em todo o centro. Ainda com base no Jornal do Brasil (1974) destaca-se o seguinte:

O socorro às vítimas mobilizou equipes e ambulâncias de todos os hospitais públicos e particulares da cidade, 14 helicópteros, 39 viaturas, todos os carros-pipa da Prefeitura [...] A Companhia de Operações Especiais da PM também participou do salvamento, junto com os bombeiros, entrando no prédio ou recolhendo pessoas nas janelas. Quatro escadas Magirus foram usadas e com uma delas pôde-se chegar até o 16º andar. [...] Outros 13 helicópteros aproximaram-se também do telhado do Joelma, mas como não puderam pousar – não havia heliporto [...] Uma equipe de salvamento chegou ao 12º andar, mas só encontrou os corpos de 17 mortos. (JORNAL DO BRASIL, 1974)

### 3.3 ONE MERIDIAN PLAZA

De acordo com o Surrey Fire Service (2008) o edifício de 38 andares (Figura 1), parcialmente coberto por um sistema de sprinklers queimou durante horas até ter seu incêndio extinto. Destaca-se que mais de 300 bombeiros atuaram no incidente, com 24 bombeiros machucados e 3 bombeiros mortos.

Figura 1 - Representação do One Meridian Plaza.



Fonte: USFA (1991).

Com base no relatório técnico da USFA (1991), o alarme soou em todo o edifício e os elevadores voltaram automaticamente para o saguão. O responsável pela edificação investigou o alarme usando um elevador no controle manual para ir até o 22º andar. Ainda, conforme o relatório técnico, é importante destacar o seguinte trecho:

A empresa de monitoramento de estações centrais que atendia o prédio teria chamado o balcão de guarda do saguão para relatar o alarme. [...] A empresa de alarme não notificou o corpo de bombeiros naquele instante. (USFA, 1991, traduzido pelo autor)

À época do incêndio, pode-se dizer que o mesmo foi o maior e mais custoso incêndio em uma edificação de grande altura na história moderna americana, destruindo 8 pavimentos antes de ser extinguido por 10 sprinklers localizados no 30º andar. (USFA, 1996)

Quanto ao atendimento da ocorrência em si, houveram vários imprevistos que impediram uma operação mais efetiva. Segundo USFA (1996) a operação de combate a incêndio foi comprometida por problemas com as válvulas de redução de pressão, as quais estavam erroneamente conectadas ao sistema e proveram inadequadas pressões para o combate ao fogo usando mangueiras de 1,75” e esguichos automático de jato regulável. Como forma de tentativa de resolução do problema, os bombeiros tentaram pressurizar o sistema com bombas, mas as válvulas impediram o aumento da pressão no sistema hidráulico preventivo (USFA, 1996; SURREY FIRE SERVICE, 2008). Outra estratégia utilizada, segundo McGrail (2007) foi a utilização dos sistemas hidráulicos prediais de edifícios de grande altura adjacentes, de modo que se pudesse atacar o incêndio utilizando um canhão monitor de andares superiores ao do incêndio através do edifício adjacente.

Outro fator que comprometeu a operação de combate a incêndio, foi as portas de acesso ao 22º pavimento, através das escadarias, que se encontravam emperradas devido às altas temperaturas provocadas pelo incêndio. Assim, foi necessário o deslocamento de uma equipe com ferramentas de entrada forçada para poder arrombar a porta. (SURREY FIRE SERVICE, 2008)

Por fim, é importante destacar também, conforme relatado por USFA (1991) e Surrey Fire Service (2008), os 3 bombeiros que tombaram durante a operação:

Uma *engine company* foi designada para abrir a porta ou escotilha para ventilar as escadarias na altura do telhado para permitir a saída de fumaça e calor. Um capitão e dois bombeiros da *Engine 11* iniciaram a ascensão da

escadaria central a partir do 22º andar [...] A *Engine 11* posteriormente comunicou, via rádio, que eles saíram da escadaria e estavam desorientados devido a grande quantidade de fumaça no 30º andar. [...] Pouco depois uma mensagem de rádio foi recebida no Posto de Comando do Capitão da *Engine 11* requerendo permissão para quebrar uma janela para ventilação. (SURREY FIRE SERVICE, 2008, traduzido pelo autor)

Após inúmeras buscas realizadas, a equipe de bombeiros foi encontrada no 28º andar, já sem vida. Destaca-se que as buscas tiveram o sucesso somente após a identificação, por um helicóptero que estava atuando na operação, de uma janela quebrada pelos bombeiros da equipe da *Engine 11*. (USFA, 1991)

### 3.4 EDIFÍCIO DA ADMINISTRAÇÃO DO CONDADO DE COOK

O edifício da administração do condado de Cook era um prédio de 36 andares. Tratava-se de um edifício não equipado com sprinklers, mas com sistema de detecção de fumaça cobrindo áreas comuns e dutos de ar de retorno. Tais dutos de ar possuíam detectores para interromper a operação do sistema de tratamento de ar e ativar o alarme de incêndio do edifício. Segundo o Surrey Fire Service (2008) o edifício era uma mistura de escritórios abertos e escritórios privados com duas escadas localizadas em lados opostos do edifício.

O incêndio teve início em um depósito, localizado no setor sudoeste da Suíte 1240, no 12º andar. Um detector de fumaça foi ativado, disparando um alarme, fazendo com que o engenheiro do edifício se deslocasse para o 12º andar para averiguar a situação utilizando o elevador e parando entre 1 a 2 andares abaixo do andar do incêndio. (MADRZYKOWSKI & WALTON, 2004; SURREY FIRE SERVICE, 2008).

Ele se encontrou com funcionários do 12º andar que confirmaram um incêndio. Ele transmitiu essa informação por rádio a um funcionário da recepção do saguão e pediu uma evacuação do 9º ao 15º andar. Ele então prosseguiu até o 12º andar e foi acometido por uma rajada de calor quando abriu a porta da escada. Ele então aconselhou o balcão do saguão para pedir uma evacuação completa do edifício. O Corpo de Bombeiros de Chicago (CFD) chegou dentro de cinco minutos e iniciou um ataque ao fogo no 12º andar. Um segundo alarme soou cinco minutos após a chegada do CFD, e as companhias foram direcionadas para a realização de buscas do 9º ao 12º andar. (SURREY FIRE SERVICE, 2008, traduzido pelo autor)

Conforme Madrzykowski & Walton (2004) um dos chefes do CFD relatou fumaça densa e vidros caindo dos andares superiores no lado norte do prédio, aproximadamente às

17h12. A primeira equipe do corpo de bombeiros estava se aproximando do piso do incêndio neste momento. A equipe de combate a incêndio interior não conseguiu avançar com segurança da escada do sudeste para o interior do 12º andar. Assim, iniciou-se um ataque exterior aproximadamente às 17h52, tendo o incêndio sido reportado como extinto às 18h07. O Quadro 2 apresenta uma linha do tempo do desenvolvimento do incêndio ocorrido conforme os eventos relacionados.

Quadro 2 – Linha do tempo do desenvolvimento do incêndio.

Horário (hh:mm:ss)	Evento
17:00:00	Pequeno incêndio descoberto em um depósito da Suíte 1240
17:03:50	Fumaça visível de fora do edifício
17:06:30	Janelas no setor leste do edifício começaram a quebrar. Chegada dos Bombeiros na cena
17:12:00	Janelas no setor norte do edifício começaram a quebrar
17:16:00	Início das operações de extinção do incêndio
17:52:00	Início das operações de extinção do incêndio exteriores
18:08:00	Relato de sucesso na extinção do incêndio

Fonte: Adaptado de Madrzykowski & Walton (2004).

### 3.5 INCÊNDIO NA GRENFELL TOWER

O edifício residencial Grenfell Tower construído no ano de 1974 contém ao total 174 apartamentos, distribuídos em 24 pavimentos. O edifício conta com uma população estimada entre 400 e 600 moradores (ARES, POTTON, WILSON, 2017). No dia 14 de Junho de 2017, o edifício foi consumido em chamas, após um incêndio iniciado na cozinha do apartamento nº 16, mais precisamente próximo a área de um freezer alto. O fogo se espalhou para o revestimento externo da edificação através de partes do envoltório da janela, levando a uma queima sustentada do revestimento dentro da cavidade ou na sua superfície externa, ou em ambos. (EPSU, 2018). A rápida propagação vertical do fogo para a parte superior do prédio se deu principalmente à presença de recipientes de chuva compostos de alumínio com material de enchimento de polietileno (PE).

Estima-se que no incêndio morreram aproximadamente 72 pessoas, tendo participado da operação 40 viaturas e aproximadamente 260 bombeiros. (EPSU, 2018)

Com relação a operação em si, Sekizawa (2018) relata que segundo informações da imprensa, quando as primeiras guarnições de combate a incêndio chegaram na cena, o

incêndio ainda se encontrava apenas no apartamento 16, o qual foi prontamente extinto. Todavia, os bombeiros acreditavam que o fogo estava confinado ao apartamento, quando na verdade o fogo já havia se alastrado para o revestimento exterior da edificação.

Após esse acontecido, diversos fatores dificultaram as operações de combate a incêndio. De acordo com Sekizawa (2018) e EPSU (2018) podemos listar os seguintes fatores: as portas de incêndio dos apartamentos não se fechavam automaticamente; a única escada que havia para evacuação possuía apenas 1,04 metros de largura; esta escada também dificultou o processo da montagem da linha de mangueira para combate às chamas; falhas no sistema do elevador; falha no sistema de controle de fumaça do saguão; e por fim a existência de um sistema hidráulico preventivo seco. Ainda segundo Sekizawa (2018) houve problemas de comunicação conforme segue:

Uma das barreiras era que a comunicação por rádio não funcionava efetivamente entre os bombeiros que entravam no prédio para fornecer orientação de evacuação para os moradores e para o comandante fora do prédio. Os bombeiros disseram aos moradores que permanecessem em suas unidades habitacionais de acordo com a política convencional de “estadia segura” na unidade habitacional. Diz-se que, se os bombeiros tivessem sido informados com exatidão da situação do fogo exterior pelo rádio, teriam insistido para que os residentes evacuassem o mais rápido possível e que assim, mais residentes teriam sido salvos. (SEKIZAWA, 2018, traduzido pelo autor)

## **4 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS EM OPERAÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS DE GRANDE ALTURA**

### **4.1 ROTINAS OPERACIONAIS ENVOLVENDO ELEVADORES**

Elevadores são componentes padrões de toda edificação de grande altura e de muitos outros edifícios de variados tipos e tamanhos. Para ocupantes destas edificações, é difícil imaginar a rotina diária sem o uso de elevadores. Para bombeiros, mais especificamente em se tratando de operações, o elevador pode ser uma ferramenta valiosa, principalmente por facilitar a logística da operação. Elevadores podem facilitar tanto o transporte de bombeiros e de materiais, como o acesso para resgate e evacuação de pessoas em risco, sem demandar esforços físicos para tal. (McGRAIL, 2007)

Em operações de combate a incêndio em edificações de grande altura, isto torna-se essencial, uma vez que esforços excessivos realizados através da ascensão via escadas levam a combates ineficientes. Estes fatos são justificados através de experimentos realizados, tal qual o experimento realizado pela ODPM (2005), que confirmou que bombeiros, ao subirem vários lances de escadas, sendo submetidos em seguida a operações de busca equipados com EPR, tiveram resultados insatisfatórios. Tal resultado foi atribuído a exaustão física e a elevada temperatura corporal, muito embora os bombeiros participantes do experimento possuíssem boas condições físicas.

Nessa mesma linha FISHLOCK apud ODPM (2005) destaca que, em experimentos e testes locais, foi observado que até bombeiros bem preparados subindo escadas de 16 andares, com EPI e EPR completos, com máscara a tiracolo e carregando equipamentos (dentro dos critérios de manuseio seguro) estavam sofrendo exaustão, sendo questionável a utilização de bombeiros nessas condições para o emprego imediato ou urgente em uma situação de incêndio sem um curto período de descanso.

Ainda, conforme o relato da USFA (1991), no incêndio do One Meridian Plaza, devido a falta de energia para operação dos elevadores, os bombeiros foram obrigados a transportar manualmente todos os equipamentos de combate a incêndio, incluindo os cilindros de reposição para os EPR's, pelas escadas até a base de apoio às equipes internas estabelecida no 20º andar. Este foi um problema para a duração do incidente, já que cada equipe de socorro já estava cansada da longa escalada antes que eles pudessem assumir as funções de combate

das guarnições que foram anteriormente empregadas (USFA, 1991). Todas essas situações relatadas seriam totalmente diferentes, caso houvesse a possibilidade de utilização de elevadores para facilitar na logística da operação.

Apesar do viés facilitador, de acordo com McGrail (2007), é de notório saber que durante operações de combate a incêndio, elevadores podem se tornar rapidamente uma ferramenta perigosa ou até mesmo uma armadilha mortal. O uso de elevadores deve ser sempre realizado com extrema cautela porque fogo, calor, fumaça e água, ao adentrarem o fosso do elevador irão afetar a sua operação.

Tendo em vista os riscos atinentes a operação de elevadores, o Corpo de Bombeiros de Rogers estabeleceu, em sua rotina operacional padrão, que em casos de incêndios confirmados, os combatentes não deverão utilizar os elevadores, sendo estes apenas utilizados para o transporte logístico de materiais (ROGERS FIRE DEPARTMENT, 2018). Nessa mesma linha, o Corpo de Bombeiros da Filadélfia determina que bombeiros não devem usar qualquer elevador caso seja confirmado a existência de um incêndio do 1º ao 7º andar (PHILADELPHIA FIRE DEPARTMENT, 2004). Caso seja confirmado um incêndio em pavimento superior ao 7º andar, o Comandante da Operação deverá decidir sobre a utilização ou não dos elevadores e os padrões de segurança a serem seguidos (Ex: controle do elevador com chave de bombeiro, ferramentas de entrada forçada, EPR, rádio portátil e qualquer outro equipamento necessário).

Ao se optar pelo uso dos elevadores, deve ser priorizado o uso de elevadores de emergência. De acordo com a Instrução Normativa nº 09 do CBMSC, edificações com altura do pavimento útil a partir de 60m, deverá possuir pelo menos um elevador de emergência (SANTA CATARINA, 2014b). Isto porque estes possuem dispositivos específicos de segurança. A IN 09 do CBMSC indica que o elevador de emergência deve ter a caixa envolvida por paredes resistentes ao fogo por quatro horas, possuir portas metálicas e estar situado dentro da antecâmara que dá acesso a escada de emergência. Todavia, há a opção de uso elevadores comuns para fins de combate a incêndios e salvamento se a avaliação de risco do Comandante da Operação ou o plano de contingência para o prédio apoiar essa decisão. (DEPARTMENT FOR COMMUNITIES & LOCAL GOVERNMENT, 2014)

#### 4.1.1 Operação de Elevadores de Emergência

Como primeiro passo para a utilização de elevadores deve-se verificar a localização e o status de todos os elevadores. Isto deve ser feito logo no início da operação devido a possibilidade de existência de ocupantes presos em elevadores parados. Todo esforço deve ser feito imediatamente para trazer todos os elevadores ao térreo ou para o pavimento designado para que o Corpo de Bombeiros tenha controle dos mesmos (PHILADELPHIA FIRE DEPARTMENT, 2004).

Caso tenha ocorrido uma ativação dos alarmes de detecção de fumaça, usualmente os elevadores devem ser encontrados no saguão com suas portas abertas (LEIHBACHER, 2003). Se os elevadores não estiverem no saguão, deve-se usar a chave do elevador para ativar o interruptor do serviço de incêndio para fazer o “recall”. Isso colocará os elevadores na operação da Fase 1 (USFA, 1996; LEIHBACHER, 2003; McGRAIL, 2007). Quando os elevadores chegarem, deve-se retirar a chave, deixando-a na posição "on" e entre no elevador. Se instalado e mantido corretamente, a fechadura permitirá a remoção da chave enquanto estiver na posição de serviço de incêndio (LEIHBACHER, 2003).

A ativação da Fase 2 do elevador se dá quando se insere a chave de serviço de bombeiros no painel no interior do elevador. Esta fase permite que você mantenha o controle manual de dentro do carro, fazendo com que todas as funções automáticas estejam inoperantes durante a operação da Fase 2. Um elevador em operação de Fase 2 responde apenas a sinais de dentro do elevador. Qualquer sinal de um botão de chamada em qualquer andar será ignorado, incluindo sinais de bombeiros no saguão principal (USFA, 1996; LEIHBACHER, 2003). Em alguns modelos de elevadores, a Fase 2 também desabilita o sensor automático de abertura e fechamento da porta (que pode manter a porta aberta pela presença de fumaça).

De acordo com Leihbacher (2003) ao sair do elevador o membro que opera a chave do serviço de combate a incêndios tem três opções: manter o elevador no pavimento, atribuir uma pessoa treinada para operação do elevador ou tirar o elevador da função manual e enviá-lo ao saguão.

Para deixar o elevador no pavimento, deve-se apenas deixar a chave no painel de comando interno do elevador na opção da Fase 2. É importante frisar, que nessa opção ninguém poderá chamar o elevador para outro pavimento ou fazer uso deste elevador para dar

algum tipo de suporte a equipe enquanto a chave for mantida no console do elevador (LEIHBACHER, 2003).

De acordo com Leihbacher (2003) e McGrail (2007) a atribuição de uma pessoa para operação de um elevador talvez seja a opção mais recomendada. O trabalho desse membro será manter o controle do elevador e transportar membros e equipamentos para o saguão principal. Este membro permanecerá com o elevador em todos os momentos e operará manualmente o elevador com a chave na posição de serviço de bombeiros (fase 2). Deve-se ter em mente que o operador do elevador deverá permanecer no controle desse elevador até ser dispensado ou realocado. Ainda, este bombeiro deverá estar equipado com o EPI completo, EPR a tiracolo, rádio portátil, um extintor portátil e uma ferramenta de entrada/saída forçada. (McGRAIL, 2007)

A última opção é mudar o elevador para "desligado" ou "normal" com as portas abertas ao sair e, em seguida, pressionar o botão "saguão". Deve-se utilizar essa estratégia quando ninguém puder ser poupado para operar o elevador. Nos elevadores mais novos, o tempo de reposição é imediato e, se o painel do saguão estiver na fase 1, o elevador será imediatamente chamado ao saguão. (LEIHBACHER, 2003; NEUHARTH, 2010)

#### 4.1.2 Medidas de Segurança em Operações com Elevadores

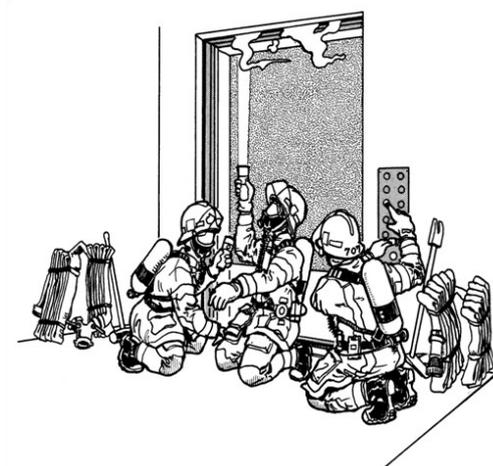
Em se tratando de medidas de segurança para operações com elevadores, os corpos de bombeiros adotam variadas medidas, tanto em relação a operação do elevador em si, quanto ao embarque e desembarque, equipamentos no transporte, entre outras.

Dentre as medidas relacionadas com a operação do elevador, o Corpo de Bombeiros de Milwaukee estabeleceu que se deve verificar o fosso do elevador, através do alçapão do elevador ou através das fendas entre o elevador e o pavimento, de modo a atestar a existência ou não de fumaça no fosso. Caso haja fumaça, os bombeiros são recomendados a não utilizarem o elevador. Já o Corpo de Bombeiros de Los Angeles veda a utilização de elevadores pelos bombeiros em casos de investigação da existência de incêndio, até que uma equipe determine que o fosso do elevador não esteja ameaçado pelo incêndio (USFA, 1996). O Corpo de Bombeiros de São Francisco adota que, ao se constatar qualquer indício de fumaça, fogo ou água, deve-se realizar a evacuação do elevador imediatamente (SFFD, 2008). Já Leihbacher (2003) e McGrail (2007), apontam como medida de segurança adicional, antes

de ir diretamente para o piso escolhido, uma parada a cada quantidade específica de andares (uma parada a cada 5 andares de acordo com Leihbacher e 1 parada a cada 10 andares conforme McGrail) para acender uma lanterna no eixo do elevador e verificar a presença de fumaça e possíveis irregularidades no funcionamento do elevador.

No teste de desempenho, deve-se estar atento principalmente: parada do elevador no andar desejado; a permanência fechada das portas do elevador nas paradas realizadas (em caso de elevadores não localizados em antecâmaras de escadas); o nivelamento do piso do elevador com o piso do pavimento durante as paradas; funcionamento do elevador de maneira normal e segura. McGrail (2007) afirma que caso seja constatado qualquer sinal de algo incomum, mais especificamente água, fumaça ou fogo, justifica-se uma evacuação completa do elevador por todos os funcionários do corpo de bombeiros e a mudança para as escadas para obter acesso aos andares superiores. Além disso, é possível a utilização das escotilhas superiores do elevador para a realização de inspeção contínua durante o tempo que o elevador estiver ascendendo.

Figura 2 - Inspeção do elevador.



Fonte: SOP Center (2010)

Em caso de fumaça ou incêndio na sala de máquinas dos elevadores, por óbvio, deve-se proibir a utilização de elevadores. Contudo, caso exista mais de um fosso de elevadores, a utilização dos demais elevadores não restará prejudicada se a sala de máquinas for separada para cada fosso, ou se não houver presença de fogo, fumaça e água. (McGRAIL, 2007)

O embarque e desembarque utilizando elevadores é uma das principais medidas, senão a principal medida, que os bombeiros devem ter em mente para garantir a sua própria

segurança. Como padrão, diversos corpos de bombeiros estabeleceram o desembarque dos elevadores a dois andares abaixo do local do incêndio. As guarnições devem subir os dois andares restantes a pé. O chefe da guarnição deve notificar o comandante da operação sobre qual escada está sendo usada para acessar o piso de incêndio. (USFA, 1996; LEIHBACHER, 2003; McGRAIL, 2007; DEPARTMENT FOR COMMUNITIES & LOCAL GOVERNMENT, 2014). Terpak (2018) recomenda a adição de um piso a mais a este procedimento em dias muito quentes, saindo de três andares abaixo do piso de fumaça/incêndio caso se verifique a atuação de um “*reverse stack effect*”, que possa estar puxando fumaça do piso de incêndio para pavimentos inferiores. Tal rotina serve para garantir que o risco de os bombeiros se envolverem no incêndio sem a proteção do equipamento de proteção respiratória seja minimizado, uma vez que a confirmação do local do incêndio pode ter sido errônea. (LEIHBACHER, 2003; DEPARTMENT FOR COMMUNITIES & LOCAL GOVERNMENT, 2014).

É possível também destacar a utilização e transporte de equipamentos específicos como medidas de segurança. Bombeiros, ao adentrarem os elevadores, devem estar equipados com EPI e EPR completos, com meios de comunicação, dispositivo PASS ativado (também conhecido como unidade de sinal de socorro), extintores portáteis e hosepacks, e com ferramentas de arrombamento para que se possa realizar uma evacuação de emergência, caso fiquem presos por falta de eletricidade ou a operação do elevador falhe por outros motivos (fumaça, água, calor) (TRACY, 199-?; McGRAIL, 2007). Em caso dos bombeiros ficarem presos, destaca-se aqui a importância da não superlotação do elevador, para que se possa trabalhar com as ferramentas de arrombamento de forma adequada. (McGRAIL, 2007)

Corpos de bombeiros como os de Los Angeles e de Memphis requerem que seus bombeiros só utilizem elevadores caso levem consigo ao menos um extintor de incêndio e que este esteja apontado para as portas do elevador quando estas se abrirem. (USFA, 1996; McGRAIL, 2007)

Alguns corpos de bombeiros não permitem que bombeiros ascendam em um edifício de grande altura caso não estejam carregando um hosepack. Essa prática visa prevenir que uma equipe que esteja investigando um incêndio ou um alarme de incêndio seja pego desprevenido sem o equipamento propício para o combate ao incêndio. (USFA, 1996)

#### 4.1.3 Corte de Energia em Edificações de Grande Altura

Na grande maioria das edificações de grande altura, os elevadores de emergência, assim como outros sistemas de proteção contra incêndio como escadas pressurizadas, bombas de incêndio, entre outros, possuem uma fonte de energia diferenciada do restante da edificação. Assim, caso haja uma falta de energia, ou seja necessário realizar o desligamento da rede elétrica para evitar riscos de choque elétrico, estes podem continuar em operação normalmente.

Sabe-se que nas operações rotineiras de combate a incêndio, é prática comum do corpo de bombeiros realizar o corte de energia para, então, efetuar o combate ao incêndio, minimizando assim os riscos associados à eletricidade. O CBPMESP (2006) destaca que prioritariamente deve-se “desenergizar apenas o compartimento em emergência a fim de não prejudicar o andamento das operações de rotina da edificação”. Pode-se também adotar a desenergização do pavimento, caso seja possível. A desenergização completa da edificação deve ser feita apenas em último caso. (CBPMESP, 2006)

A Instrução Normativa 31 do CBMSC, a qual trata de plano de emergência, destaca que para a eliminação de riscos (incluindo aqui os riscos associados a eletricidade), o próprio plano deve prever quem será o responsável pela eliminação de tal risco, devendo assim, caso houver um responsável, ser feito o contato imediato para que o mesmo providencie a eliminação desse risco.

Em se tratando de elevadores, é importante verificar a existência ou não de elevadores de emergência, que geralmente possuem uma fonte de alimentação diferente do restante da edificação. Caso não exista, deve-se levar em consideração que o desligamento da energia poderá impedir o uso dos elevadores convencionais, o que poderá, inclusive, fazer com que pessoas fiquem presas nos elevadores.

#### 4.2 ROTINAS OPERACIONAIS ENVOLVENDO ESCADAS

Segundo McGrail (2007), quando os elevadores estão fora de funcionamento, ou se determinou que não são seguros para operações de combate a incêndio, resta-nos apenas algumas opções para o combate ao incêndio. Sem a opção do elevador, isso nos deixa com as auto-escadas mecânicas ou auto-plataformas do corpo de bombeiros, o uso de aeronaves

(especificamente helicópteros para acesso do telhado), ou a opção interna restante, qual seja as escadarias internas.

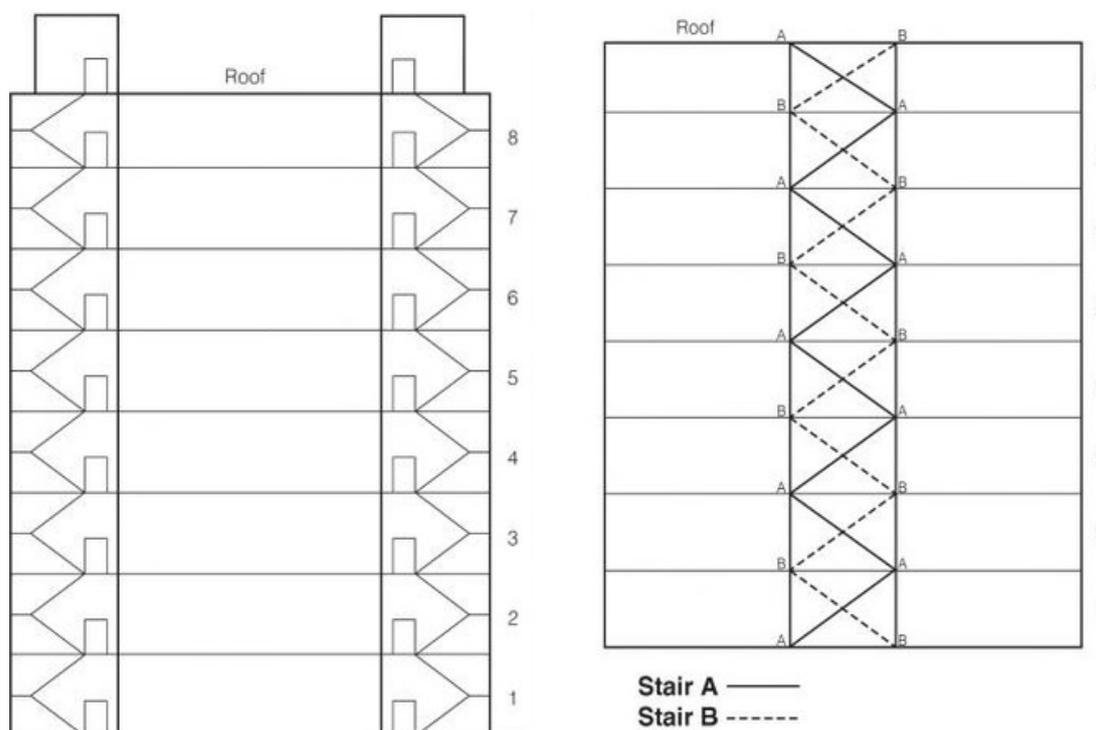
Para a utilização de escadas, principalmente em edificações residenciais, devemos nos ater a dois tipos de design de escadas comumente encontradas: escadas tipo retorno ou em formato de “U” (tipo mais encontrado nas edificações brasileiras) e escadas tipo tesoura.

McGrail (2007) ao discorrer sobre o design da escada tipo retorno, salienta que esta oferece vantagens distintas aos bombeiros, especialmente no que diz respeito à manutenção de uma boa orientação. Isso é extremamente importante para as operações com baixa visibilidade em virtude do acúmulo de fumaça. Além disso, o bombeiro encarregado da equipe de combate a incêndio pode estudar o layout do piso incendiado diretamente no piso abaixo antes de começar o ataque ao incêndio, tendo em vista que em todos os pavimentos a escada possui saída na mesma posição em relação à vertical, conforme observado na Figura 3.

Quanto ao design da escada tipo tesoura, trata-se de um design muito mais comum na construção de edificações de grande altura recentes (McGRAIL, 2007). No entanto, destaca-se que essa opção construtiva não é adotada com frequência em edificações no Brasil. A maior desvantagem para os bombeiros em relação às escadas do tipo tesoura é a questão da orientação. Ao contrário da escada tipo retorno, as escadas tipo tesoura não retornam à mesma localização geográfica vertical em cada pavimento. McGrail (2007) destaca algumas vantagens ainda acerca das escadas tipo tesoura:

A longa extensão das escadas entre andares sem interrupções e retornos pode ser um benefício para os bombeiros na montagem de estabelecimentos e no manuseio de mangueiras. É procedimento padrão esticar a mangueira acima do piso de incêndio até o patamar superior, antes de carregar a mangueira. Este procedimento básico permite que o avanço para o pavimento incendiado seja auxiliado pela gravidade. Em outras palavras, estamos puxando uma carga para baixo em vez de para cima, pelo menos por uma distância curta, que é tipicamente 25 pés (metade do comprimento) em prédios com escadas do tipo retorno e 50 pés (um comprimento) em prédios com escadas do tipo tesoura. (McGRAIL, 2007, traduzido pelo autor)

Figura 3 - Tipos de escadas encontradas em edificações de grande altura. Escadas tipo retorno – formato em U (esquerda) e escada tipo tesoura (direita).



Fonte: McGrail (2007)

#### 4.2.1 Definição da Escada de Ataque

O Corpo de Bombeiros de Santiago (2016), em sua diretriz de procedimento operacional, aponta que normalmente em um edifício não haverá mais que duas escadarias internas e que estas são a via de acesso para os bombeiros. Logo, como medida inicial a ser adotada ao chegar em uma edificação incendiada, deve-se estabelecer, caso haja mais de uma escadaria na edificação, qual será a escada para a realização da evacuação dos ocupantes e qual escadaria será utilizada para o ataque ao incêndio (USFA, 1996; TRACY, 199-?; McGRAIL, 2007; SOP CENTER, 2010). Para isto, é necessário que os primeiros bombeiros que chegam a um incêndio em um edifício de grande altura se direcionem ao pavimento do incêndio e determinem qual escada será mais adequada para operações de ataque (McGRAIL, 2007). Tendo estabelecido a escada para as operações de ataque, por consequência, será estabelecida a escada utilizada para a evacuação dos ocupantes da edificação.

Selecionar a escada apropriada para fins de ataque envolve várias informações críticas. Não é apenas uma questão de usar a primeira escada que você encontrar e designá-la

automaticamente para o ataque. Esta é uma decisão consciente baseada em informações de tamanho e características específicas da construção, das escadarias e das condições de incêndio. McGrail (2007) lista as seguintes informações para a definição da escolha de uma escada de ataque:

- Localização do fogo em relação às escadas;
- Localização do fogo em relação ao hidrante de parede;
- Número de escadas que servem o piso de fogo;
- Escada(s) sendo usada pelos ocupantes para evacuação;
- Tipos de escadas, especificamente aquelas com a presença de duto de extração de fumaça.

De acordo com Tracy (199-?) e McGrail (2007) deve-se selecionar uma escada de ataque com a menor distância possível do hidrante de recalque até a área do fogo.

Após a escada de ataque ter sido escolhida, e antes de abrir a porta do piso de incêndio e começar o ataque, todo esforço deve ser feito para garantir que a escada de ataque esteja livre de todos os ocupantes acima do piso de incêndio (USFA, 1996; McGRAIL 2007; SOP CENTER, 2010). Quando os bombeiros abrem a porta da escada para avançar as mangueiras no piso do incêndio, uma quantidade significativa de fumaça entra na escada. Os ocupantes que descem dos andares superiores devem passar antes da porta ser aberta para não serem expostos a gases quentes e chamas. As pessoas que entram na escadaria depois que a porta é aberta e o ataque de incêndio é iniciado, devem ser direcionadas através do prédio para as escadas de evacuação, quando possível (SOP CENTER, 2010). Recomenda-se verificar um mínimo de cinco andares acima do piso do incêndio, para garantir que a escada de ataque esteja livre de quaisquer ocupantes. (McGRAIL, 2007)

#### **4.2.2 Utilização das Escadas para Evacuação dos Ocupantes**

O sucesso de toda a operação, juntamente com a segurança dos bombeiros e a capacidade de sobrevivência dos ocupantes civis, especialmente aqueles localizados acima do piso do fogo, depende muito do uso disciplinado de escadas. (TRACY, 199-?; McGRAIL, 2007)

Os bombeiros dependem de uma evacuação rápida e organizada pelos ocupantes, de modo que eles só precisam se concentrar em resgatar pessoas com deficiência e no ataque ao

incêndio. Infelizmente, nem sempre os ocupantes dos edifícios seguem os planos de evacuação. Muitos demoram a sair, e, conseqüentemente, acabam ficando presos. É por isso que é importante que os bombeiros estabeleçam procedimentos para administrar a evacuação dos ocupantes. (USFA, 1996)

Para o gerenciamento da evacuação dos ocupantes, faz-se necessário que os bombeiros que chegam primeiro façam uma avaliação dos riscos existentes aos ocupantes que ainda estão no edifício (USFA, 1996). Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) devem enfatizar a importância de tomar uma decisão nos estágios iniciais sobre se os bombeiros devem se concentrar em suprimir o fogo ou ajudar os ocupantes a sair do prédio. Em alguns casos, a melhor maneira de proteger os ocupantes presos é se concentrar em extinguir o fogo antes que ele atinja os habitantes que estão acima dele. Em outros casos, o fogo pode ser tão grande e incontrolável que a melhor ação é proteger as escadas dos produtos de combustão e ajudar os ocupantes a sair do prédio. (USFA, 1996; McGRAIL, 2007)

Alguns POPs de corpos de bombeiros dos EUA estabelecem que os ocupantes na área de incêndio imediata devem ser evacuados o mais rápido possível, mas que "a evacuação deve ser baseada no risco para os ocupantes uma vez que a evacuação prematura dificulta os esforços de controle de incêndios e aumenta a confusão geral". (USFA, 1996; SOP CENTER, 2010; HOEVELMANN, 2013; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017)

Ainda, a USFA (1996) em sua análise de POPs de corpos de bombeiros dos EUA, verificou que para edificações de grande altura ou muito populosas, os POPs recomendam a realocação de ocupantes no piso de incêndio e dois andares acima e abaixo do fogo. Os ocupantes restantes provavelmente ficarão mais seguros onde estão no prédio, especialmente se o prédio estiver protegido por sprinklers.

Geralmente, em edifícios de grande altura, principalmente edifícios comerciais, deve-se tentar proteger no lugar todos aqueles ocupantes que não estejam três andares acima e três andares abaixo do piso do incêndio, sendo os demais ocupantes evacuados. (McGRAIL, 2007; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017)

Com relação a saída dos ocupantes da edificação, na maioria dos casos adotados pelos corpos de bombeiros, serão evacuados três andares de cada vez para evitar a superlotação das escadas (USFA, 1996; McGRAIL, 2007).

McGrail (2007) ressalta que "fazer todos os esforços para manter pelo menos uma escada livre de fumaça e calor para fins de evacuação dos ocupantes pode salvar inúmeras

vidas”. Nessa linha, alguns corpos de bombeiros dos EUA estabelecem procedimentos para proteção das escadas dos produtos de combustão (USFA, 1996). Esta é uma tática importante para edifícios que não possuem escadas pressurizadas.

Segundo o POP do Corpo de Bombeiros de Los Angeles exige que os bombeiros coloquem ventiladores de pressão positiva na base das escadas para estabelecer um ambiente de pressão positiva ou para aumentar a pressurização da escada pressurizada (USFA, 1996). Em edifícios com mais de 25 andares, os ventiladores de pressão positiva devem ser colocados a cada 25 andares.

Se o edifício estiver equipado com a pressurização automática da escada, esta pode ser eficaz na manutenção da escada livre de fumaça, se a maioria das portas da escada forem mantidas fechadas (SOP CENTER, 2010). Na prática, uma evacuação em massa fará com que a maioria das portas fique aberta por uma quantidade substancial de tempo, resultando em uma perda de pressurização e acúmulo significativo de fumaça nas escadas. Logo, faz-se necessário a realização de uma evacuação controlada, por partes.

Vale ressaltar ainda que a operação das escadas pressurizadas varia de acordo com a aplicação e do design (não compensadas e compensadas). Em praticamente todos os sistemas, os dumpers de alívio de pressão irão se abrir (caso aplicável) e os ventiladores de pressurização irão ligar após o acionamento de um sistema de detecção de fumaça. Bhatia (20-?) destaca a diferença entre sistemas compensados e não compensados:

Um sistema não-compensado é aquele em que o fornecimento de ar é realizado por um ventilador de velocidade única e o diferencial de pressão varia dependendo do número de portas abertas. Um sistema compensado ajusta-se a qualquer combinação de aberturas de porta, mantendo um diferencial de pressão positiva através das aberturas. Os sistemas compensam as mudanças de condições, modulando o fluxo de ar ou aliviando a pressão excessiva da escada. Um sistema de pressurização compensado terá mais componentes (sensores, amortecedores de alívio, VFDs, etc.) e seqüências de controle que precisarão ser verificadas. (BHATIA, 20-?)

Chacon & Kerber (2012) destacam a importância da familiarização dos bombeiros com as edificações existentes nas áreas em que eles podem ser chamados a responder, visto que reunir informações pré-incidente melhora muito as capacidades responsivas dos bombeiros. A familiarização com elementos integrantes das edificações, tais como localização das escadas, seu design, portas internas, bem como sistemas de pressurização fixos é imperativa antes do uso da ventilação por pressão positiva, em casos que as escadas

pressurizadas não estejam funcionando de forma adequada, a qual será abordada nas rotinas operacionais de ventilação tática.

### 4.3 ROTINAS OPERACIONAIS DE COMBATE A INCÊNDIO

O combate ao incêndio geralmente é a ação que recebe mais atenção em incêndios em edificações de grande altura. Questões básicas como seleção de pessoal, equipamentos e procedimentos operacionais são fundamentais para o resultado dessas operações. De acordo com o CBPMESP (2006), para incêndio em edificações de grande altura as ações de combate mais eficientes são aquelas realizadas internamente, uma vez que o sinistro pode ser combatido no seu foco principal. Todavia, estas também são as operações de maior risco, tendo em vista que os bombeiros irão se expor diretamente ao fogo e as condições da estrutura, que podem vir a colapsar devido a possíveis grandes temperaturas. (CBPMESP, 2006)

#### **4.3.1 Particularidades do Combate a Incêndio em Edificações de Grande Altura**

A altura da edificação, as características dos sistemas hidráulicos preventivos e dos equipamentos dos bombeiros podem limitar o fluxo de água e a pressão disponível para o combate a incêndios em edifícios de grande altura. Isto é particularmente evidente se houver um descompasso entre o equipamento usado pelo corpo de bombeiros e as características fixas de fluxo e pressão da instalação. Por exemplo, a perda de carga excessiva em mangueiras de pequeno diâmetro pode levar a uma vazão de combate a incêndio inadequada, particularmente ao se usar esguichos automáticos de jato regulável que exigem 6 a 7 bar (100 PSI) de pressão para fornecer uma vazão efetiva.

De acordo com Henry (2015), tal situação levou a aumentos no diâmetro da mangueira utilizados em combates a incêndios em edificações de grande altura no Reino Unido em particular. Após inúmeros testes em edificações de grande altura, o Reino Unido selecionou como mangueira ideal para combate a incêndio em edificações de grande altura as mangueiras de 2". Isto porque, segundo Fishlock (2013), tais mangueiras oferecem o melhor desempenho dado o ambiente restrito de trabalho. A principal restrição é o suprimento de água, contudo, a mangueira de 2" oferece um bom equilíbrio do desempenho hidráulico (perda de carga).

Já alguns corpos de bombeiros dos Estados Unidos requerem a utilização de no mínimo mangueiras de 1¾” ou até mesmo mangueiras de 2½” para o combate ao incêndio (McGRAIL, 2007). Tal situação se faz necessária pois a seleção do tamanho das linhas de mangueira depende de um balanceamento da facilidade da montagem do estabelecimento e de seu manuseio, bem como da vazão necessária para o combate ao incêndio. (SURREY FIRE SERVICE, 2008)

A seguir, serão discutidos pontos acerca de particularidades inerentes às operações de combate a incêndio em edificações de grande altura.

#### 4.3.1.1 Abastecimento

Em um cenário inicial de princípio de incêndio, existe a previsão de uma reserva técnica de incêndio, conforme previsto na IN 07 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina, que pode ser utilizada para os habitantes tentarem extinguir o princípio de incêndio. No entanto, cabe destacar aqui que os bombeiros não devem se ater a este volume para o combate a incêndio, tendo em vista que este sistema, principalmente para os hidrantes menos favoráveis, não fornece pressão adequada e suficiente para a utilização de esguichos automáticos reguláveis, que necessitam de 50 a 100 PSI. Sendo assim, faz-se necessário estabelecer uma forma de abastecimento confiável, com pressões adequadas para que os bombeiros consigam realizar as operações de combate a incêndio.

De acordo com o CBPMESP (2006) existem três possibilidades de recalque de água para suprimento das equipes de combate a incêndio que devem ser avaliadas:

[...] a primeira pelo recalque de água a partir das tubulações dos sistemas de hidrantes e de chuveiros automático, a segunda pelo recalque por meio de linhas de mangueiras distribuídas internamente à edificação, com caminhamento pela caixa da escada de segurança, formando uma torre d'água interna e a terceira armando a adutora através da escada de uma viatura aérea. (CBPMESP, 2006)

O recalque através de uma adutora através da escada de uma viatura aérea corresponde a uma operação limitada, tendo em vista que em muitas edificações de grande altura, o incêndio poderá estar localizado fora do alcance das viaturas aéreas.

Com relação ao recalque de água a partir das tubulações do sistema hidráulico preventivo, pode-se dizer que esta é a opção mais comumente adotada pelos corpos de

bombeiros. De acordo com o CBPMESP (2006), o recalque será através do hidrante de recalque, com a utilização de uma linha de mangueira adutora de 2½”. Salienta-se que em caso de danos ou hidrante de recalque não operante, o sistema hidráulico preventivo poderá ser pressurizado através de um hidrante de parede interno à edificação, localizado o mais próximo possível da via pública.

É importante destacar, segundo o CBPMESP (2006) e McGrail (2007), que a pressão na ponta do esguicho deve ser compatível com a necessidade da ocorrência. Ademais, deve-se lembrar que estes esguichos normalmente operam com uma pressão de trabalho específica (geralmente 50 PSI, 75 PSI e 100 PSI).

Sendo assim, a realização do recalque através do sistema hidráulico preventivo exige cálculos rápidos de modo a não haver uma sobrepressão ou uma pressão excessiva na ponta do esguicho. De maneira geral, os cálculos hidráulicos envolvem: a perda de carga por elevação, sendo em média 5 a 7 PSI por pavimento; a perda de carga no sistema hidráulico preventivo, sendo 25 PSI um valor fidedigno (McGRAIL, 2007); além da perda de carga nas linhas de mangueira utilizadas para o combate ao incêndio.

Existem diversos quadros prontos com as pressões a serem fornecidas pela bomba, todavia, Magee (2019c) aponta que cada corpo de bombeiros deve desenvolver o seu próprio quadro, buscando retratar de maneira mais fiel a realidade, de acordo com o equipamento utilizado. A seguir são apresentados dois modelos desenvolvidos:

Quadro 3 – Pressões necessárias a serem empregada pelas bombas para cada conjunto de pavimentos.

<b>DENVER FIRE DEPARTMENT (150' com mangueiras 2-½" e esguicho de jato sólido de 1-½" )</b>		<b>MOBILE (AL) FIRE AND RESCUE</b>
<b>Pavimentos</b>	<b>Pressão</b>	<b>Pressão</b>
1 - 5	125 PSI	135 PSI
6 - 10	150 PSI	175 PSI
11 - 15	175 PSI	205 PSI
16 - 20	200 PSI	275 PSI
21 - 25	225 PSI	310 PSI
26 - 30	250 PSI	345 PSI
31 - 35	300 PSI	380 PSI
36 - 40	325 PSI	415 PSI
41 - 45	350 PSI	450 PSI
46 - 50	375 PSI	485 PSI
51 - 55	400 PSI	520 PSI
56 - 60	425 PSI	555 PSI

Fonte: Adaptado de McGrail (2007) e Magee (2019c)

Observando o Quadro 3, verifica-se que para se garantir uma pressão adequada na ponta do esguicho, deve-se utilizar altas pressões de bombeamento. Em muitos casos, tais pressões estarão fora do alcance das viaturas do corpo de bombeiros e até das mangueiras padrões utilizadas uma vez que estas suportam até 13,7 bar (aproximadamente 200 PSI), o que seria suficiente para abastecer até aproximadamente o 20º pavimento. Assim, caso haja uma necessidade de abastecimento para pavimentos acima deste, faz-se necessário a utilização de mangueiras que suportem altas pressões, sendo que existem mangueiras que suportam até 40 bar (580 PSI).

Há que se ressaltar também a limitação de pressão que o sistema hidráulico preventivo possui. Segundo a IN-07 do CBMSC, a resistência mínima da tubulação do SHP deve ser de 150 mca (aproximadamente 220 PSI) com uma pressão de trabalho de 100 mca. Contudo, a NBR 5580 prevê que as tubulações de aço galvanizado devem suportar pressões de até 725 PSI ou 50 kgf/cm<sup>2</sup>.

O CBPMESP (2006) reforça ainda, que para o abastecimento vertical, poderá ser necessário o uso de bombas intermediárias para aumentar a pressão da água e fazer com que a água alcance pavimentos superiores. Atualmente existem diversas bombas portáteis que oferecem as mais diversas vazões e pressões (como por exemplo a bomba portátil ZL 1500 da JOHSTADT, que fornece uma vazão 1.500 L/min com 145 PSI), inclusive com mais de uma saída de mangueira (Figura 4).

Figura 4 - Exemplo de bomba portátil.



Fonte: Johstadt (2012).

Também é importante lembrar que o sistema hidráulico preventivo tem uma capacidade finita para fornecimento de água. Se vários esguichos estiverem em uso simultâneo, talvez não seja possível atingir vazões ideais ou pressões adequadas de operação recomendadas para linhas de mangueiras individuais. (DEPARTMENT FOR COMMUNITIES & LOCAL GOVERNMENT, 2014)

Assim, se a necessidade de água exceder a capacidade de instalação fixa ou se houver algum problema com a pressurização do sistema hidráulico preventivo, deve-se considerar a utilização de adutoras montadas com linhas de mangueiras nas escadas ou através do uso de viaturas aéreas (auto-escadas, auto-plataformas, etc). Tal situação deve ser o último recurso disponível, tendo em vista a grande quantidade de mangueiras a serem utilizadas e o posicionamento das mesmas, em muitos casos, na única rota de fuga da edificação.

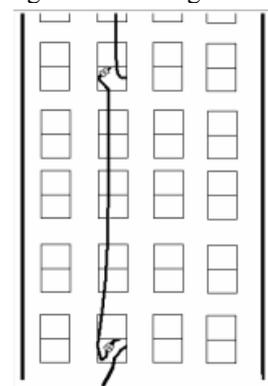
De forma a contornar tal situação, é possível realizar a montagem de uma linha de adutora pela fachada da edificação, através do içamento da mangueira adutora, conforme a Figura 5. Tracy (199-?) destaca que para a utilização desta técnica, deve-se realizar a tomada interior das mangueiras a cada 4 pavimentos para aliviar e evitar possíveis falhas nas juntas de conexão (Figura 6).

Figura 5 - Içamento de mangueira pela fachada da edificação.

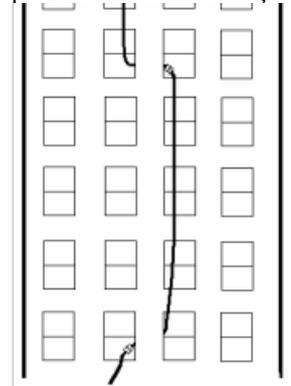


Fonte: Lambert (2014b)

Figura 6 - Montagem de linha adutora pela fachada da edificação.



Hose taken in every 4<sup>th</sup> floor



Adjoining window available

Fonte: Tracy (199-?)

O CBPMESP (2006) aponta que, tanto para a montagem da linha adutora via escada, ou pela linha adutora montada pela fachada, deve-se conectar uma adaptação de válvula de retenção na linha adutora, de maneira que se impeça um possível “golpe de aríete” junto ao corpo da bomba da viatura que possa vir a danificá-la.

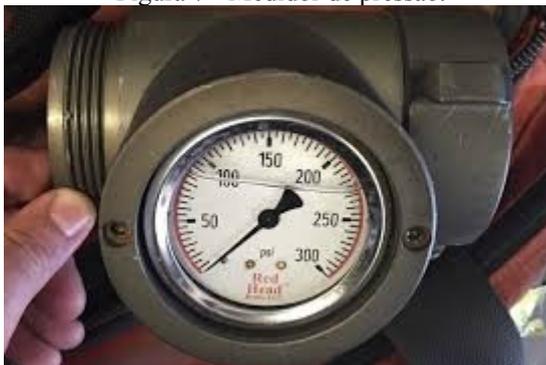
Em virtude de todo o exposto neste trecho acerca das considerações acerca do abastecimento, é importante destacar o que Pennel (2009) escreve acerca do aumento significativo da construção de edifícios de grande altura nos últimos anos, os quais possuem vários andares que estão além da capacidade de bombeamento do corpo de bombeiros, ou cujo sistema hidráulico preventivo não suporta as pressões necessárias para bombear água do nível do solo para os andares mais altos. Pennel (2009) afirma que nesse tipo de edificação, é extremamente importante e vital que o edifício possua sistemas de proteção contra incêndio extremamente eficientes, nos quais os ocupantes estejam protegidos no local, uma vez que à grandes alturas, pode ser impraticável evacuar todos os ocupantes do edifício em caso de incêndio.

#### 4.3.1.2 Seleção do equipamento de combate a incêndio

Visando facilitar as operações de combate a incêndio em edificações de grande altura e evitar imprevistos, diversos corpos de bombeiros utilizam bolsas de combate a incêndio para edificações de grande altura com equipamentos padrões. Tais bolsas contam, geralmente, com os seguintes equipamentos: medidores de pressão estática e dinâmica; adaptadores de 1½” para 2½” (ou outros tamanhos a serem utilizados); adaptadores rosca para storz; chave de mangueira; chave inglesa; divisor de 2½” para 1½”; calços de madeira para manter portas abertas; um esguicho secundário em caso de falha mecânica do primeiro; entre outros. (McGRAIL, 2007; MAGEE, 2019a)

Os medidores de pressão estática e dinâmica são peças fundamentais no combate a incêndio em edificações de grande altura. Isto porque existe uma perda de carga variável em cada tipo de edificação, tendo em vista a configuração do sistema hidráulico preventivo adotado por cada um desses. Assim, a utilização deste dispositivo permite o combatente identificar com qual pressão poderá operar a linha de mangueira ou até mesmo entrar em contato com o operador da bomba do caminhão pedindo que este aumente ainda mais a pressão de bombeamento, para que assim o combate seja mais efetivo.

Figura 7 - Medidor de pressão.



Fonte: Magee (2019a)

Segundo McGrail (2007) a bolsa de combate a incêndio para edificações de grande altura deve possuir ao mesmo tempo todas as ferramentas necessárias para a operação e ainda assim, manter-se com um peso que não seja um empecilho para carregá-la.

#### 4.3.1.2.1 Seleção do diâmetro da mangueira

Com relação a escolha da mangueira para a realização do combate a incêndio, existem inúmeras opiniões diversas. É importante ter ciência de que a seleção do diâmetro da mangueira é um equilíbrio entre o esforço necessário para colocar a linha em serviço, sua manobrabilidade e a vazão necessária para extinguir o incêndio. O mais importante é que as equipes entendam a importância da relação vazão versus pressão, e implantem rapidamente uma linha maior, caso o ataque inicial seja ineficaz ou um grande corpo de fogo seja encontrado. (SURREY FIRE SERVICE, 2008)

Fishlock (2013) afirma que, após inúmeros testes em edificações de grande altura, o Reino Unido selecionou como mangueira ideal para combate a incêndio em edificações de grande altura as mangueiras de 2". Isto porque ela oferece o melhor desempenho, dado o ambiente restrito de que necessita para implantá-la, além de ter uma boa manobrabilidade e flexibilidade no manuseio manual (tendo em vista que as equipes precisam ser capazes de avançar e recuar com segurança). O único ponto em seu desfavor é a restrição no suprimento de água.

Alguns corpos de bombeiros também adotam a utilização de mangueiras de 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" para o combate a incêndio em edificações de grande altura (SURREY FIRE SERVICE, 2008; FISHLOCK, 2013; FRDNV, 2013). Essa escolha é motivada pelo bom equilíbrio entre suas

características de fluxo, seu peso carregado e manobrabilidade, na maioria das circunstâncias. A carga de incêndio existente em ocupações residenciais é considerada baixa e requer uma vazão de 37,5 l/min por 10 m<sup>2</sup> de área envolvida, a qual pode ser fornecida pela mangueira de diâmetro de 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" (FRDNV, 2013). Fishlock (2013) alerta ao fato de que, em caso de linhas relativamente longas, com mais de 50 m, podem haver restrições significativas de pressão e vazão devido à perda de carga.

Alguns corpos de bombeiros também utilizam mangueiras de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" para edificações de grande altura. McGrail (2007) destaca que em virtude da necessidade de lidar com ambientes de baixa pressão, as mangueiras de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" são adequadas, pois ainda assim conseguem entregar boas vazões e penetração adequada. Porém, é importante destacar a baixa manobrabilidade da mangueira, necessitando, em muitos casos, uma equipe robusta para manuseá-la. (FISHLOCK, 2013)

Por fim, com relação a mangueira de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>", apesar desta ser leve e manobrável, apresenta grandes perda de carga o que dificulta sua utilização em ambientes de grande altura, pois normalmente não será capaz de fornecer vazões adequadas, dadas às questões de fornecimento limitado dos sistemas hidráulicos preventivo. (FISHLOCK, 2013)

#### 4.3.1.2.2 Seleção do esguicho

Genericamente falando, para operações de combate a incêndio, duas são as opções comumente utilizadas de esguichos: esguichos de jato sólido (do tipo *smooth-bore*) ou esguichos automático de jato regulável (Figura 8).

Figura 8 - Esguicho automático de jato regulável de 75 PSI (esquerda) e esguicho de jato sólido (modelo smooth-bore).



Fonte: Task Force Tips (2018).

Diversos são os autores que destacam e recomendam o esguicho *smooth-bore* para operações de combate a incêndio em edificações de grande altura. Isto porque se tratam de esguichos que possuem condições de operar a pressões nominais de até 50 PSI, geralmente encontradas nos hidrantes de parede dos sistemas hidráulicos preventivos (USFA, 1996; McGRAIL, 2007; MAGEE, 2019a). Operando nessa pressão, disponibilizam vazões suficientes para atuar em incêndios confinados, como também em incêndios bem desenvolvidos com grande taxa de liberação de calor. Além do mais, ao compará-los com os esguichos automáticos de jato regulável, costumam pesar relativamente menos (esguichos *smooth-bore* 2½” podem pesar apenas 1 kg, enquanto os esguichos automáticos de jato regulável podem ultrapassar 2 kg). (McGRAIL, 2007; MAGEE, 2019a)

Com relação ao esguicho automático de jato regulável, muitos fabricantes já desenvolvem esguichos que funcionem com baixas pressões de operação, tais como pressões de 75 PSI e até mesmo 50 PSI, comumente encontrados em edificações de grande altura. Com isso, tais esguichos também possuem sua aplicação, principalmente em corpos de bombeiros que aplicam em sua doutrina técnicas tais como o 3-DWF e jatos neblinados. Todavia, frisa-se a importância da utilização destes, com medidores de pressão, para que seja possível verificar a pressão em que se esteja operando e assim, poder utilizar técnicas que são extremamente dependentes de pressões adequadas, tais como o 3-DWF que depende da formação de gotículas de água em dimensões específicas para de fato conseguir realizar o resfriamento da camada de gases. (HENRY, 2015)

Por fim, existe também a possibilidade da utilização de um esguicho específico para edificações de grande altura. Trata-se de um esguicho que é montado no final de um tubo, com uma curvatura de 45°, que possibilita a aplicação de água no apartamento em chamas a partir do apartamento localizado no andar imediatamente baixo. Tal dispositivo será abordado mais especificamente no item 4.3.1.6 – Combate a Transicional.

#### 4.3.1.3 Montagem do Estabelecimento

As condições e a localização do incêndio determinarão se a conexão com o hidrante de parede será feita no piso do incêndio ou no piso inferior (HOEVELMANN, 2013). Contudo, McGrail (2007) recomenda que, mesmo que haja condições ideais para realizar a conexão no pavimento do incêndio, a conexão deve ser feita no pavimento inferior. Isto porque, ao encontrar situações adversas de perigo, os bombeiros irão se guiar pela linha de mangueira para chegar a um local seguro e, muitas vezes, ao conectar a mangueira no pavimento do incêndio, isto poderá não acontecer.

Ao se adotar a montagem do estabelecimento no pavimento do incêndio, esta pode ser feita de duas maneiras: desfazendo o hosepack e esticando-o ao longo do corredor antes de pressurizá-lo ou através de um carmel ou cleveland load.

O cleveland load é uma evolução de uma técnica americana de montagem de estabelecimento para incêndios florestais. Segundo Fishlock (2013) e Kastros (2014), o cleveland load, em testes e experimentos, provou ser um método de montagem de estabelecimento extremamente eficiente tanto em termos de manuseio quanto em velocidade da montagem do mesmo. Foram também realizados testes de espaço restrito demonstrando que este método parece fornecer a montagem mais simples e rápida em áreas como corredores, escadarias e lobbies, sendo, recomendado para edificações de grande altura. (FISHLOCK, 2013)

No entanto, Magee (2019b) alerta sobre a utilização do cleveland load em edificações de grande altura. Em função das edificações de grande altura serem ambientes que propiciem, em muitos casos, baixas pressões, nem sempre será possível realizar uma pressurização adequada (Figura 9) do cleveland load e assim, utilizá-lo, de forma segura e eficiente.

Figura 9 - Pressurização inadequada (mangueira amarela) do cleveland load em função da baixa pressão disponível.



Fonte: Magee (2019b)

Moriarty (2010) realizou testes acerca da montagem de estabelecimento com o cleveland load destacando que a pressão ideal para a pressurização do cleveland load de forma rápida seja de 130 PSI, caso se esteja utilizando um esguicho automático regulável de 100 PSI. Todavia, Rick Zicari do Brighton Fire Department, obteve resultados satisfatórios de pressurização do cleveland load, utilizando mangueiras de 1 $\frac{3}{4}$ " com esguichos do tipo *smoothbore*, com pressões de 70 PSI, simulando edificações de grande altura.

Com relação a montagem de estabelecimento com a mangueira esticada no corredor, isto só será possível se este possuir comprimento suficiente para tal, caso contrário, será ineficiente e poderá prejudicar o andamento da operação. Ademais, a mangueira deve ser esticada ainda seca, uma vez que torna a operação muito mais fácil (Figura 10) (McGRAIL, 2007). Para tanto, o ideal é que a mangueira seja acondicionada em hosepacks e posteriormente esticada, de acordo com o comprimento necessário. Faz-se necessário também que a mangueira seja esticada além da porta do apartamento, para que ao avançá-la para o seu interior, este comprimento a mais facilite o processo de entrada.

Figura 10 - Montagem de estabelecimento no corredor da edificação.



Fonte: McGrail (2007).

Figura 11 - Montagem do estabelecimento a partir do andar inferior ao do incêndio e ao longo das escadas.



Fonte: McGrail (2007).

Quanto a montagem do estabelecimento a partir do piso inferior ao do incêndio, algumas considerações devem ser levadas em conta. Inicialmente, deve-se estimar adequadamente o comprimento necessário de mangueira para a operação. Usualmente é necessário 45 metros de mangueira ou mais (McGRAIL, 2007). Uma vez determinado o comprimento necessário, as mangueiras são então conectadas ao sistema hidráulico preventivo e esticadas através das escadas até um pavimento acima do incêndio (Figura 11). Isto é feito de maneira a facilitar o avanço da linha de mangueira pressurizada no pavimento do incêndio, uma vez que a ação da gravidade irá auxiliar no deslocamento, ao invés de ter que puxar a mangueira do pavimento inferior, lutando contra a gravidade. (McGRAIL, 2007; FRDNV, 2013; ROGERS FIRE DEPARTMENT, 2018)

Outro ponto é que as portas para escadarias não devem ser escoradas, pois isso irá anular os benefícios de uma possível pressurização de uma escada pressurizada que possa existir, contribuindo para aumentar a fumaça e acelerar a contaminação das escadas. No caso do ponto de entrada no piso de incêndio, a porta só deve abrir a largura da mangueira para minimizar a fumaça que flui para dentro da escada. (SFFD, 2008)

#### 4.3.1.4 Avançando e Manuseando as Mangueiras

Se a linha foi esticada corretamente, incluindo o alongamento desta acima do piso do incêndio até o patamar acima, o avanço inicial será relativamente fácil nos primeiros 7,5 a 15 metros. Um bombeiro posicionado no patamar do piso de incêndio pode facilmente puxar a mangueira de cima para baixo, auxiliado pela gravidade, e fornecer mangueira para o operador do esguicho. (McGRAIL, 2007)

No entanto, uma vez que todo o comprimento de mangueira de cima for avançado para o pavimento do incêndio, bombeiros extras, ou o membro auxiliar da linha, deve retornar a pontos de atrito específicos, principalmente aqueles a que se referem a cantos/esquinas, parte inferior, topo e meio da escada, e pavimento abaixo para auxiliar e diminuir o peso da mangueira. (McGRAIL, 2007)

Em edificações de grande altura, em muitos casos estaremos trabalhando com baixas pressões. Ao se trabalhar com baixas pressões, estas podem dificultar o manejo das mangueiras em função da propensão a formação de dobras. Tais dobras geram grandes perdas de carga e inviabilizam a formação de jatos adequados para o combate. Sempre que for identificado uma dobra na mangueira, deve-se dar o tempo necessário para eliminá-la para evitar possíveis prejuízos à operação ou até mesmo evitar que um bombeiro se machuque.

Lambert (2014b) destaca que basicamente existem dois movimentos a serem realizados durante o combate a incêndio: avançar, quando se busca localizar ou extinguir o fogo, ou recuar, em casos de deterioração rápida do ambiente que possam vir a pôr em risco a equipe.

Com relação à progressão da equipe no interior do compartimento do incêndio, o ideal, em casos de mangueira operando a baixas pressões, é colocar o homem a aproximadamente 2 a 3 metros atrás do operador do esguicho. Segundo Lambert (2014b), isso permitirá que o homem que fornece mangueira ao operador do esguicho possa observar o ambiente ao seu redor, checar se a mangueira não está a uma distância maior e ter espaço suficiente para formar anéis com a mangueira de modo a facilitar o deslocamento (Figura 12). Esse anéis além de poderem ser colocados no chão, também podem ser colocados contra a parede, sendo muito útil em espaços confinados com pouco espaço de manobra, tais como em edificações de grande altura.

Para a retirada da equipe da cena, basicamente existem dois métodos. O primeiro é quando o homem que suporta o operador do esguicho, forma alças a cerca de 3 a 4 metros do operador do esguicho (Figura 13). Com a formação de tais alças, a equipe se retira do local em segurança, permitindo que o operador do esguicho realize pulsos para resfriamento dos gases, enquanto o segundo homem controla a retirada da mangueira para local seguro. (LAMBERT, 2014b)

Figura 12 - Formação de anéis para progressão no cômodo do incêndio realizada pelo segundo homem.



Figura 13 - Retirada da equipe com o controle da mangueira efetuado pelo segundo homem.



Fonte: Lambert (2014b).

Já no segundo método, quem controla a retirada da mangueira é o operador do esguicho. Para isto, o operador do esguicho forma um laço em torno de si com a mangueira (Figura 14). A tarefa do outro componente da equipe é apenas puxar pequenas quantidades de mangueira para fora do cômodo, conforme o operador do esguicho recua. (LAMBERT, 2014b)

Figura 14 - Formação do laço atrás do operador do esguicho. O segundo membro pode retornar até um ponto de atrito e retirar a mangueira do cômodo.



Fonte: Lambert (2014b).

#### 4.3.1.5 Combate a Incêndio em Ambientes Confinados de Grande Altura

Após efetuada a montagem do estabelecimento e o adequado manuseio e controle das mangueiras, deve-se iniciar a progressão no compartimento do incêndio para de fato controlar e extinguir o incêndio.

De acordo com Fishlock (2013) um ataque ofensivo inicial em um apartamento fechado deve consistir em uma equipe de no mínimo 4 bombeiros trabalhando como 2 equipes de 2 componentes cada. Recomenda-se uma equipe utilizando um esguicho de baixa pressão, com alto fluxo, e uma segunda equipe com um esguicho de jato sólido de 7/8" (tipo *smooth-bore*), ambas as equipes utilizando mangueiras de 2". Alguns autores afirmam que as equipes devem ser postadas de maneira que uma seja a equipe principal e a outra a equipe reserva, visando assim, um ataque constante ao foco do incêndio, em caso de necessidade de substituição ou rotatividade para troca de cilindros de ar. (SOP CENTER, 2010)

Deve-se ter em mente que a equipe inicial de ataque de incêndio precisará de alívio em 20 minutos ou menos (OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017). Diversos são os autores que recomendam um ciclo operacional de alívio, o qual consiste na seguinte configuração: uso de três equipes em cada linha de mangueira colocada em serviço, na qual haverá uma equipe operando a linha de mangueira; uma equipe em prontidão nas escadas do pavimento do incêndio ou próxima a entrada do compartimento do incêndio; e uma terceira equipe na base de apoio interna às equipes internas, que descansará e se deslocará para as escadas do pavimento do incêndio para entrar em prontidão. (GRINWOOD, 2007a; McGRAIL, 2007; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017)

Realizada a entrada no compartimento do incêndio, podem ser empregadas as seguintes ações: ataque direto, ataque indireto, ataque combinado e o ataque tridimensional para resfriamento dos gases (3-DWF).

O ataque direto consiste em colocar água diretamente na base do fogo e, assim, minimizar a perturbação da camada térmica no teto (FISHLOCK, 2013). Este tipo de ataque é mais adequado para um esguicho de jato sólido, embora um esguicho automático de jato regulável corretamente ajustado para efetuar jatos sólidos também seja adequado. Para a utilização desse tipo de ataque, exige-se uma visão direta do local do fogo, podendo ser a localização do foco do fogo ser auxiliada com a utilização de uma Câmera de Imagem Térmica. Fishlock (2013) ainda lembra que esse é o ataque o qual extinguirá o fogo com mais eficácia que qualquer outro tipo de ataque, com pouca geração de vapor, em casos de utilização de pulsos de jatos sólidos (pacotes de água).

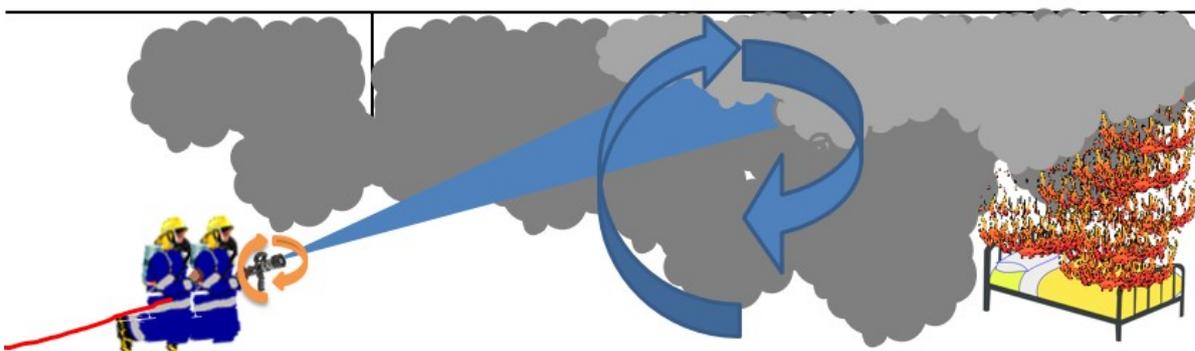
Já o ataque indireto se refere a aplicação de um jato neblinado (30° ou menos) em torno de um compartimento envolvido pelo fogo, apontando-o para o teto ou parede, fazendo com que as gotas d'água caiam sobre o fogo, realizando o combate indiretamente (GRINWOOD, 2008; FISHLOCK, 2013). Esse ataque basicamente tem dois efeitos sobre o ambiente: a água refrigera o teto e as paredes, interrompendo assim o equilíbrio térmico (parte da água irá se transformar em vapor, absorvendo energia); o resto cairá como chuva, sendo que algumas gotas irão cair sobre o corpo principal do fogo, contribuindo para sua extinção. Fishlock (2013) ressalta que há certos momentos para o uso do ataque indireto, uma vez que essa técnica gera grandes quantidades de vapores que poderão prejudicar os combatentes. Portanto, este ataque deve ser aplicado quando o compartimento for ventilado, de modo a realizar a extração do calor e da fumaça pela rota de ventilação, reduzindo assim os riscos.

McGrail (2007) também ressalta que o jato neblinado, utilizado como ataque indireto, deve ser evitado em casos de incêndios dominados pelo vento. Isto porque os jatos neblinados não irão proteger os bombeiros, pois, em incêndios dominados pelo vento, a água gerada pelo jato neblinado rapidamente se transformará em vapor e será carregada de volta contra a equipe com energia suficiente para criar um choque térmico e incapacitar instantaneamente um corpo humano, incluindo um bombeiro completamente protegido com EPI.

Com relação a última forma de ataque visando a extinção do incêndio, temos o ataque combinado. Este consiste em uma combinação entre o ataque direto e o indireto, que, segundo Fishlock (2013), pode ser uma maneira altamente eficaz de lidar com incêndios em

compartimentos de edificações de grande altura. Isto devido ao grau de controle que esse tipo de ataque tem sobre os gases quentes e o balanço térmico geral do compartimento, permitindo a extinção efetiva do foco do incêndio direta e indiretamente. É aplicado, muitas vezes, através da utilização de jatos sólidos ou jatos neblinados, de maneira espiralada ou circular (Figura 15), atingindo assim as camadas superiores de gás e projetando água no próprio fogo.

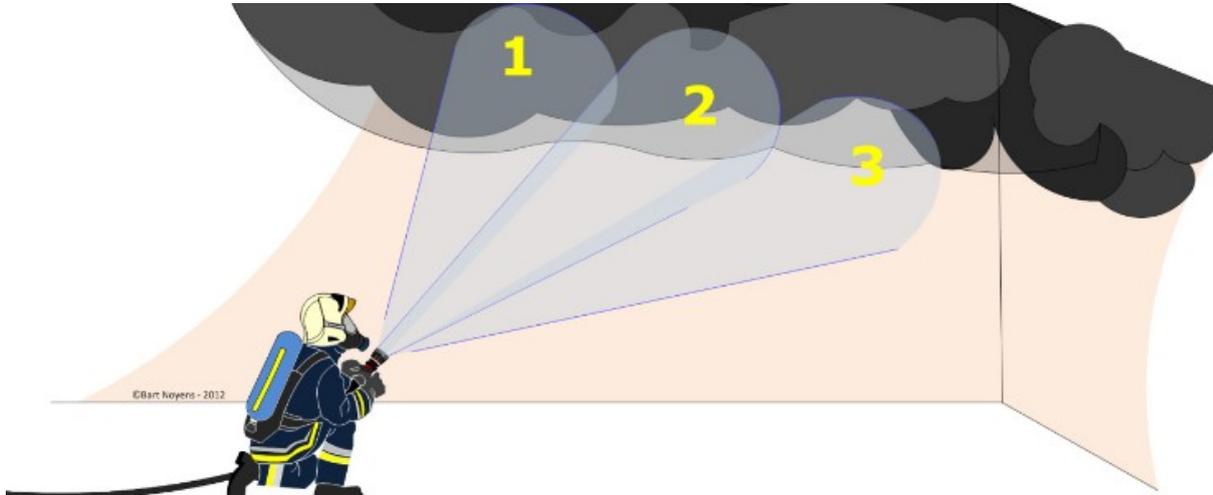
Figura 15 - Aplicação de um ataque indireto, através de um jato neblinado com movimentos circulares ou espiralado.



Fonte: Fishlock (2013)

Por fim, temos ainda a possibilidade de aplicação da técnica de resfriamento dos gases, também conhecida como 3-DWF. Conforme Lambert (2012), para se aplicar a técnica 3-DWF, a água deverá ser direcionada para a camada de fumaça na forma de pulsos. O esguicho deve ser ajustado para a aplicação de jatos neblinados com um ângulo que varia de 40° a 60°, com um ângulo do esguicho em relação ao piso devendo ser, idealmente, de 45° ou mais. A ideia é que o operador do esguicho produza vários pulsos curtos em diferentes locais da camada de fumaça, cobrindo toda a largura da sala. É importante que o número de pulsos seja ajustado de acordo com a largura da sala, sendo mais efetivo para ambientes menores.

Figura 16 - Aplicação da técnica 3-DWF, para o resfriamento dos gases durante a fase de desenvolvimento do incêndio. Os pulsos devem ser direcionados diretamente para a camada dos gases, sendo ajustados de acordo com o tamanho do ambiente.



Fonte: Lambert (2012).

Lambert (2012) destaca ainda que a água do pulso deve normalmente evaporar dentro da camada de fumaça, conferindo um efeito duplo: primeiramente diminuindo a temperatura da camadas dos gases, de modo a dificultar sua ignição, e também diminuir a irradiação de calor, dificultando assim a chance da ocorrência de um *flashover*; e secundariamente, inertizando a camada dos gases, uma vez que com a formação e manutenção do vapor nessa camada de gases, haverá uma mistura menos combustível de vapor de água e gases inflamáveis.

Há ainda a possibilidade, segundo Lambert (2012), da aplicação de pulsos longos para o resfriamento de gases (Figura 17). Ao executar um pulso longo, várias mudanças devem ser feitas em comparação com o pulso curto. O ângulo formado entre o esguicho e o nível do piso deve ser reduzido para cerca de 30°, da mesma forma que o cone do jato neblinado também é reduzido para 30°. Para um pulso longo, o esguicho é aberto e depois de 2 segundos é fechado lentamente, permitindo que uma quantidade maior de água seja usada e ampliando o alcance e profundidade do jato. Assim, é possível resfriar uma camada de gases muito quentes em grandes corredores ou compartimentos, a distâncias maiores e seguras.

Figura 17 - Variação da técnica 3-DWF com a realização de pulsos longos (direita).



Fonte: Lambert (2012).

Apesar de todas as vantagens da técnica 3-DWF para o combate em incêndios confinados, Fishlock (2013) e Henry (2015) destacam alguns aspectos a serem levados em consideração em incêndios em edificações de grande altura. Henry (2015) destaca a importância de que as equipes devem estar bem treinadas e familiarizadas com a técnica, uma vez que esta requer a integração de vários fatores para o seu sucesso, tais como o tamanho das gotículas a serem formadas, a duração do pulso, o posicionamento do pulso em relação ao eixo horizontal, a taxa de vazão a ser aplicada, a pressão do esguicho (que em edificações de grande altura pode não ser idealmente atingida), a frequência de pulso e o ângulo de cone do jato.

Fishlock (2013) ressalta ainda que a técnica 3-DWF em edificações de grande altura, além das restrições inerentes às taxas de vazão e pressões esperadas para os esguichos, pode não ser eficaz em casos de incêndios dominados pelo vento. Isto porque a extrema turbulência gerada e as altas taxas de liberação de energia farão com que os pulsos não alcancem a camada de gases e também não consigam absorver a grande quantidade de energia liberada. Henry (2015) corrobora com tal argumentação acerca dos incêndios dominados pelo vento e acrescenta que, uma vez que a porta de um compartimento influenciado diretamente pelo vento é aberta, é extremamente difícil fechá-la novamente, devido à pressão do vento exercida contra ela, conforme observado em experimentos realizados pela Academia de Bombeiros de West Midlands.

Existe também a possibilidade de resfriamento da camada de gases utilizando jatos sólidos, tal qual quando se opera com um esguicho do tipo *smoothbore*. Para isto, deve-se

realizar a técnica chamada wall-ceiling-wall, também conhecida como padrão N, padrão U invertido ou arco-íris (*rainbow nozzle movement*).

Segundo Gray (2018) aplicação da técnica *wall-ceiling-wall*, que consiste na aplicação de um jato sólido em direção ao topo da parede, pelo teto e em direção à parede oposta, tem como objetivo resfriar as superfícies superiores; minimizar a entrada de ar; diminuir a perturbação do plano neutro; bem como realizar o resfriamento dos gases.

O resfriamento da camada de gases acontece através da aplicação de água sobre as superfícies (paredes e teto - Figura 18), que irão resfriar o ambiente em geral. Por sua vez, o resfriamento do ambiente irá resfriar a camada de gases, pois se as superfícies forem resfriadas, os gases não poderão atingir a temperatura de ignição. (GRAY, 2018)

Figura 18 - Aplicação da técnica wall-ceiling-wall.



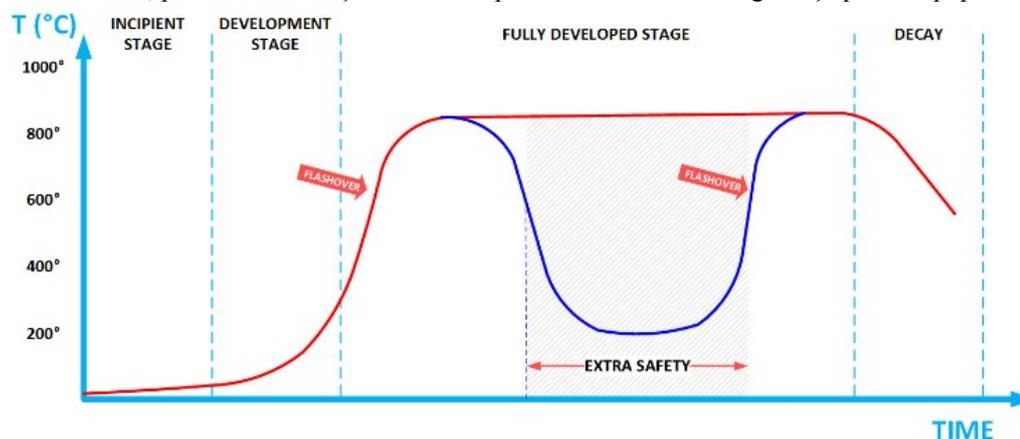
Fonte: Gray (2018).

#### 4.3.1.6 Ataque Transicional em Edificações de Grande Altura

Quando o corpo de bombeiros chega ao local de um incêndio totalmente desenvolvido, um “ataque de transição” pode ser usado. Conforme Lambert (2014a), este ataque transicional consiste em um breve ataque exterior, o qual é usado para enfraquecer o fogo a um ponto que seja possível entrar na edificação com segurança. Posteriormente, a equipe adentrará a

edificação e iniciará um ataque interior para extinguir o fogo e evitar a sua reignição (Figura 19).

Figura 19 - Curva de calor após a aplicação de um ataque exterior. O intervalo entre o ataque exterior e o 2º flashover, permite a realização de um ataque interior com mais segurança para a equipe.



Fonte: Lambert (2014a)

Tal técnica já foi estudada em edificações de grande altura, nas quais haviam incêndios dominados pelo vento que impediam o combate direto pela equipe, em virtude da grande taxa de liberação de calor e elevadíssimas temperaturas no compartimento do fogo e em compartimentos adjacentes (GRINWOOD, 2007a). Tal situação será melhor descrita no capítulo 4.5.4 Wind-Driven Fires – Incêndios Dominados pelo Vento.

Com relação a aplicação do ataque transicional em edificações de grande altura, foi desenvolvido um esguicho específico para este tipo de edificação. Trata-se de um esguicho que é montado no final de um tubo com uma curvatura de 45° que possibilita a aplicação de água no apartamento em chamas a partir do apartamento localizado no pavimento imediatamente inferior (Figura 20). Trata-se de uma tática que implica, a princípio, no controle inicial da taxa de liberação de calor com um ataque externo, de modo que se reduza a temperatura e o calor, antes da realização de um ataque interno pelas equipes de supressão. (LAMBERT, 2010)

Figura 20 - Esguicho para edificações de grande altura e sua aplicação.



Fonte: Madrzykowski & Kerber (2009)

Quando o incêndio for localizado em pavimentos inferiores, existe a possibilidade da realização de um ataque transicional diretamente do térreo, a partir do exterior da edificação. Isto porque os diferentes esguichos, operando a determinadas pressões, possuem um alcance vertical máximo. Geralmente esse alcance é atingido com ângulos variando entre  $60^\circ$  a  $70^\circ$  em relação a horizontal.

Crapo (2015) destaca que o alcance do jato de um esguicho depende de cinco fatores, dos quais quatro podem ser controlados pelos bombeiros:

- Pressão do esguicho: a pressão do bico determina o alcance do jato. Quanto maior a pressão na ponta esguicho, maior o alcance do jato, até o ponto em que a pressão é excessiva e acontece a quebra do jato.
- Diâmetro do esguicho: o diâmetro do esguicho determina o alcance do jato. Os esguichos de diâmetros maiores têm um jato maior e conseqüentemente um alcance maior.
- Ângulo do jato: o ângulo do jato determina o alcance do jato. Um ângulo de  $32^\circ$  acima da horizontal fornece o alcance horizontal máximo.

- Vento: pode aumentar ou reduzir o alcance de um jato.
- Padrão do jato: quando se utiliza um jato neblinado com um esguicho automático regulável, à medida que o ângulo do jato neblinado aumenta, o seu alcance diminui.

Dos cinco fatores, a pressão do esguicho é a mais crítica. Se aplicarmos muita pressão em um esguicho, podemos fazer com que o jato se quebre; e se aplicarmos baixas pressões, podemos fornecer pouca água e reduzir o alcance do jato. A maioria dos esguichos pode tolerar algum grau de sobrepressão antes que o jato comece a se quebrar, mas nenhum esguicho fornecerá a vazão necessária se houver uma pressão insuficiente, independentemente da condição do jato. (CRAPO, 2015)

Para se ter um jato efetivo para combate a incêndio de forma transicional, a água deve entrar no edifício e depois ser desviada do teto, a fim de quebrar o jato para alcançar a máxima absorção de calor. O ângulo mais eficaz para isto é de 45°, pois o jato obtém um alcance horizontal aceitável e um bom ângulo para desviar a água no teto da sala em que entra. A melhor penetração e deflexão é alcançada quando o fluxo é direcionado logo acima da borda mais baixa da abertura. O terceiro andar é geralmente considerado o pavimento mais alto para o qual um jato pode ser efetivamente direcionado a partir do solo. (CRAPO, 2015)

Entretanto, o alcance vertical pode ser calculado através da seguinte fórmula, segundo Crapo (2015):

$$VR = \frac{5}{8}NP + 26^*$$

No qual temos que VR é o alcance vertical máximo em pés e NP é a pressão no esguicho. O asterisco (\*) indica que 5 unidades deve ser acrescidas toda vez que houver um aumento de 1/8" além do valor de diâmetro do esguicho de 3/4". (CRAPO, 2015)

Sylvia (1970), também destaca a seguinte fórmula para o cálculo do alcance do jato, quando utilizado um esguicho de 1" com uma pressão aplicável de até 100 PSI:

$$H = \sqrt{240p - p^2 - 1900 - 15}$$

Para pressões de 50 PSI ou menos, deve-se subtrair 1 dos 15 para cada aumento de 1/8" no diâmetro do esguicho. Acima de 50 PSI, deve-se subtrair 2 dos 15 para cada aumento de 1/8" de diâmetro. Do ponto de vista prático, a fórmula é satisfatória, pois no combate a incêndios uma medida exata do alcance não pode ser determinada (SYLVIA, 1970). O Quadro 4 apresenta valores de alcance efetivo, conforme a variação do diâmetro do esguicho e da pressão aplicada.

Quadro 4 – Alcance efetivo de jatos d'água. Distância alcançada apresentada em pés, a qual ainda assim produzirá efeitos em condições de vento moderado.

Pressão no esguicho	Diâmetro do Esguicho				
	1"	1⅛"	1¼"	1⅜"	1½"
	Distância vertical em pés				
20	35	36	36	36	37
25	43	44	45	45	46
30	51	52	52	53	54
35	58	59	59	60	62
40	64	65	65	66	69
45	69	70	70	72	74
50	73	75	75	77	79
55	76	79	80	81	83
60	79	83	84	85	87
65	82	86	87	88	90
70	85	88	90	91	92
75	87	90	92	93	94
80	89	92	94	95	96
85	91	94	96	97	98
90	92	96	98	99	100

Fonte: Adaptado de Sylvia (1970).

#### 4.4 ROTINAS OPERACIONAIS DE BUSCA E RESGATE

Diferentemente das operações rotineiras de busca e resgate em residências ou pequenas edificações, proceder a busca e resgate em construções de grande porte ou edificações de grande altura são tarefas árduas, visto que podem haver inúmeros ocupantes que necessitam de socorro. Antes de mais nada, deve-se identificar quem de fato se encontra em posição criticamente perigosa e que deve ser verdadeiramente resgatado imediatamente. Conforme McGrail (2007), muitos ocupantes podem não precisar ser resgatados. Na verdade, tirá-los do local onde se encontram pode, na verdade, colocá-los em maior perigo do que se permanecessem no local, devido a compartimentação existente nos edifícios (SFFD, 2008). Assim, a proteção no local desses ocupantes pode se tornar uma operação viável, principalmente como uma ação inicial, uma vez que uma evacuação total da edificação pode congestionar as escadarias e causar uma situação que fuja do controle. (McGRAIL, 2007; SFFD, 2008)

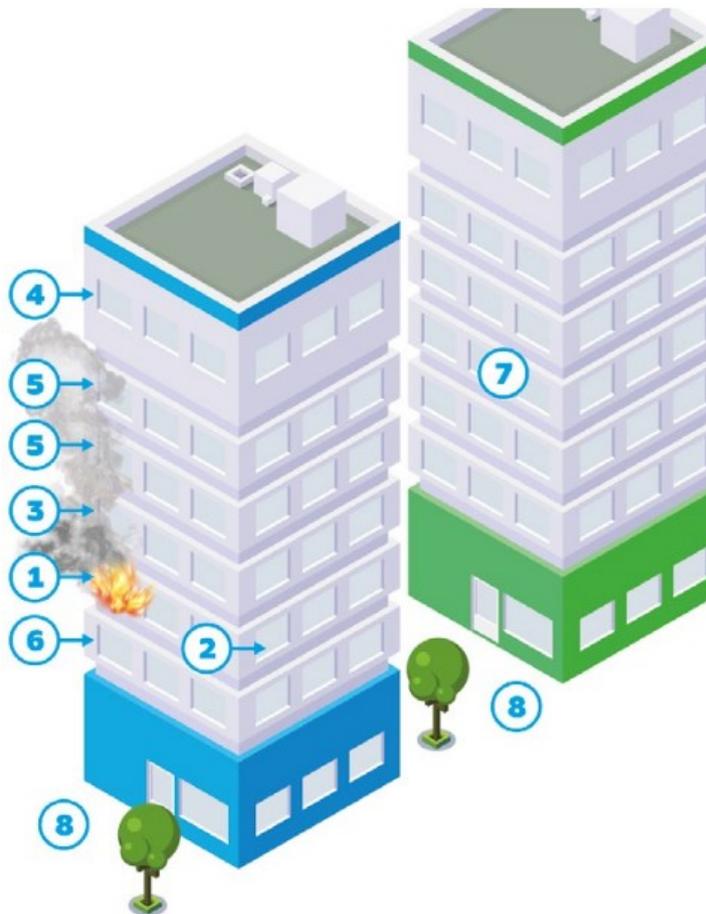
Ocupantes de edifícios de grande altura devem ser instruídos sobre este conceito de proteção no local. Se for necessário resgatar pessoas em andares acima do fogo, elas serão realocadas para qualquer área segura (de preferência abaixo do fogo). A situação vai ditar para onde serão deslocadas tais pessoas. Idealmente, a maioria das pessoas só terá que ser realocada, não evacuada. No entanto, a natureza humana, em muitos casos, fará com que as pessoas evacuem o prédio por conta própria. Nessa perspectiva, pode haver algumas pessoas que fiquem presas, gerando uma necessidade de realização de atividades de busca e resgate. (SFFD, 2008)

Tendo em vista que a realização de buscas em um edifício de grande altura pode ser um processo demorado e que demanda uma quantidade significativa de recursos, deve-se conduzir as buscas em bases prioritárias, conforme veremos a seguir.

#### **4.4.1 Padrões de Busca em Edificações**

A grande maioria das corporações de bombeiros e autores encontram-se em consenso quanto ao padrão de realização de buscas em edificações de grande altura. A grande maioria da bibliografia consultada destaca, como prioridade para a busca e resgate, o pavimento do incêndio como área de maior prioridade, seguida do pavimento imediatamente acima do pavimento do incêndio; último pavimento; e pavimentos restantes do topo até o pavimento do incêndio em ordem decrescente, conforme. (USFA, 1996; KLANE & SANDERS, 2000; McGRAIL, 2007; SFFD, 2008; GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012; CUERPO DE BOMBEROS DE SANTIAGO, 2016; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017)

Figura 21 - Áreas prioritárias para busca e resgate em edificações.



Fonte: KLANE & SANDERS (2000)

Existe também, como padrão de busca em edificações de grande altura, a delimitação por zonas, tal qual faz o Corpo de Bombeiros de Grinwood. A zona de busca primária é definida no POP de Grinwood como aquelas áreas, no pavimento do incêndio, mais próximas ao local do incêndio ou principalmente aquelas afetadas por fumaça e calor (GRINWOOD, 2007a). Ademais, áreas como corredores e lobbies que levam ao compartimento do incêndio também podem se tornar altamente contaminados por calor e fumaça e devem fazer parte da zona de busca principal o quanto antes (GRINWOOD, 2007a). Nessa linha, McGrail (2007) destaca que se tivermos sorte, o incêndio em um edifício de grande altura será confinado ao apartamento original do incêndio. Nesta situação, a estratégia deve centrar-se numa busca imediata no pavimento do fogo, no qual dependendo das condições da fumaça nos corredores, todos os apartamentos diretamente em frente ao apartamento incendiado devem ser revistados o mais rápido possível.

É importante frisar que em casos de busca no pavimento do incêndio que necessitem que as portas dos apartamentos individuais tenham que ser forçadas para abri-las, os bombeiros se lembrem de manter a integridade destas. Aderir estritamente a esta regra de entrada forçada é de extrema importância, porque a porta do apartamento é a única barreira entre os ocupantes e a fumaça. (McGRAIL, 2007)

Com relação a busca e evacuação de áreas adjacentes ao pavimento de incêndio, estas devem ser consideradas zonas de busca "secundárias". Essas áreas devem incluir (a) escadarias; (b) pisos acima do fogo; c) área do telhado; etc (GRINWOOD, 2007a; SFFD, 2008). McGrail (2007) destaca ainda a inclusão de todos os canais verticais que permitem que a fumaça se locomova verticalmente como zonas secundárias de busca, especificamente, áreas que possam conter ocupantes em fuga e ocupantes presos, especialmente escadas e elevadores.

Muito embora existam prioridades estabelecidas para a realização das buscas, ressalta-se aqui a necessidade de que todo o edifício seja revistado para garantir que todos os ocupantes do edifício sejam contabilizados. (GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012)

#### **4.4.2 Procedimentos de Busca por Vítimas em Edificações**

Como parte de seus procedimentos operacionais padrões, a maioria dos corpos de bombeiros concluem pelo menos duas buscas separadas durante a operação. Estes são normalmente referidos como a busca primária e busca secundária. (McGRAIL, 2007)

Todavia, antes de se ordenar a realização de uma busca na edificação, devem ser considerados alguns aspectos, como aponta a Academia Nacional de Bomberos de Chile (2018):

1. Avaliar as condições estruturais do recinto;
2. Identificar a fase do incêndio (inicial, crescimento, desenvolvimento completo e diminuição);
3. Disponibilidade de pessoal capacitado e experiente;
4. Presença de vítimas potenciais no interior da edificação.

#### 4.4.2.1 Busca Primária

Trata-se de uma busca rápida e precisa, que envolve todas as áreas afetadas por fogo e fumaça que podem ser adentradas para verificação da evacuação de todos os ocupantes do local. (SFFD, 2008; ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018)

A Busca Primária é realizada por dois ou mais bombeiros, sob as instruções diretas do Comandante da Operação. Eles também ajudarão a equipe de combate a incêndio a avançar a linha de mangueira de ataque primária e forçar a entrada no compartimento de incêndio (GRINWOOD, 2007a; ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018). O Corpo de Bombeiros de Grinwood destaca ainda que a equipe principal de busca deve trabalhar em coordenação com a equipe de ataque de incêndio e nunca deverá trabalhar à frente da linha de mangueira sem o seu consentimento. (GRINWOOD, 2007a)

Além da procura por vítimas, McGrail (2007) descreve que uma boa equipe de busca também deve procurar e identificar áreas de fogo, extensão de incêndio e condições de fumaça, especialmente em áreas remotas do corpo principal do fogo. Isto porque as equipes de busca servem literalmente como uma equipe de reconhecimento para o Comandante da Operação, reunindo informações críticas e comunicando-as o mais rápido possível.

Os corpos de bombeiros estabelecem ainda alguns procedimentos a serem observados durante a busca primária. O CBPMESP (2006), em seu manual de combate a incêndio em edifícios de grande altura, descreve que o trabalho deve ser no mínimo em dupla, no qual deverá haver alcance visual entre ambos e estes devem estar ligados por um cabo da vida ou umbilical. Ainda, sempre que as condições da edificação e o número do efetivo no local permitir, também devem estar ligadas por uma cabo de busca a uma equipe na escada.

Além disso, também consta no manual que não deve haver progressão “sem antes demarcar convenientemente o ambiente já explorado, para evitar explorá-lo novamente ou que outras equipes venham a refazer” (CBPMESP, 2006). Essa é uma prática também adotada pelo Corpo de Bombeiros de Glendale, a qual está descrita na sua diretriz operacional padrão. Nessa diretriz também se exige o uso de giz/marcador para indicar o progresso da busca, a localização atual e a identidade da equipe de busca, de modo que se evite a duplicação de esforços. Quando uma equipe de busca entrar em um cômodo ou novo pavimento, deve ser feita uma marcação na porta contendo a designação da equipe e linha de giz diagonal grande e única que remeterá o início da busca no pavimento (SFFD, 2008; GLENDALE FIRE &

RESCUE, 2012). Findada a busca no cômodo ou pavimento, uma segunda linha diagonal é colocada na porta formando um grande "X" e prossegue-se com o fechamento da porta, para minimizar a propagação de fumaça e fogo. Quando todos os cômodos e unidades habitacionais do pavimento tiverem sido revistadas e marcadas, a equipe deverá preencher o "X" juntamente com a identificação da equipe na porta da escada do piso que acabou de ser revistada e passar para o próximo andar. (SFFD, 2008; GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012)

Caso exista mais de uma escadaria na edificação, é importante designar uma escada como a escada de busca para garantir que todas as equipes de busca estejam marcando o conjunto correto de portas na mesma escada para evitar duplicação de esforços. (SFFD, 2008; GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012)

Além disso, também é importante que todas as escadas sejam revistadas do porão/garagem para o telhado (GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012). Os lobbies dos elevadores também devem ser verificados porque algumas pessoas correrão para o elevador em pânico e poderão ser surpreendidas pela fumaça. Se um elevador encontrar-se parado entre os andares da edificação, ele deve ser verificado para ver se há pessoas presas nele. (SFFD, 2008; GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012)

Segundo McGrail (2007), em edifícios de grande altura residenciais e comerciais, se os ocupantes forem surpreendidos por condições de fogo e fumaça, eles podem recuar para uma grande quantidade de locais, mas o mais provável será encontrá-los perto de janelas. Assim, uma busca antecipada pelo perímetro externo da edificação poderá facilitar na localização de uma vítima e conseqüentemente no seu resgate, especialmente se as janelas forem vistas quebradas do lado de fora. (McGRAIL, 2007)

Por fim, é importante destacar aqui, que os bombeiros, ao conduzirem operações de busca e resgate, devem sempre ter uma rota de fuga planejada e, se necessário, usar uma corda guia, presa no ponto de origem (SFFD, 2008). Devem ainda se certificar de que os caminhos a serem utilizados e as rotas de escape estão desobstruídas, inclusive mantendo as portas pelas quais passar abertas, calçando-as se necessário, fechando-as no retorno. (CBPMESP, 2006)

#### 4.4.2.2 Busca Secundária

Segundo McGrail (2007) e a Academia Nacional de Bomberos de Chile (2018) a busca secundária é projetada como uma redundância para procurar e identificar quaisquer vítimas que possam não ter sido encontradas durante a busca primária. Essa pesquisa deve incluir todas as áreas e é concluída de maneira mais lenta e metódica.

É importante destacar aqui, que essa busca é feita após o incêndio ter sido controlado e a ventilação ser completada. (SFFD, 2008; ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018)

O objetivo dessa busca é ter uma equipe diferente da primeira, com uma perspectiva imparcial, não tendo ainda visto nenhuma das áreas a serem buscadas. Isso fará com que a probabilidade de uma busca secundária abrangente seja maior, sem que nenhuma área ou detalhe possa passar despercebido. (McGRAIL, 2007; ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018)

#### 4.4.3 Técnicas de Busca em uma Edificação

Durante a realização das atividades de busca e resgate em uma edificação, diversas podem ser as técnicas empregadas. Serão relatadas neste tópico algumas das principais técnicas utilizadas pela corporações de bombeiros.

##### 4.4.3.1 Busca as Cegas

Conforme preconizado pelo Manual de Capacitação em Incêndio Estrutural do CBMSC (SANTA CATARINA, 2018), podemos definir a busca às cegas como:

A técnica da busca às cegas consiste na entrada da equipe de resgatista no interior de edificações sinistradas com baixa visibilidade e visa identificar/localizar vítimas dentro da área sinistrada. O resgatista deverá tatear com suas mãos (ou utilizando ferramentas) em todo o cômodo. Iniciando da parede esquerda e continuando em todas as outras paredes (sentido horário) e depois junto ao centro do cômodo. (SANTA CATARINA, 2018)

Trata-se de uma técnica a qual complementa todas as outras técnicas de busca (objetiva, orientada, por cabo de busca ou linha pressurizada) tendo em vista que os bombeiros quase sempre atuarão em locais com baixa visibilidade ou nula.

#### 4.4.3.2 Busca Objetiva (VEIS)

Segundo FDNY (2013), local onde a técnica foi desenvolvida, a busca objetiva (Vent-Enter-Isolate-Search - VEIS) se trata do ingresso em uma estrutura através de uma abertura (porta ou janela) para procurar possíveis vítimas ou o local do incêndio, quando os principais meios de ingresso se encontram inacessíveis. Este tipo de busca nos fornece a oportunidade de procurar rapidamente um compartimento viável onde as vítimas possam estar localizadas, mas que em breve poderá se tornar insustentável devido a degradação das condições da área. (FRDNV, 2018)

Em edificações de grande altura, para se ter acesso a pavimentos fora do alcance das escadas de bombeiro convencionais, a corporação deve contar com unidades de auto-escada-mecânica ou auto-plataforma, de forma que se consiga alcançar as aberturas de pavimentos superiores.

Com relação à técnica, esta é baseada em quatro passos: vent – o qual trata da realização de uma abertura para a entrada do bombeiro; enter – o ingresso propriamente dito do bombeiro no local a ser realizado a busca; isolate – o isolamento do local através do fechamento da porta de entrada do compartimento; search – a busca propriamente dita no local.

Imediatamente após a realização da abertura da janela para sua ventilação (através da quebra ou simples abertura da mesma), o bombeiro deve observar as condições do ambiente, para determinar se a porta de acesso ao local encontra-se aberta ou fechada. Uma quantidade pequena de fumaça indica que a porta de acesso ao ambiente encontra-se fechada, enquanto a saída de fumaça turbulenta sobre pressão indica que a porta se encontra aberta. (FRDNV, 2018)

Após o ingresso do bombeiro no ambiente, a prioridade passa a ser o fechamento da porta de acesso ao local, a fim de isolar a área em que está sendo realizada as buscas. Ao isolar a área, exerce-se o controle sobre o caminho de fluxo do fogo, calor e fumaça em direção ao ponto de ventilação, bem como controla-se o fluxo de ar do ponto de ventilação em

direção à área de incêndio, realizando-se assim um controle do fogo de forma indireta. (FDNY, 2013)

Depois de fechar a porta, o membro pode começar uma busca rápida pela sala. Se uma vítima for encontrada, a principal rota de remoção será a abertura usada para entrar na sala. Como o membro não tem conhecimento do layout interno do edifício, qualquer tentativa de remover a vítima através das escadas interiores seria difícil, demorado e arriscado. (FRDNV, 2018)

O Corpo de Bombeiros de Virgínia do Norte (FRDNV, 2018) destaca ainda que o segundo bombeiro da equipe de busca deve permanecer na entrada da abertura, de preferência com uma câmera de imagem térmica, para monitorar as condições do ambiente, alertar o membro que esteja executando as buscas de quaisquer emergências, e também servir como um ponto de referência se for necessário uma rápida fuga do local.

Figura 22 - Execução de uma Busca Objetiva (VEIS).



Fonte: FRDNV (2018).

#### 4.4.3.3 Busca Orientada

Trata-se de uma busca na qual o comandante da guarnição começará a busca com seu foco principal na manutenção da orientação e integridade da guarnição (DELBELLO, 2018). Trata-se de uma técnica recomendada para uma guarnição de pelo menos três membros.

Nessa técnica o comandante da guarnição mantém-se orientado em relação a uma estrutura, tal qual uma mangueira, a parede ou uma saída. O trabalho do comandante é guiar e dirigir as técnicas de busca dos outros membros da equipe que ingressam no interior do recinto, de modo que ao fim da busca no cômodo, estes retornem até o local onde o comandante se encontra. (QUICK, 2010; ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018)

Em espaços pequenos não se requer o contato físico entre os integrantes da equipe de busca, podendo se utilizar a comunicação direta, lanternas ou golpes na parede efetuados pelo líder para indicar sua posição. (ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE, 2018)

Além do comandante da guarnição poder ouvir o membro da busca se arrastando e batendo nas paredes e nos móveis, este pode orientá-lo através do uso de uma câmera de imagem térmica, caso o corpo de bombeiros tenha uma consigo. (DELBELLO, 2018)

Figura 23 - Comandante da guarnição guiando um bombeiro com uma câmera de imagem térmica durante uma busca orientada.



Fonte: DelBello (2018).

Caso o bombeiro que adentrou ao recinto descubra uma porta para outro cômodo, ele deverá comunicar ao comandante, quando então o comandante poderá enviar um segundo bombeiro componente da equipe que se direcionará até a porta recém-descoberta encontrada durante a busca (QUICK, 2010; DELBELLO, 2018). É importante que o comandante da guarnição mantenha em mente os deslocamentos efetuados e que também cheque continuamente a evolução das condições ambientais de fogo ou de fumaça (QUICK, 2010).

#### 4.4.4 Orientação por Cabos de Busca x Orientação por Linha de Mangueira

Usualmente os bombeiros realizam buscas com linhas de mangueira pressurizadas, mantendo-as como ponto de referência durante a busca (SOP CENTER, 2010). Em atmosferas em que as condições possam se deteriorar rapidamente, a utilização de uma linha mangueira pressurizada, além de se tornar um ponto de orientação, pode ser também o ponto crucial para a sobrevivência ou não da equipe.

Todavia, em ambientes acima do pavimento do incêndio, em que existam condições não deterioradas de atmosfera, o deslocamento com uma linha de mangueira pressurizada pode se tornar excessivamente trabalhoso e lento.

Nesta ótica, as cordas de busca são elementos facilitadores para a realização de buscas em pavimentos acima do pavimento do incêndio, uma vez que o deslocamento é muito mais rápido e menos trabalhoso. (McGRAIL, 2007; SALKA JR, 2007)

De acordo com McGrail (2007), uma equipe atuando com cabos de busca deve ser idealmente composta por no mínimo 4 membros, sendo um comandante da equipe, dois resgatistas e um guia, que servirá de referência para orientação da equipe.

Uma vez tomada a decisão de usar um cabo de busca, um conjunto específico de táticas deve ser empregado para usá-lo de forma adequada e eficaz (SALKA JR, 2007).

Inicialmente, deve-se conectar a ponta do cabo de busca a um objeto robusto fora da área de perigo. Usualmente a ponta do cabo é conectada ao corrimão da escada. Assim como uma linha de mangueira conectada a um hidrante de parede no andar de baixo, queremos que nosso conjunto de cabos de busca principal guie os membros imediatamente para a segurança. (McGRAIL, 2007)

A vantagem de conectar a ponta do cabo a escada, é que assim, o bombeiro poderá carregar consigo a bolsa com o cabo, de modo que ao se progredir no interior da área de busca, não será necessário arrastar todo o cabo enquanto se prossegue (SALKA JR, 2007). Caso, se opte por deixar a bolsa com o cabo em um local seguro, depois de um deslocamento de 10 a 15 metros, com várias mudanças de direção, a fricção no cabo causaria tremenda resistência que tornaria impossível puxar o cabo ainda mais. Com o cabo saindo da bolsa à medida que você avança, não há resistência ou fricção e o cabo pode ser preso ou amarrado a objetos ao longo da rota de busca com pouco esforço (SALKA JR, 2007).

É importante lembrar que não se deve prender a bolsa do cabo na jaqueta do EPI ou em outro equipamento, pois, caso o cabo fique preso em alguma coisa, o bombeiro deve ser capaz de abandonar a bolsa e seguir o cabo de volta para uma área segura. (MILES & TOBIN, 2002)

Em termos operacionais, deve-se posicionar um membro no ponto de entrada principal para a grande área a ser feita as buscas. Esse membro deverá estar equipado com uma lanterna de alta intensidade, facilitando a orientação dos membros no retorno de volta à segurança. (McGRAIL, 2007)

De acordo com Miles & Tobin (2002), existem duas técnicas de busca que são mais usuais com os cabos de busca quais sejam a busca segurando o cabo principal (Figura 24 e Figura 25) ou a busca com através de um cabo secundário (Figura 26).

Figura 24 - Busca segurando o cabo principal.



Figura 25 - Busca segurando o cabo principal com o uso de ferramenta.



Fonte: Miles & Tobin (2002)

Na técnica segurando o cabo principal o bombeiro mantém uma mão no cabo enquanto usa o outro braço para executar um movimento de lado a lado, varrendo o chão. Caso queira aumentar o alcance, pode-se utilizar uma ferramenta para fazer a varredura. (MILES & TOBIN, 2002)

Já na técnica de busca com cabo secundário, cada bombeiro carrega consigo um cabo secundário com aproximadamente 10 metros que é conectado ao cabo principal através de um mosquetão (MILES & TOBIN, 2002). Assim, as buscas são estendidas para além do alcance da linha principal, aumentando a abrangência da busca. Quando o membro da equipe de busca

precisar retornar ao cabo de busca principal, ele apenas segue seu cabo secundário de volta para o cabo principal (MILES & TOBIN, 2002; McGRAIL, 2007). Quando os membros da equipe estão operando em cabos secundários, o comandante da guarnição pode usar uma câmera de imagem térmica para observar e guiar as buscas. (McGRAIL, 2007)

Figura 26 - Utilização de cabo secundário para extensão da área de busca.



Fonte: Miles & Tobin (2002)

Shupert (2011) frisa que em ambas as técnicas, ao deixar uma trilha com o cabo de busca, deve-se cuidar para que o cabo de busca não crie diagonais enquanto se faz mudanças de direções dentro de um mesmo ambiente. Isso porque, ao formar diagonais, o cabo pode mudar de localização e estar localizado em um ponto não seguro. Assim, quando houver a necessidade de mudar de direção, deve-se encontrar algo para amarrar o cabo, para refletir com precisão o seu caminho de pesquisa (Figura 27). (SHUPERT, 2011)

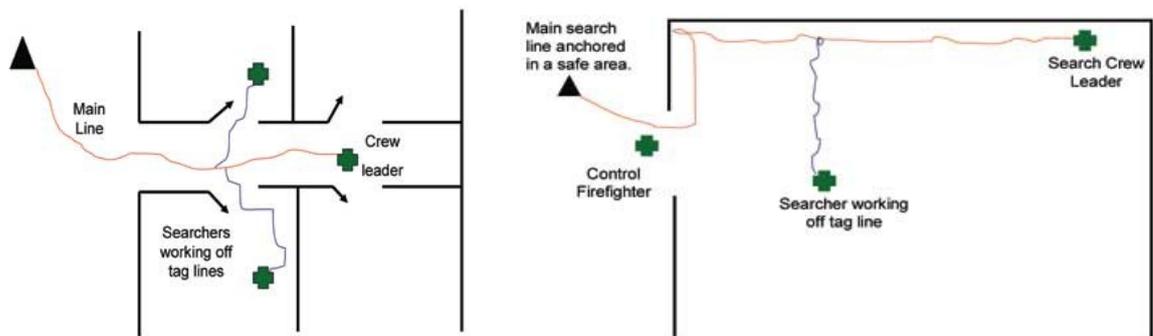
Figura 27 - Amarração do cabo de busca para mudança de direção.



Fonte: Shupert (2011)

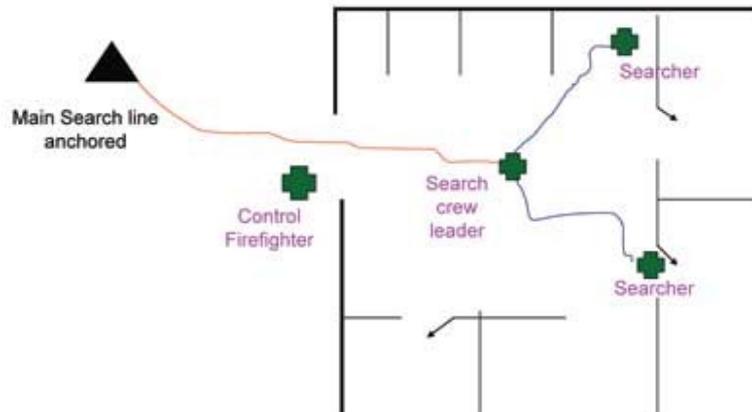
É importante destacar ainda, segundo Shupert (2011), a possibilidade de implantação de dois padrões de busca, usando os cabos de busca, quais sejam o padrão em L e o padrão em Y, ambos necessitando de uma equipe de três membros. Ambas os padrões são baseados na técnica de utilização de um cabo secundário conectado ao cabo principal.

Figura 28 - Padrões de busca em L.



Fonte: Shupert (2011)

Figura 29 - Padrão de busca em Y.



Fonte: Shupert (2011)

Por fim, de acordo com Salka Jr (2007), o cabo de busca possui outra finalidade de uso: a utilização para a implantação de uma equipe de intervenção rápida. Em resposta a um sinal de socorro ou outra emergência, quando uma equipe de intervenção rápida está adentrando na área de incêndio para localizar ou remover um bombeiro abatido, perdido ou ferido, ela também pode utilizar o cabo de busca. (SALKA JR, 2007)

#### 4.4.5 Equipes de Intervenção Rápida

Equipes de intervenção rápida (EIR) são equipes compostas por, no mínimo, 2 bombeiros em prontidão, para prover respaldo a bombeiros da equipe de busca e resgate e da equipe de combate a incêndio que atuam em atmosferas com risco imediato à vida (USFA, 1996; CUERPO DE BOMBEROS DE SANTIAGO, 2016). Esta unidade deverá estar devidamente equipada com material de entrada forçada, rádio portátil e, quando possível, câmera de imagem térmica, além de EPI e EPR completo. McGrail (2007) aponta que existem equipamentos de proteção respiratória ideais para as EIR's, pois alguns possuem duração de até 4 horas, como nos casos dos equipamentos de proteção respiratória de circuito fechado.

Estas equipes devem estar de prontidão em um local seguro, de preferência na base de apoio às equipes internas ou abaixo do pavimento do incêndio. Isto porque, caso seja necessário, terão à disposição materiais diversos presentes na base de apoio para suporte na operação. (SFFD, 2008; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017; CUERPO DE BOMBEROS DE SANTIAGO, 2016; ROGERS FIRE DEPARTMENT, 2018)

A EIR deve se familiarizar com o edifício estudando o layout da edificação no piso abaixo do pavimento do incêndio e deve monitorar de perto o tráfego de rádio para estar ciente das condições e operações que estão ocorrendo. Quando o pessoal de combate a incêndio estiver operando em locais diversos simultaneamente, pode ser necessário designar mais de uma EIR. (SFFD, 2008; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017; ROGERS FIRE DEPARTMENT, 2018)

O ponto de entrada principal usado para as operações iniciais serão as linhas de mangueira implantadas que ajudarão a rastrear a localização e a área da(s) vítima(s) e os cabos de busca (HADFIELD, 2013). A busca é realizada com base nas informações disponíveis sobre a localização mais provável do bombeiro baixado. A câmera de imagem térmica deve ser usada, se disponível. A EIR deve permanecer atenta e marcar, se possível, quaisquer riscos significativos, mudanças nas condições ou obstáculos que possam afetar a intervenção. (HADFIELD, 2013)

A EIR deve estar ciente da possibilidade de vários bombeiros necessitarem de assistência. Ao localizar-se um bombeiro baixo, o objetivo principal é fornecer ar respirável (HADFIELD, 2013). Em sequência o bombeiro abatido deverá ser removido, se possível. Se a remoção não for possível, devido ao bombeiro encontrar-se preso, ou se a EIR estiver ficando sem ar, uma linha mangueira pressurizada ou cabo de busca deve ser presa ao bombeiro baixado para suportá-lo, para a próxima equipe localizá-lo e realizar a extração. (HADFIELD, 2013)

#### 4.5 ROTINAS OPERACIONAIS DE VENTILAÇÃO TÁTICA

A ventilação tática foi um termo originalmente utilizado por Paul Grimwood como sendo as ações de ventilação ou de confinamento (anti-ventilação) por bombeiros na cena, usadas para assumir o controle no início do regime de queima do incêndio, em um esforço para obter vantagem tática durante as operações estruturais de combate a incêndios. (HENRY, 2015)

De acordo com McGrail (2007), os procedimentos de ventilação usados nas operações em edifícios de grande altura exigem muito pensamento consciente e deliberação, com avaliação contínua da sua eficácia. Isto porque não se trata apenas de uma questão de abrir janelas e aberturas para o telhado ou de se ligar um ventilador de pressão positiva. O efeito de

abrir portas internas e criar aberturas em janelas, ou no nível do telhado em escadarias, pode mudar completamente a dinâmica do ar associada aos movimentos de fogo e fumaça. (GRINWOOD, 2007a; OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT, 2017)

Segundo Hartin (2008) e Henry (2015) a primeira decisão no desenvolvimento de um plano de ventilação é estratégica. Deve se ter em mente qual é o objetivo estratégico da ventilação. As estratégias de ventilação podem apoiar as prioridades táticas de segurança de vida e controle do fogo. Em muitos casos, a ventilação tática auxilia no controle de incêndios, bem como reduz o risco para os bombeiros e ocupantes de edifícios.

Hartin (2008) destaca que, geralmente, a anti-ventilação tática e a ventilação tática são usadas em sequência. Todavia, a ventilação tática não deve ser realizada antes da colocação de linhas pressurizadas de mangueira para lidar com a taxa de liberação de calor aumentada que resultará em ar adicional fornecido ao fogo.

#### **4.5.1 Ventilação por Pressão Positiva**

Segundo Grinwood (2007b), a Ventilação por Pressão Positiva (VPP) é uma estratégia que utiliza ventiladores para forçar a entrada de ar em uma estrutura, criando um fluxo de ar em direção a uma abertura de ventilação pré-selecionada, liberando calor e fumaça de maneira rápida e controlada. Pode-se utilizar a ventilação também de modo a proteger um ambiente, como uma escadaria, por exemplo. (CHACON & KERBER, 2012)

Tal proteção é baseada no fato de que quando se utiliza a VPP em locais sem pontos de saída para ventilação, os ventiladores são capazes de criar uma pressão estática elevada no local. A pressão estática pode ser usada contra o aumento da pressão criada pelo fogo, de modo que se a pressão estática criada pelo ventilador for maior que a pressão criada pelo fogo, não haverá entrada de fumaça na escada ou no corredor, por exemplo. (CHACON & KERBER, 2012)

A ventilação por pressão positiva ganhou popularidade entre muitos corpos de bombeiros, sendo inicialmente voltada para casas, em um único cômodo específico. Entretanto, já vem sendo empregada em edificações de grande altura com sucesso, baseado em diversas pesquisas realizadas na área. (GRINWOOD, 2007b)

Frisa-se que, caso seja necessário realizar a ventilação em uma edificação de grande altura, previamente ao combate ao incêndio, deve-se inicialmente determinar a direção do

vento. Para isso, pode-se ter uma equipe de resgate replicando a situação no piso acima ou abaixo do fogo. A equipe de resgate operando no piso abaixo do incêndio abrirá a janela, avaliará as condições do vento e comunicará as condições à equipe de ataque antes da ventilação. (TRACY, 199-?; FRDNV, 2013)

Para a aplicação da ventilação por pressão positiva em edificações verticalizadas, segundo Panindre & Kumar (2015), deve-se levar em conta que esta é mais efetiva se o bombeiro optar por atacar o incêndio a partir da escada que fica próxima ao local do incêndio e ventilar através da escada mais distante do compartimento incendiado.

Apesar da possibilidade de utilização da ventilação para apoio às operações de extinção do incêndio, nas edificações de grande altura, a ventilação por pressão positiva é mais utilizada na pressurização de escadas, de modo que se obtenha uma rota de fuga segura para os ocupantes da edificação, livre de calor e fumaça, bem como para estabelecer um acesso seguro ao local do incêndio para os bombeiros.

#### 4.5.1.1 Pressurização de Escadas

Atualmente, as edificações mais recentes, com base em normativas de segurança contra incêndio e pânico, já contam com sistemas de pressurização de escadas.

Tal dispositivo é fundamental para a garantia de estabelecimento de uma rota de fuga segura para os ocupantes da edificação, pois quando esses sistemas de pressurização de escadas são projetados, calcula-se o diferencial de pressão mínima necessária entre a escada e o pavimento para manter a escada livre de fumaça e calor. O fluxo de ar máximo permitido na escada é limitado pela força necessária para abrir a porta da escada (normalmente 15 kgf para permitir que crianças e ocupantes idosos consigam abrir as portas) (CHACON & KERBER, 2012). Quando as equipes de combate a incêndio chegam na cena e o prédio é evacuado, a força limitadora necessária para abrir a porta deixa de ser uma preocupação. Neste ponto, se necessário, as equipes podem suplementar o fluxo de ar na escada usando a VPP para garantir um ambiente sustentável para as operações de supressão a partir das escadas.

É importante lembrar, segundo USFA (1996), que caso a edificação possua sistemas de pressurização de escadas, deve-se verificar se as escotilhas superiores da escada estão abertas para realizar a adequada exaustão dos gases que adentrem a escada. Sistemas de proteção contra incêndios que ativam os ventiladores para pressurizar as escadas normalmente

abrem as escotilhas automaticamente. Contudo, é importante verificar se as escotilhas estão abertas, pois o sistema não está imune a possíveis falhas.

Caso a edificação não conte com um sistema de pressurização de escadas, pode-se realizar a pressurização das escadas através da ventilação por pressão positiva. No ano de 2007, foi desenvolvido um estudo pelo NIST, o qual buscou testar a pressurização de escadas através de ventiladores de pressão positiva. Cento e sessenta experimentos foram conduzidos para avaliar a capacidade dos ventiladores de pressão positiva dos bombeiros de pressurizar uma escada em uma edificação de grande altura. Nesse estudo, a escada de 16 pavimentos foi pressurizada de acordo com as métricas de desempenho previamente estabelecidas para sistemas fixos de pressurização de escadas. (KERBER, MADRZYKOWSKI, STROUP, 2007)

De acordo com Kerber, Madrzykowski & Stroup (2007), os ventiladores portáteis foram eficazes em ventilar a escada de 16 andares e mantê-la livre de fumaça durante a pressurização. Na maioria dos casos, o ventilador portátil único na base da escada melhorou as condições na escada. O aumento da pressão reduziu bastante a quantidade de fumaça capaz de fluir para a escada sob condições de ventilação natural. Quando um segundo ventilador foi adicionado, dois andares abaixo do piso do fogo, a fumaça foi mantida completamente fora da escada, mesmo com a porta do piso aberta ou com uma porta adicional aberta. (KERBER & MADRZYKOWSKI, 2007; CHACON & KEBER, 2012)

Por exemplo, se o incêndio ocorrer no 20º andar, colocar pelo menos um ventilador na base da escada e pelo menos um próximo ao 18º andar soprando ar na escada pode atender aos requisitos mínimos da NFPA 92A (25 Pa para um prédio sem chuveiros automáticos e 12,5 Pa para um prédio com chuveiros automáticos). (KERBER, MADRZYKOWSKI, STROUP, 2007)

Abrir uma porta da escada reduz a pressão nos pisos acima da porta aberta para aproximadamente o nível ambiente, eliminando o impacto desejado do ventilador PPV. Assim, caso esteja sendo realizado o combate a incêndio, um aumento significativo na pressão pode ser alcançado fechando a porta na largura da linha de mangueira. Se a equipe de bombeiros fechar a porta da linha de mangueira em vez de mantê-la completamente aberta, a quantidade de fumaça que se infiltra na escada será bastante reduzida, melhorando as condições de segurança das equipes que estejam operando em pavimentos superiores. (KERBER, MADRZYKOWSKI, STROUP, 2007)

Os autores ainda destacam que independentemente do tamanho, os ventiladores portáteis de pressão positiva devem ser colocados de 1,2 a 1,8 m (6 pés) afastados da porta e inclinados para trás, pelo menos, 5 graus. Isso maximiza o fluxo através do ventilador e a entrada de ar ao redor do ventilador. Deve-se ainda ter atenção ao seguinte: (KERBER, MADRZYKOWSKI, STROUP, 2007)

- Colocar os ventiladores em forma de V é mais eficaz do que colocá-los em série.
- Ao tentar pressurizar uma escada alta, ventiladores portáteis sozinhos na base da escada ou em uma entrada no térreo não serão eficazes.
- A colocação de ventiladores portáteis dentro do prédio abaixo do piso de incêndio é uma maneira de gerar diferenciais de pressão que excedem os requisitos mínimos da NFPA 92A.

Por fim, ressalta-se também que é possível, caso haja um ponto de saída no topo da escadaria, realizar a exaustão de fumaça e calor através da escada pela aplicação da ventilação por pressão positiva, viabilizando os trabalhos de montagem de linhas de ataque pelas equipes de combate a incêndio. (GLENDALE FIRE & RESCUE, 2012)

#### **4.5.2 Ventilação Hidráulica**

A ventilação hidráulica em edificações de grande altura deve ser tratada apenas como um meio auxiliar de ventilação. Isto porque a ventilação hidráulica pode aumentar os danos causados pela água na edificação, pode esgotar o já escasso suprimento de água disponível para o combate a incêndio que possa estar ocorrendo em outros pontos, pode demorar demasiadamente para ventilar compartimentos superaquecidos após a extinção do incêndio, e pode haver necessidade de se interromper a ventilação para substituição da equipe de trabalho ou para a troca dos cilindros do de ar.

Segundo Feyst (2018) ao se desempenhar a ventilação hidráulica, deve se ter em mente que ela funciona melhor em pequenos ambientes, como quartos, banheiros, cozinhas, e assim por diante. A ventilação de áreas maiores, como uma sala grande ou áreas de convivência com conceito aberto, pode exigir assistência de um ventilador de pressão positiva ou ventilação vertical. A ventilação hidráulica ajudará em áreas maiores, mas pode levar mais tempo para se notar os efeitos do que em salas menores, onde você pode notar mudanças imediatas.

Após o fogo ter sido extinto e optado pela realização da ventilação hidráulica, deve-se utilizar um jato neblinado, com uma distância de pelo menos 1 a 3 metros da abertura escolhida. Deve-se estar ciente de cobrir cerca de 80-90% da janela garantindo que o padrão seja amplo o suficiente para tocar todos os quatro lados da janela, deixando os cantos abertos para a fumaça e o calor. (ROMANGUS, 2018)

É importante ressaltar também, que se deve evitar obstruir e influenciar no fluxo de ar a ser gerado, uma vez que tal ação diminui a eficácia da técnica empregada. Assim, deve-se evitar se manter em pé, ou se postar em frente a aberturas. (FEYST, 2018)

#### **4.5.3 Anti-Ventilação**

A anti-ventilação é uma estratégia usada com grande eficácia pelos bombeiros europeus para isolar o fogo e reduzir ou impedir que o ar flua para alimentar um incêndio. O conceito permite que os incêndios sejam confinados no compartimento de origem com mais frequência e apresentam um incêndio geralmente menor para lidar. De acordo com Grinwood (2007b), trata-se de uma abordagem que deve ser a principal estratégia empregada, até que o Comandante da Operação tenha identificado um objetivo ou um motivo viável para criar aberturas e iniciar a ventilação.

Hartin (2008) considera que, caso se opte pela introdução da anti-ventilação na doutrina de combate a incêndio na corporação, deve-se ter em mente o seguinte:

- Quando a água não puder ser imediatamente aplicada ao fogo, o fechamento de portas (anti-ventilação) geralmente melhora as condições no interior da estrutura.
- Se a água puder ser imediatamente aplicada ao fogo a partir do ponto de entrada ou próximo ao ponto de entrada, a anti-ventilação pode não ser necessária antes do ataque direto (porém não piorará a situação do incêndio).
- A anti-ventilação, a partir do controle de portas no caminho do fluxo (de calor e gases) para confinar fumaça quente e gases de combustão pode tornar as operações mais seguras e melhorar a tenacidade, tanto dos ocupantes presos, quanto dos bombeiros.

Segundo Henry (2015), a anti-ventilação deve ser considerada uma ação temporária, pois a ventilação deve ocorrer em algum momento da operação de supressão e pode ser extremamente benéfica, desde que a localização e o momento sejam apropriados para o objetivo. Isto é especialmente importante em incêndios em edifícios de grande altura, uma vez

que o acesso limitado pode forçar os bombeiros a entrar no caminho do fluxo (de calor e gases) ao se abrir e adentrar em um compartimento ou corredor. Portanto, os bombeiros devem se aproximar da porta com um plano claro que envolva abrir apenas as portas de que precisam e, mais importante, fechando outras para manter um ambiente seguro. Henry (2015) cita que isto é particularmente vital se eles estiverem passando por apartamentos abertos que possam criar um caminho de fluxo unidirecional de gases e calor até que se alcance o compartimento do incêndio, especialmente se houver risco de uma condição de incêndio dominado pelo vento.

Com relação às ações de controle de fluxo de gases e calor, um dispositivo em particular vem sendo aplicado com grande eficiência pelos corpos de bombeiros mundo afora: o *smoke stopper*. Trata-se de uma espécie de cortina feita do mesmo material que um *fire blanket* (dispositivo de controle de ventilação). O objetivo é usar a cortina para fechar a abertura da porta.

Para atingir esse objetivo, o *smoke stopper* tem um mecanismo de posicionamento embutido que pode ser usado com rapidez e eficiência. De acordo com Lambert (2015), o mecanismo é composto por uma haste que pode ser ajustada à largura da porta, através de um dispositivo que permite que a tensão seja adicionada manualmente (Figura 30). Dessa forma, a extremidade superior da cortina pode ser firmemente fixada na moldura da porta, mantendo a extremidade superior da porta completamente vedada. A gravidade auxiliará com que a cortina se le a extremidade inferior da porta. Assim, a cortina ficará pendurada livremente, o que permite que ela se mova e que os bombeiros adentrem o compartimento vedado pelo *smoke stopper*.

Figura 30 - Instalação de um *smoke stopper* em uma porta.



Fonte: Reick (2014)

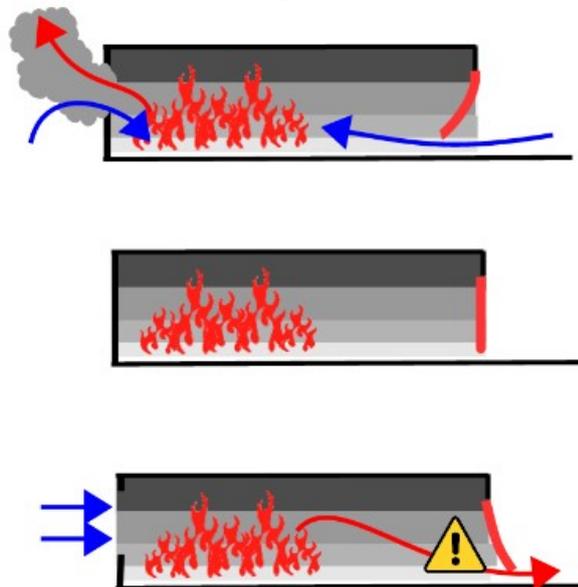
Ceriello & Dorpe (2018) apontam que os *smokes stoppers* podem ser utilizados em edificações verticalizadas como medida para controlar a abertura da porta da escada enquanto se estica, pressuriza e avança a linha de ataque. Lambert (2015) destaca diversas outras utilizações para o *smoke stopper*: como limitador do fluxo de oxigênio para o interior do compartimento; como limitador do fluxo de retorno dos ventiladores de pressão positiva (Figura 31); para avaliação das condições de comportamento do fogo através de uma avaliação pela cortina – conforme o movimento da cortina (Figura 32), e como limitador dos danos causados pela fumaça na edificação.

Figura 31 - *Smoke stopper* como limitador do retorno de um ventilador de pressão positiva, otimizando seu uso.



Fonte: Lambert (2015).

Figura 32 - Avaliação do comportamento do fogo no compartimento através do movimento do *smoke stopper*.



Fonte: Lambert (2015).

Apesar das vantagens da utilização do *smoke stopper*, Lambert (2015) destaca dois pontos negativos para sua utilização: em virtude do seu tamanho e do seu método de transporte (através de bolsas), torna-se difícil transportá-lo no combate a incêndio em edificações de grande altura, devido aos diversos outros equipamentos a serem transportados; outro ponto é que a implantação do *smoke stopper* pode reduzir significativamente a visibilidade em um fogo ventilado com muita fumaça no compartimento.

#### 4.5.4 Wind-Driven Fires – Incêndios Dominados pelo Vento

O vento é uma preocupação particular durante as operações em edificações de grande altura, já que a força do vento normalmente aumenta com o aumento da altitude, devido às mudanças na densidade do ar e às reduções no atrito do ar com a superfície da terra.

Mudanças na ventilação, como a abertura de portas ou janelas, podem intensificar o fogo e permitir que chamas e gases de combustão se espalhem para além do cômodo de origem. Quando uma janela em uma edificação falha em consequência de um incêndio, a incidência de vento pode criar aumentos significativos e rápidos na produção de calor de um incêndio. (MADRZYKOWSKI et al., 2010)

Em estudos realizados pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia – NIST, em colaboração com o Instituto Politécnico da Universidade de Nova York, o Corpo de Bombeiros de Chicago e o Corpo de Bombeiros de Nova York, foram examinados os efeitos do vento em incêndios em edificações de grande altura e a eficácia de várias táticas de combate nesses incêndios. (MADRZYKOWSKI & KERBER, 2009).

Esses estudos foram uma tentativa de recriar o cenário no incêndio ocorrido na Avenida Vandalia (1998) e, entre muitas outras coisas, mediram as temperaturas no corredor da edificação (de 100 °C para um pico de 600 °C após 100 segundos da falha da janela, sem vento; comparado a 100 °C para 1000 °C em 40 segundos em uma situação com vento), bem como o aumento na taxa de liberação de calor (1-2 MW antes da falha da janela, para 13-14 MW após a falha da janela sem vento; e 19 MW em uma situação com vento) e do aumento do fluxo de calor. (MADRZYKOWSKI & KERBER, 2009).

Visando lidar com as altas temperaturas, bem como com o aumento do fluxo de calor e aumento da taxa de liberação de calor, foram desenvolvidos e testados duas táticas: o dispositivo de controle de vento e um esguicho para edificações de grande altura (*high-rise nozzle*).

De acordo com Madrzykowski et al. (2010) o dispositivo de controle de vento é um dispositivo implantado a partir do piso acima do fogo, para limitar o impacto do vento. O dispositivo de controle de vento é essencialmente uma cortina de material resistente ao fogo que pode ser desenrolada sobre uma abertura de janela para deter o momento do vento e limitar o oxigênio disponível para o fogo (Figura 33). Segundo testes realizados com o dispositivo, houve uma redução de temperatura em um corredor externo ao compartimento

incendiado, após a implantação do dispositivo, de mais de 50% em 60 segundos (MADRZYKOWSKI et al., 2010). Além disso, o dispositivo também ajudou a reduzir os fluxos de calor, bem como a mitigar a velocidade dos gases em função do vento externo.

Figura 33 - Implantação do dispositivo de controle de vento em uma edificação.



Fonte: Madrzykowski & Kerber (2009)

A utilização de um esguicho específico para edificações de grande altura, como já debatido no item 4.3.1.6 referente ao ataque transicional, foi outra ação avaliada durante esse estudo, o qual obteve resultados extremamente positivos.

Em suma, bloquear o vento com um dispositivo de controle de vento ou aplicar água ao fogo com um esguicho para edificações de grande altura mitiga os efeitos do vento sobre os incêndios e possibilita aos ventiladores de pressão positiva a manutenção de uma maior pressão nas escadas em relação ao pavimento do incêndio, impedindo que a fumaça e o calor se espalhem pela edificação. De acordo com Madrzykowski et al. (2010) esta tática mantém os acessos verticais da edificação sustentáveis para os ocupantes da edificação e para os bombeiros.

#### 4.6 ROTINAS DE COMANDO E CONTROLE DA OPERAÇÃO

O comando efetivo de uma operação em uma edificação de grande altura começa muito antes do acionamento para a ocorrência. De acordo com Smith (2003), os comandantes devem ter uma compreensão detalhada desses edifícios e de seus layouts, ocupação potencial, localização de sistemas de alarme e sistemas de proteção existentes. Com a primeira indicação de um incêndio em uma edificação deste tipo, o comandante precisa solicitar recursos

adicionais, ainda que a ocorrência não se confirme. Isto porque o tempo resposta em edificações desse tipo é aumentado substancialmente em relação a ocorrências ordinárias, devido à distância a ser percorrida até o local do incêndio (SMITH, 2003; McGRAIL, 2007).

Ceriello & Dorpe (2018) destacam ainda a necessidade de, durante o despacho inicial, ser incluído pelo menos uma ambulância ou outra unidade dedicada exclusivamente ao atendimento pré-hospitalar, pois isso resultará em uma possibilidade de tratamento precoce das vítimas e de dedicação exclusiva das equipes de combate a incêndio nas operações de combate a incêndio e busca e resgate.

Por fim, conforme Smith (2003) aponta, assim que o incêndio for confirmado e o apoio for requisitado, deve-se identificar a localização do posto de comando e ativar/destacar equipes para exercer algumas funções específicas tais como a Base de Controle do Saguão, a Base de Apoio às Equipes Internas e a Unidade de Suporte de Escadas, como será visto a seguir.

#### **4.6.1 Localização do Posto de Comando**

De maneira geral, recomenda-se que o Posto de Comando esteja localizado fora da edificação e, preferencialmente, a uma distância aproximada de 60 metros (USFA, 1996; CBPMESP, 2006; SFFD, 2008). Todavia, tal distância poderá ser alterada conforme as características da edificação sinistrada e sua maior ou menor propensão ao colapso estrutural.

Essa metragem específica está atrelada a altura média das edificações, bem como com o tamanho dos quarteirões, de modo a possibilitar, caso a edificação se encontre no meio do quarteirão, uma visão tanto do prédio quanto das operações que estejam ocorrendo ao nível do solo (CBPMESP, 2006).

#### **4.6.2 Base de Controle do Saguão (Controle de Lobby)**

A Base de Controle do Saguão (também conhecida como Controle de Lobby) é responsável pelo controle do pessoal do corpo de bombeiros e civis que entram ou saem do prédio, pela confirmação da localização do incêndio para posterior comunicação ao comandante da operação, pelo estabelecimento dos pontos de entrada e saída para o período operacional e pelo controle de elevadores e de escadas (SMITH, 2003; KASTROS, 2014).

Com relação ao controle de pessoas, o chefe do Controle de Lobby deve garantir que todas as equipes sejam registradas e direcionadas para os meios de ascensão específicos, quais sejam a escada, ou em alguns casos em que se faça possível, os elevadores, os quais serão designados pela própria equipe do Controle de Lobby. Conforme Neuharth (2010), é de extrema importância o registro das equipes e de civis que entram e saem para que, em eventuais necessidades de uma evacuação devido a um possível colapso estrutural, tenha-se certeza de que a edificação tenha sido evacuado por completa, sem que ninguém tenha ficado para trás.

Ainda, conforme o CBPMESP (2006), caso não seja possível a comunicação do exterior para o interior da edificação, instalar-se-á nessa base um sistema de comunicação que possibilite o intercâmbio de informações tanto com as equipes do interior, quanto com as equipes localizadas no exterior da edificação.

Outra função do Controle do Lobby é a orientação do material necessário a ser levado para a Base de Apoio às Equipes Internas, uma vez que em operações de grande vulto, será exigido um grande complemento de mangueiras, esguichos e adaptadores, cilindros de ar, ferramentas de entrada forçada, materiais de atendimento pré-hospitalar, entre outros. (KASTROS, 2014)

Por fim, segundo Smith (2003), como última atribuição do Controle de Lobby, podemos citar que é de responsabilidade dessa equipe a pressurização de escadas, quando da ausência de escadas pressurizadas por sistemas da edificação. Caso existam sistemas de pressurização, passa a ser de responsabilidade do Controle de Lobby a verificação de sua apropriada operação e do seu controle.

#### **4.6.3 Base de Apoio às Equipes Internas**

Trata-se, como o próprio nome já diz, de uma base de apoio às equipes que estão atuando na zona quente da edificação, mais precisamente no pavimento do incêndio e andares acima. A Base de Apoio às Equipes Internas usualmente é postada dois andares abaixo do pavimento do incêndio, ou mais, dependendo das condições do incêndio, podendo ser implantada em um corredor ou área aberta, mas nunca na escada (SMITH, 2003; CBPMESP, 2006; McGRAIL, 2007; KASTROS, 2014). Isto porque, a base deve estar longe o suficiente do incêndio de modo a garantir uma zona segura para postagem de equipamentos e pessoal,

mas também próxima o suficiente para acesso rápido das equipes à zona quente (McGRAIL, 2007). Ainda com relação a localização da base, Smith (2003) aponta que esta base deve possuir um grau de mobilidade para que possa ser realocada caso ocorra o fenômeno chamado “*reverse stack effect*”.

É função primordial da Base de Apoio às Equipes Internas servir como uma base logística para o fornecimento de equipamentos e pessoal, de modo a prover um apoio direto às operações de combate a incêndios. Nessa base estarão dispostos materiais de reposição (cilindros de ar, mangueiras, esguichos, materiais de atendimento pré-hospitalar, entre outros) para as equipes de combate e exploração, busca e salvamento. (SMITH, 2003; CBPMESP, 2006)

Essa base também oferecerá reabilitação e atendimento médico para o pessoal envolvido em operações de combate a incêndio e/ou de resgate, em virtude da necessidade da rotação das equipes, fadiga ou até mesmo de ferimentos de bombeiros e/ou vítimas. (KASTROS, 2014)

Destaca-se também, como responsabilidade da base, o controle do acesso à escada para os pavimentos superiores visando impedir que equipes não autorizadas entrem na área quente sem a devida permissão. (SMITH, 2003)

Por último, Kastros (2014) aponta que nenhuma equipe deve chegar a base de apoio interna sem estar carregando algum equipamento. Isto porque em incêndios de grandes proporções, sempre haverá necessidade de material suplementar, podendo ser minimamente transportados cilindros de ar, mangueiras, adaptadores e esguichos, ferramentas de entrada forçada, equipamentos de atendimento pré-hospitalar, etc.

#### **4.6.4 Unidade de suporte de escada (USE)**

A unidade de suporte de escada (USE) é implementada quando o material de apoio a operação não puder ser movido para a Base de Apoio às Equipes Internas por elevador ou for necessário uma fonte adicional de água para o combate (SMITH, 2003). O Corpo de Bombeiros da Filadélfia implementou este conceito no incêndio no edifício Meridian Plaza em 1993. Segundo relatos, cinco alarmes foram necessários para transportar uma linha de 5” até o 30º andar, em um esforço para criar uma fonte secundária de água.

O funcionamento desta unidade consiste na disposição de bombeiros em pontos específicos da escada de modo que o transporte dos materiais por um bombeiro da unidade seja limitado a um determinado de pavimentos. Por exemplo, conforme descreve McGrail (2007), em uma unidade de suporte de escada, os equipamentos que chegam ao lobby devem ser levados por um bombeiro até o terceiro andar. Lá encontraria um bombeiro que levaria o equipamento para o quinto andar, e assim por diante, até chegar a base de apoio às equipes internas.

O autor ainda ressalta que os membros da unidade devem dispensar qualquer equipamento de proteção individual desnecessário, especificamente a jaqueta e calça de combate a incêndio. Isto porque o peso adicional, juntamente com a retenção de calor associada ao EPI, levará o bombeiro rapidamente à fadiga e, potencialmente, ao esgotamento pelo calor. McGrail (2007) destaca ainda que todos os outros EPIs, incluindo o capacete, o EPR, a jaqueta e a calça de combate a incêndio, podem ser arrumados no canto do piso ao qual ele está designado. Assim, o equipamento estará imediatamente disponível se as condições mudarem no local ou se a equipe desse membro for transferida para tarefas de combate a incêndio.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento urbano contínuo, que tem feito com que cada vez mais e mais os espaços urbanos sejam aproveitados da melhor forma possível, faz com que surjam, a cada dia, edificações cada vez maiores e mais robustas. No estado de Santa Catarina, mais especificamente no município de Balneário Camboriú temos diversos desses exemplos, possuindo pelo menos 25 edificações com 150 metros ou mais de altura construídos ou em fase de construção. Outras cidades do estado possuem algum grau de verticalização, tal qual Itapema, Itajaí, São José, Florianópolis e Criciúma, todavia, nenhum próximo da realidade de Balneário Camboriú.

Ao estudarmos esse tipo de edificação, devemos tratá-las como edificações de grande altura, tendo em vista que as diversas literaturas apontam para tal, uma vez que, ou as edificações possuem 22~23 metros (75 pés) ou mais, ou essas edificações se encontram a tamanha altura que acaba por eliminar a opção de acesso exterior (auto-escada ou auto-plataforma), saída, ataque e controle de ventilação, necessitando assim de estratégias de combate interior.

Muito embora as normas de segurança contra incêndio e pânico tem evoluído ao longo do tempo, há sempre a chance da ocorrência de um incêndio em uma edificação deste tipo. Diversos são os incêndios ocorridos na história recente dessas edificações, como podemos citar o Edifício Joelma, Andraus, Andorinha, Wilton Paes de Almeida, New York Plaza (1970); First Interstate Bank (1988); One Meridian Plaza (1991); World Trade Center (2001); East Parque Central (2004); The Windsor Tower (2005); Deutsche Bank Building (2007); Dubai Tanweel (2012); Marina Torch (2015); Grenfell Tower (2017) entre diversos outros. Mesmo as edificações possuindo diversos sistemas contra incêndio e pânico, incêndios ocorreram. E nesses incêndios ocorridos, mesmo corporações de bombeiros bem preparadas tiveram dificuldades em lidar com os incêndios, tamanho a complexidade tática e técnica como também logística que tais ocorrências proporcionam.

Assim, tendo em vista que estas ocorrências empregam, em muitos casos, procedimentos e rotinas operacionais diferentes daquelas atreladas aos incêndios estruturais comuns, fez-se um estudo das rotinas empregadas a esse tipo de edificação, buscando-se especificar cada tipo de rotina operacional.

Durante o desenvolvimento do trabalho, buscou-se esmiuçar 6 rotinas operacionais

empregadas em edificações de grande altura: rotinas operacionais envolvendo elevadores; rotinas operacionais envolvendo escadas; rotinas operacionais de combate a incêndio; rotinas operacionais de busca e resgate; rotinas operacionais de ventilação tática; e rotinas operacionais de comando e controle da operação.

Dentre as rotinas operacionais envolvendo elevadores, buscou-se abordar questões atinentes às vantagens logísticas do uso de elevadores em operações de combate a incêndio em edificações de grande altura; a viabilidade de uso de elevadores, principalmente sobre o uso de elevadores de emergência; a segurança para sua operação em casos de incêndio; e procedimentos de corte de energia que possibilitem o uso ou não dos elevadores.

Tratando-se das rotinas operacionais envolvendo escadas, discorreu-se acerca dos tipos de escadas comumente encontradas em edificações de grande altura e como estas podem vir a influenciar no trabalho operacional das equipes de bombeiros, principalmente no que tange à definição da escolha da escada de ataque para as equipes de combate a incêndio e definição da escolha da escada de evacuação e busca e resgate.

Nas rotinas de combate a incêndio, pode-se perceber claramente as diferenças operativas inerentes as operações de combate a incêndio em edificações de grande altura. Inicialmente, a questão do abastecimento nesse tipo de edificação já é uma rotina que se deve ter bastante atenção, tendo em vista limitações de pressurização do sistema hidráulico preventivo, de potência da bomba do caminhão e principalmente das mangueiras de combate a incêndio, que é o ponto mais frágil do sistema. Ainda, para o combate a incêndio nesse tipo de edificação, deve-se realizar a seleção do equipamento adequado, frente às possíveis baixas pressões comumente encontradas, bem como a grande distância das viaturas com os equipamentos necessários. Ressalta-se aqui que os diâmetros de mangueiras e esguichos são essenciais para o sucesso operativo, por possibilitarem trabalhar com menores perdas de carga e baixas pressões. É importante destacar também que a montagem de estabelecimento nesse tipo de edificação deve ser tratado de maneira singular (utilização de cleveland load e hose packs), visando maior agilidade para uma resposta mais rápida e eficaz. Por fim, ao se tratar do combate propriamente dito, deve-se avaliar a situação a qual o incêndio se encontra, de modo que se possa atuar diretamente no combate do mesmo ou se realizar um ataque transicional, para que se possibilite posteriormente a extinção do foco do incêndio de maneira segura.

Com relação às rotinas operacionais de busca e resgate, percebe-se claramente a

especificidade das edificações de grande altura, principalmente no tocante aos padrões de busca realizados nessas edificações. Uma vez definido o padrão a ser adotado pela corporação, procede-se com a busca das vítimas através de buscas primárias e secundárias que podem ser realizadas através de técnicas de busca às cegas e buscas orientadas tanto por cabos de busca, quanto por auxílio de linhas de mangueira pressurizadas. Ainda, é importante destacar, que dependendo da altura da edificação e caso haja auto-escada ou auto-plataforma disponível, a utilização destas para a realização de uma busca objetiva. Por fim, com relação às buscas, é importante citar também o emprego de equipes de intervenção rápida dispostas estrategicamente em locais específicos da edificação para que, caso haja necessidade de um resgate rápido de um bombeiro ou uma equipe em perigo, esta esteja a pronto emprego.

Recentemente, as rotinas operacionais de ventilação tática vindo sendo cada vez mais estudadas para que o emprego destas seja eficiente e seguro. A dinâmica da ventilação em edificações de grande altura é diferenciada das edificações comuns, tendo em vista a proporção vertical que estas apresentam. Assim, para a ventilação por pressão positiva, deve-se levar em consideração alguns aspectos específicos, principalmente em relação à pressurização de escadas para manutenção de rotas de fuga seguras e extração de fumaça e calor. Pode-se ainda, de maneira suplementar aliar técnicas de ventilação hidráulica, bem como empregar a anti-ventilação previamente à ventilação para o controle do incêndio. Cabe destacar também que, principalmente a elevadas alturas, é grande a possibilidade da existência de um incêndio dominado pelo vento, em caso de falha de janelas, que determinarão procedimentos específicos para ventilação tática.

Em relação a última rotina operacional, a qual trata do comando e controle de operação, existem alguns procedimentos que devem ser observados, principalmente no que tange à localização do posto de comando, a implantação de uma base de controle do saguão (também conhecida como controle de lobby), uma base de apoio às equipes internas e uma unidade de suporte de escada, caso seja necessário, para viabilizar a logística da operação.

Tudo isso posto, percebe-se claramente que tais edificações possuem singularidades que requerem abordagens operacionais adequadas e específicas de modo que as corporações que atuem, possuam POPs claramente definidos, bem como estejam treinadas adequadamente para executá-los com eficiência.

## 5.1 SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS

De acordo com o apresentado ao longo do trabalho e verificando que o CBMSC não possui um quadro de pressões necessárias a serem empregada por bombas hidráulicas para alcançar cada conjunto de pavimentos, sugere-se que seja feito um estudo prático, de modo a determinar e elaborar uma quadro com as pressões empregadas pelos ABTRs da corporação e as alturas efetivas alcançadas, visando disponibilizar uma base para consulta rápida para quem opera as bombas de caminhões em operações.

Existe também a necessidade de estudarmos, de maneira prática, o alcance vertical máximo efetivo que podemos atingir com os equipamentos que possuímos, a partir do solo, para que tenhamos uma ideia de até qual pavimento acima do solo conseguimos efetuar um ataque transicional efetivo.

Ainda, pode-se realizar também um estudo prático para se verificar quais são as pressões mínimas que podemos de fato estar empregando para pressurizar um cleveland load de maneira efetiva e propiciar um combate seguro.

Por fim, suscita-se que seja estudado e desenvolvido um procedimento operacional específico para este tipo de edificação, principalmente por haver rotinas diferenciadas a serem adotadas e, também, para que estas rotinas sejam adaptadas a realidade de efetivo e de operação do CBMSC.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE – ANBC. **Técnicas de Búsqueda y Rescate en Incendios**. Guía de Autoinstrucción N° 7. Santiago, Chile. 2018. Disponível em: [http://www.anb.cl/documentos\\_sitio/2314\\_guia\\_busq\\_rescate.pdf](http://www.anb.cl/documentos_sitio/2314_guia_busq_rescate.pdf). Acesso em: 04 de julho de 2019.

AGUIAR, Tatiana de. **Geodesign como teoria de planejamento: a verticalização de Balneário Camboriú-SC**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental – Profissional) – Curso de Pós-Graduação do Centro de Ciências Humanas e Educação – FAED, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

ARAÚJO, Glauco. **Um mês após desabamento de prédio em SP, duas pessoas seguem desaparecidas**. G1 SP. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/um-mes-apos-desabamento-de-predio-em-sp-duas-pessoas-seguem-desaparecidas.ghtml>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

ARES,E; POTTON E; WILSON, W. **Grenfell Tower fire: Response and tackling fire risk in high rise blocks**. Briefing Paper, Number 7993. Commons Library Briefing. June, 2017. Disponível em: [http://www.tallbuildingfiresafety.com/downloads/Grenfell\\_Tower\\_fire\\_June17.pdf](http://www.tallbuildingfiresafety.com/downloads/Grenfell_Tower_fire_June17.pdf). Acesso em: 22 de Maio de 2019.

BHATIA, A. **Stairwell Pressurization Systems**. Continuing Education and Development, Inc. 20-?. Disponível em: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Stairwell%20Pressurization%20Systems.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2019.

CERIELLO, John & DORPE, Peter Van. **High-Rise Structure Fire Tactics**. Firehouse. January, 2018. Disponível em: <https://www.firehouse.com/home/article/12383723/highrise-structure-fire-tactics-firehouse-magazine>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

CHACON, Joseph & KERBER, Steve. **Smoke Management in High-Rise Structures**. Fire Engineering. January 02, 2012. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/print/volume-165/issue-2/features/smoke-management-in-high-rise-structures.html>. Acesso em: 19 de junho de 2019.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO – CBPMESP. **Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. Combate a incêndios em edifícios altos**. 1ª Edição. Volume. 16. São Paulo, 2006.

CRAPO, William F. **Fire Protection Hydraulics and Water Supply**. Third Edition. Jones & Bartlett Learning. Burlington, MA. December, 2015.

CUERPO DE BOMBEROS DE SANTIAGO – CBS. **Extinción de Fuego en Edificios de Altura (EFEA)**. Procedimiento de Operación Estándar. Julho 21, 2016. Disponível em: [http://www.cbsebs.cl/upl/1484259227\\_descarga\\_8\\_efea.pdf](http://www.cbsebs.cl/upl/1484259227_descarga_8_efea.pdf). Acesso em: 16 de junho de 2019.

2019.

DELBELLO, Chris. **The Oriented Search**. Firehouse. July, 2018. Disponível em: <https://www.firehouse.com/operations-training/thermal-imagers/article/21002603/the-oriented-search-for-firefighters>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

DEPARTMENT FOR COMMUNITIES & LOCAL GOVERNMENT. **General Risk Assessments 3.2 - Fire and rescue authorities operational guidance. Fighting fires - in high rise buildings**. 2014.

EUROPEAN PUBLIC SERVICE UNION - EPSU. **The Grenfell Tower fire – an atrocity caused by profit and deregulation**. EPSU Firefighters' Network. December, 2018. Disponível em: <https://www.epsu.org/sites/default/files/article/files/FBU%20EPSU%20Grenfell%20December%202018.pdf>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

FEYST, Mark Van Der. **Engine Company Ops: Hydraulic Ventilation**. Fire Engineering. June, 2018. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/2018/12/engine-company-ops-hydraulic-ventilation.html>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

FIRE AND RESCUE DEPARTMENTS OF NORTHERN VIRGINIA – FRDNV. **High-Rise Building Fires**. Firefighting and Emergency Operations Manual. Second Edition. June, 2013.

FIRE AND RESCUE DEPARTMENTS OF NORTHERN VIRGINIA – FRDNV. **Truck Company Book 4–Search and Rescue**. Firefighting and Emergency Operations Manual. First Edition. February, 2018.

FIRE DEPARTMENT OF NEW YORK – FDNY. **Firefighting Procedures – Ventilation**. June, 2013. Disponível em: [https://www.firecompanies.com/modernfirebehavior/governors%20island%20online%20course/story\\_content/external\\_files/ffp\\_b10.pdf](https://www.firecompanies.com/modernfirebehavior/governors%20island%20online%20course/story_content/external_files/ffp_b10.pdf). Acesso em: 06 de julho de 2019.

FISHLOCK, Mark. **HIGH-RISE Fire Fighting**. 2013. Disponível em: <http://www.highrisefire.co.uk/>. Acesso em: 25 de novembro de 2018.

GERHARDT, Tatiane Engel & SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GLENDALE FIRE & RESCUE. **High Rise SOG**. January, 2012. Disponível em: <https://www.glendaleca.gov/Home/ShowDocument?id=13924>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

GRAY, Sean. **Hitting Targets and Cooling Surfaces: It's How You Apply the Stream**. Fire Engineering. February, 2018. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/print/volume-171/issue-2/supplement/hitting-targets-and-cooling-surfaces-it-s-how-you-apply-the-stream.html#gref>. Acesso em: 27 de agosto de 2019.

GRINWOOD, Paul. **High-rise Model – Fire-fighting Standard Operating Procedure**

(SOP). February, 2007a. Disponível em: <http://www.cfbt-be.com/images/teksten/Grimwoods-High-Rise-SOP.pdf>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

GRINWOOD, Paul. **Tactical Ventilation SOP Offers Clear Guidance**. 3D Firefighting Safety Bulletin. March, 2007b. Disponível em: <http://www.cfbt-be.com/images/teksten/Grimwood%20-%20Tactical%20Ventilation.pdf>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

GRINWOOD, Paul. **Euro Firefighter: Global Firefighting Strategy and Tactics, Command and Control and Firefighter Safety**. Jeremy Mills Publishing. January 8, 2008. Disponível em: <https://img1.wsimg.com/blobby/go/877d587b-6900-4f7f-b145-e75cc02aff97/downloads/EURO%20FIREFIGHTER%202008.pdf?ver=1561300008353>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

HADFIELD, Ed. **Searching Techniques for Rescuing One of Your Own**. Target Solutions by Vector Solutions. August, 2013. Disponível em: <https://www.targetsolutions.com/featured-contributors/techniques-for-searching-and-rescuing-one-of-your-ownall/>. Acesso em: 07 de julho de 2017.

HARTIN, Ed. **Ventilation Strategies: International Best Practice**. CFBT-US, LLC. 2008. Disponível em: <http://cfbt-us.com/pdfs/VentilationStrategies.pdf>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

HENRY, Greg. **The influence of modern fire behaviour research on high-rise and structure fire fighting tactics and procedures**. The Winston Churchill Memorial Trust of Australia. 2015. Disponível em: [https://www.churchilltrust.com.au/media/fellows/Henry\\_G\\_2015\\_High-rise\\_and\\_structure\\_fire\\_fighting\\_1.pdf](https://www.churchilltrust.com.au/media/fellows/Henry_G_2015_High-rise_and_structure_fire_fighting_1.pdf). Acesso em: 08 de julho de 2019.

HOVELMANN, Jason. **15-step tactic to deploy a high-rise attack line**. FireRescue1. August 21, 2013. Disponível em: <https://www.firerescue1.com/cod-company-officer-development/articles/1505360-15-step-tactic-to-deploy-a-high-rise-attack-line/>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION – IFSTA. **Pumping Apparatus Driver/ Operator Handbook**. 3rd Edition. 2015.

JORNAL DO BRASIL. **Incêndio em São Paulo mata 177 pessoas**. Ano LXXXIII — N.º 293. Rio de Janeiro, 02 de fevereiro de 1974. Disponível em: [http://memoria.bn.br/pdf/030015/per030015\\_1974\\_00298.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/030015/per030015_1974_00298.pdf). Acesso em: 21 de maio de 2019.

KLANE, Bernard & SANDERS, Russel. **Structural Fire Fighting**. National Fire Protection Association - NFPA, 2000.

KASTROS, Demetrius .A. **High-Rise 101**. Fire Engineering. April 23, 2014. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/2014/04/high-rise-101.html>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

KERBER, Stephen; MADRZYKOWSKI, Daniel; STROUP, David. **Evaluating Positive Pressure Ventilation In Large Structures: High-Rise Pressure Experiments**. National Institute of Standards and Technology. March, 2007. Disponível em: [https://ws680.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=861427](https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=861427). Acesso em: 09 de julho de 2019.

KERBER, Stephen & MADRZYKOWSKI, Daniel. **Evaluating Positive Pressure Ventilation In Large Structures: High-Rise Fire Experiments**. National Institute of Standards and Technology. November, 2007. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-464f40cd1cbbdcd136a811968cb24e4d/pdf/GOVPUB-C13-464f40cd1cbbdcd136a811968cb24e4d.pdf>. Acesso em: 09 de julho de 2019.

LEIHBACHER, Doug. **Elevators 101: The Use of Elevators at High-Rise Fires**. Fire Engineering. January, 2003. <https://www.fireengineering.com/articles/print/volume-156/issue-1/features/elevators-101-the-use-of-elevators-at-high-rise-fires.html>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

LAMBERT, Karel. **Wind Driven Fires**. Compartment Fire Behaviour Training – Belgium – CFBT-BE. August, 2010. Disponível em: [www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel\\_03\\_ENG.pdf](http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel_03_ENG.pdf). Acesso em: 08 de julho de 2019.

LAMBERT, Karel. **Gas cooling: a new approach**. Compartment Fire Behaviour Training – Belgium – CFBT-BE. September, 2012. Disponível em: [http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel\\_14\\_ENG.pdf](http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel_14_ENG.pdf). Acesso em: 10 de agosto de 2019.

LAMBERT, Karel. **Transitional attack**. Compartment Fire Behaviour Training – Belgium – CFBT-BE. February, 2014a. Disponível em: [http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel\\_21\\_ENG.pdf](http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel_21_ENG.pdf). Acesso em: 04 de agosto de 2019.

LAMBERT, Karel. **Hose Handling**. Compartment Fire Behaviour Training – Belgium – CFBT-BE. October, 2014b. Disponível em: [http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel\\_24\\_ENG.pdf](http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel_24_ENG.pdf). Acesso em: 04 de agosto de 2019.

LAMBERT, Karel. **The smoke stopper**. Compartment Fire Behaviour Training – Belgium – CFBT-BE. May, 2015. Disponível em: [http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel\\_27\\_EN.pdf](http://www.cfbt-be.com/images/artikelen/artikel_27_EN.pdf). Acesso em: 08 de julho de 2019.

MADRZYKOWSKI, Daniel; KERBER, Stephen. **Fire Fighting Tactics Under Wind Driven Fire Conditions: 7-Story Building Experiments**. Technical Note N° 1629. Gaithersburg, MD. National Institute of Standards and Technology. April, 2009.

MADRZYKOWSKI, Daniel; KERBER, Stephen; KUMAR, Sunil; PANINDRE, Prabodh.

**Wind, Fire and High-Rises.** Mechanical Engineering Magazine Select Articles. Volume 132. Issue 07. July 1<sup>st</sup>, 2010.

MADRZYKOWSKI, Daniel & WALTON, William D. **Cook County Administration Building Fire, 69 West Washington, Chicago, Illinois, October 17, 2003: Heat Release Rate Experiments and FDS Simulations.** NIST Special Publication SP-1021. Washington, DC: National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce. July, 2004.

MAGEE, Clay. **Standpipes 101, Part 2: A Beginner's Guide to Standpipe Firefighting.** Fire Engineering. January 15, 2019a. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/2019/01/standpipes-101-part-2-a-beginners-guide-to-standpipe-firefighting.html>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

MAGEE, Clay. **Standpipes 101, Part 3: A Beginner's Guide to Standpipe Firefighting.** Fire Engineering. February 06, 2019b. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/2019/02/standpipes-101-part-3.html>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

MAGEE, Clay. **Standpipes 101, Part 4: A Beginner's Guide to Standpipe Firefighting.** Fire Engineering. March 07, 2019c. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/2019/03/standpipes-101-part-4.html#gref>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

McGRAIL, David M. **Firefighting Operations in High-Rise and Standpipe-Equipped Buildings.** 2007.

MILES, John & TOBIN, John. **Search Rope Basics For Large Areas.** Fire Engineering. December, 2002. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/print/volume-155/issue-12/departments/training-notebook/search-rope-basics-for-large-areas.html>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

MORIARTY, John. **The Roundabout Hose Load.** Fire Rescue 1. Carmel Fire Department. January, 2010. Disponível em: <https://www.firerescue1.com/fire-products/tools/hoses/articles/747955-The-Roundabout-Hose-Load/>. Acesso em: 26 de agosto de 2019.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION – NFPA. **NFPA 101 Life Safety Code.** 2018.

NEUHARTH, Aric. **High-Rise Fire Training.** Fire Rescue. March 31, 2010. Disponível em: <https://www.firerescuemagazine.com/articles/print/volume-5/issue-4/firefighting-operations/high-rise-fire-training.html>. Acesso em: Maio de 2019.

OCEAN CITY FIRE DEPARTMENT – OCFD. **Standard Operating Guidelines – High-rise Fires.** July 24, 2017. Disponível em: [https://oceancitymd.gov/Fire\\_Department/sop/415.pdf](https://oceancitymd.gov/Fire_Department/sop/415.pdf). Acesso em: 15 de junho de 2019.

OFFICE OF THE DEPUTY PRIME MINISTER – ODPM. **Physiological Assessment of Firefighting, Search and Rescue in the Built Environment**. Fire Research Technical report. UK Government (ODPM). February, 2005.

ONO, R.; VENEZIA, A. P. P.; VALENTIN, M. V. Arquitetura e urbanismo. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. (Orgs.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 123-134.

PANINDRE, Prabodh & KUMAR, Sunil. **Sequential Positive Pressure Ventilation for High-Rise Fires**. International Journal of Mechanical and Production Engineering (IJMPE), pp. 32-37, Volume – 3, Issue - 2. July, 2015. Disponível em: [http://www.worldresearchlibrary.org/up\\_proc/pdf/42-143661342730-36.pdf](http://www.worldresearchlibrary.org/up_proc/pdf/42-143661342730-36.pdf) Acesso em: 09 de julho de 2019.

PENNEL, Gayle. **Fire pumps in high-rise buildings**. Consulting – Specifying Magazine. July, 2009. Disponível em: <https://www.csemag.com/articles/fire-pumps-in-high-rise-buildings/>. Acesso em: 14 de julho de 2019.

PEQUENO, Igor Bernardo Alcoforado Oliveira et al. **A Padronização de Procedimentos Operacionais no Combate a Incêndio em Edificações Elevadas**. Rio de Janeiro: CBMERJ, 2011.

PHILADELPHIA FIRE DEPARTMENT. **High Rise Procedure**. Operational Procedure #33. December, 2004.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

QUICK, Victoria. **Mastering the Firefighter-Oriented Search Method**. Firefighter Nation. January, 2010. Disponível em: <https://www.firefighternation.com/articles/2010/01/mastering-the-firefighter-oriented-search-method.html>. Acesso em: 06 de julho de 2019.

REICK, Michael. **Using Smoke Curtains in Multi-Story Buildings**. Fire Rescue Magazine. January, 2014. Disponível em: <https://www.firerescuemagazine.com/articles/print/volume-9/issue-7/strategy-and-tactics/using-smoke-curtains-in-multi-story-buildings.html>. Acesso em: 09 de julho de 2019.

ROMANGUS, Kyle. **Hydraulic Ventilation with Fog Streams**. Pass It On – Fire Training. June 3, 2018. Disponível em: <https://passitonfiretraining.wordpress.com/2018/06/03/hydraulic-ventilation-with-fog-streams/>. Acesso em: 01 de julho de 2018.

ROGERS FIRE DEPARTMENT – RFD. **Rogers Fire Department Standard Operating Procedure**. Volume: Tactics. August, 2018.

SALKA Jr, John. J. **The Search Rope = Survival**. Firehouse. April 1<sup>st</sup>, 2007. Disponível em:

<https://www.firehouse.com/operations-training/article/10505557/the-search-rope-survival>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

SAN FRANCISCO FIRE DEPARTMENT – SFFD. **High Rise Manual**. San Francisco, California. January, 2008.

SANTA CATARINA. **Instrução Normativa 001 – Da Atividade Técnica**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Florianópolis: CBMSC, 2014a.

SANTA CATARINA. **Instrução Normativa 009 – Sistema de Saídas de Emergência**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Florianópolis: CBMSC, 2014b.

SANTA CATARINA. **Manual de Capacitação em Combate a Incêndio Estrutural**. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Florianópolis: CBMSC, 2018.

SCHPIL, I.; RIBEIRO, A.; TIBOLA, M. **História do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. 1ª Edição. Florianópolis, 2017.

SEITO, Alexandre Itio et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SEKIZAWA, Ai. **One Year Since the High-Rise Fire in London**. August, 2018. Disponível em: [http://www.kaigai-shobo.jp/pdf/201808\\_FESC201805\\_SpecialContribution.pdf](http://www.kaigai-shobo.jp/pdf/201808_FESC201805_SpecialContribution.pdf). Acesso em: 20 de abril de 2019.

SHAPIRO, Paul. **High Rise, Big Water, Part 1**. Fire Rescue Magazine. May 1<sup>st</sup>, 2016. Disponível em: <https://www.firerescuemagazine.com/articles/print/volume-11/issue-5/firefighting-operations/high-rise-big-water-part-1.html>. Acesso em: 03 de agosto de 2019.

SHUPERT, Steve. **Rope-Based Search Techniques**. Fire Engineering. January, 2011. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/articles/print/volume-164/issue-5/departments/training-notebook/rope-based-search-techniques.html>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

SILVEIRA, Markus Vinicius. **Segurança contra incêndio e pânico: um estudo sobre sistemas destinados ao abandono seguro de ocupantes em edificações elevadas**. Florianópolis: CEBM, 2015.

SMITH, Michael L. **Safety And Command For High-Rise Fires**. Firehouse. February 28, 2003. Disponível em: <https://www.firehouse.com/safety-health/article/10544960/safety-and-command-for-highrise-fires>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

SOP CENTER. **3.2.4.1 - High Rise Operations**. Standard Operational Procedures. November 27, 2010. Disponível em: <https://www.sopcenter.com/index.php/downloads/sop-center-sops-sogs/3-0-emergency-operations/3-2-fire-suppression/3-2-4-special-facilities-hazards/223-3-2-4-1-high-rise-operations/file>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

SURREY FIRE SERVICE. **High-Rise Fire Service Study**. City of Surrey, British Columbia.

December, 2008.

SYLVIA, Dick. **Fire Service Hydraulics**. Second Edition. Fire Engineering. 1970.

TERPAK, Michael. **High-Rise Buildings: What to Know Before You Go**. Firehouse. February, 2018. Disponível em: <https://www.firehouse.com/operations-training/article/12369822/highrise-building-operations-for-firefighters>. Acesso em: 04 de março de 2019.

TRACY, Jerry. **High Rise Handbook**. Fire Department of New York City. 199-?. Disponível em: [https://firenotes.ca/download/FDNY\\_High\\_Rise\\_Handbook.pdf](https://firenotes.ca/download/FDNY_High_Rise_Handbook.pdf). Acesso em: 04 de março de 2019.

UNITED STATES FIRE ADMINISTRATION – USFA. **Highrise Office Building Fire One Meridian Plaza**. Technical Report Series – USFA-TR-049. Philadelphia, Pennsylvania. February, 1991.

UNITED STATES FIRE ADMINISTRATION – USFA. **Operational Considerations for Highrise Firefighting – Special Report**. Technical Report Series – USFA-TR-082. Philadelphia, Pennsylvania. April, 1996.

VIEIRA, Alexandre. **Análise do Desempenho da Extração de Fumaça nas Escadas de Emergência na Gestão dos Riscos Durante os Incêndios em Edifícios Altos**. Florianópolis: CEBM, 2018.

WEINSCHENK, Craig; STAKES, Keith; ZEVOTEK, Robin. **Impact of Fire Attack Utilizing Interior and Exterior Streams on Firefighter Safety and Occupant Survival: Air Entrainment**. UL Firefighter Safety Research Institute. Columbia, MD 21045. December, 2017