



Ráisse Layane de Paula Saraiva

**Método Para Capacitação de Ocupantes de  
Edifícios Residenciais em Segurança Contra  
Incêndio**

**TESE DE DOUTORADO**

Instituto de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Tese orientada pelo  
professor Dr. Luiz Maurício Furtado Maués

Raísse Layane de Paula Saraiva

# **Método Para Capacitação de Ocupantes de Edifícios Residenciais em Segurança Contra Incêndio**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutora.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués

**Belém, 24 de março de 2022.**

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



## MÉTODO PARA CAPACITAÇÃO DE OCUPANTES DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

AUTORA:

**RAÍSSE LAYANE DE PAULA SARAIVA**

TESE SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADO EM: 24 / 03 / 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués  
Orientador (UFPA)

Profa. Dra. Rosaria Ono  
Membro Externo (USP)

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto  
Membro Externo (UFC)

Prof. Dr. Antonio Erlindo Braga Junior  
Membro Externo (UEPA)

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço  
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço  
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

S243m Saraiva, Raisse Layane de Paula.  
Método Para Capacitação de Ocupantes de Edifícios  
Residenciais em Segurança Contra Incêndio / Raisse Layane de  
Paula Saraiva. — 2022.  
159 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Luiz Maurício Furtado Maués  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de  
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,  
Belém, 2022.

1. Comportamento humano em incêndio. 2. simulação de  
abandono. 3. treinamento contra incêndio. I. Título.

CDD 624

---

**Aos meus pais, Régila e Artanhan.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todo o processo que percorri para chegar até aqui. Pude sentir o seu cuidado em cada momento, principalmente nos dias mais difíceis.

Aos meus pais, Régila e Artanhan, pelo suporte emocional, por nunca terem deixado faltar nada e por serem duas rochas, junto comigo, nas muitas vezes em que esse processo foi doloroso e sofrido. Muito obrigada por fazerem de tudo por mim e por acreditarem que eu poderia ir ainda mais longe. Agradeço também à minha irmã Rayane que, apesar da pouca idade, não deixa de ser uma motivação para que eu busque a cada dia ser alguém melhor.

À minha tia Regina, por todo cuidado e carinho e, sobremaneira, pelos momentos de intercessão pela minha vida junto à cruz de Jesus. Por todos os conselhos, por sempre me ouvir, ou por sempre me sentir – ainda que eu não diga uma palavra sequer.

Ao meu namorado Vinicius, agora companheiro de profissão, caminhada e de vida, que chegou trazendo o amor, a paz e o cuidado que eu jamais havia vivenciado. Agradeço também pelas inúmeras contribuições técnicas realizadas para a execução deste trabalho.

Ao meu filhote Oreo, pela sua existência e pelas muitas linhas desta tese escritas com ele em meu colo (ou em meus pés, porém sempre junto!).

À minha tia Régina (Tota) por ter compartilhado muito da minha dor comigo em uma situação específica e quando eu não tinha mais nada a oferecer, e por ter me ouvido sempre que precisei e nem sabia exatamente o quê e como falar.

Aos meus avós Maria Celis, Cely e Chico, pela intercessão e pelo carinho, por mais que eu tenha estado distante muitas vezes.

Às minhas amigas que estiveram mais próximas durante o desenvolvimento desta tese: minha prima Cleia, Sany, Michella, Tatiana, Renata, Jéssyka e Jessika. Cada uma contribuiu com um momento específico, mas sempre estiveram disponíveis e torcendo por cada pequena vitória.

Ao meu orientador Luiz Maurício pela parceria, dedicação e zelo. Por todas as reuniões e momentos de trabalho dispensados a mim. Agradeço por nunca ter deixado faltar nenhum subsídio para a execução do trabalho e, principalmente, por nunca ter me deixado desistir, ainda que fosse essa a minha opção.

Ao Marcos Silva, bolsista de iniciação científica na temática desta tese e que muito contribuiu com o seu desenvolvimento, principalmente quanto à simulação computacional e que me socorreu nas muitas vezes que precisei.

À UNIFESSPA, nas pessoas dos meus amigos e chefes Carlos Mavíael e Tarciso, por ter me propiciado o afastamento das minhas atividades laborais para que pudesse me dedicar integralmente ao desenvolvimento desta tese.

Ao PPGEC/UFPA, pela oportunidade de aprimoramento profissional que me foi concedida.

A todos os colegas do PPGEC pelas alegrias e lutas compartilhadas e por contribuírem uns com os outros, sempre que possível.

Aos membros da banca por dispensarem seu tempo para ler o trabalho e contribuir com o seu aprimoramento.

A todos os participantes do trabalho, aos militares dos Corpo de Bombeiros, aos síndicos e administradores condominiais, porteiros e vigias, moradores e todas as pessoas que aceitaram contribuir de alguma maneira com o desenvolvimento do trabalho.

Meu muito obrigada a todos que contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho ou com a minha vida pessoal durante a sua execução! Que Deus possa lhes retribuir sempre em dobro!

## RESUMO

Apesar da existência de normas, leis e decretos que propiciam a segurança em edificações residenciais, incêndios continuam a ocorrer no Brasil e no mundo e podem ser fatais dada a sua gravidade e desde que os ocupantes não saibam o que fazer. Essa problemática se torna ainda mais complexa em edificações altas (altura superior a 30 metros), onde são empregados sistemas de proteção contra incêndios, porém ainda não há – no Brasil – a obrigatoriedade de treinamento contra incêndio para os ocupantes. Autores focados no estudo do comportamento humano em situações de incêndio já afirmaram que a adequação das respostas (ou do comportamento) é a chave para que a edificação seja abandonada com segurança em caso de necessidade e para garantir maior segurança aos ocupantes das edificações. Diante do exposto, este trabalho, através do *Design Science Research* (DSR), teve como objetivo o desenvolvimento de um método de treinamento contra incêndio para ocupantes de edificações residenciais altas. O método teve duas vertentes de composição: i) análise teórica (onde normas, leis, decretos, boas práticas e incêndios já ocorridos foram utilizados como fontes de informação) e ii) simulação computacional (onde foram testadas as hipóteses). Como produtos, foram desenvolvidos um fluxograma e uma listagem dos conteúdos a serem utilizados no treinamento. Em seguida o método foi validado, sendo analisadas a validade interna, a validade externa, a validade do conteúdo e a validade do constructo. Para tanto, profissionais especialistas do Corpo de Bombeiros, em 12 estados brasileiros, responderam a 42 questionários atestando a validade do método e considerando-o adequado, compreensível, objetivo, replicável e apropriado para o objetivo ao qual se dispôs. Além da confirmação do impacto negativo do tempo pré-movimento, foi possível verificar ainda que a quantidade de ocupantes no edifício, bem como as distâncias percorridas por estes são fatores de extrema importância no processo de abandono e devem ser verificados em novos projetos visando melhorar a sua segurança. Para além disto, três edificações foram utilizadas para o desenvolvimento do estudo e tiveram o método de treinamento aplicado, sendo avaliado finalmente pelos próprios ocupantes e participantes do treinamento, que o consideraram aceitável e responsável por lhes propiciar mais segurança.

Palavras-chave: Comportamento humano em incêndio, simulação de abandono, treinamento contra incêndio.

## **ABSTRACT**

Despite the existence of norms, laws and executive orders that provide safety in residential buildings, fires continue to occur in Brazil and worldwide and can be fatal given their severity and provided occupants do not know what to do. This problem becomes even more complex in high buildings (height greater than 30 meters), where fire protection systems are employed, but still there is no – in Brazil – mandatory fire training for occupants. Authors focused on the study of human behavior in fire situations have already stated that the adequacy of responses (or behavior) is the key for the building to be safely abandoned in case of need and to ensure greater safety to the building occupants. In view of the above, this work, through Design Science Research (DSR), aimed to develop a fire training method for occupants of tall residential buildings. The method had two aspects of composition: i) theoretical analysis (where norms, laws, executive orders, good practices and fires already occurred were used as sources of information) and ii) computational simulation (where the hypotheses were tested). As products, a flowchart and a listing of the contents to be used in the training were developed. Then, the method was validated, analyzing the internal validity, external validity, content validity and construct validity. To this end, specialist professionals from the Fire Department, in 12 Brazilian states, answered 42 questionnaires attesting to the validity of the method and considering it appropriate, understandable, objective, replicable and appropriate for the objective to which it was available. In addition to confirming the negative impact of pre-movement time, it was also possible to verify that the number of occupants in the building, as well as the distances covered by these are extremely important factors in the abandonment process and should be verified in new projects aimed at improving their safety. In addition, three buildings were used for the development of the study and had the training method applied, finally being evaluated by the occupants themselves and training participants, who considered it acceptable and responsible for providing them with more safety.

**Key-words:** Human behavior in fire, evacuation simulation, fire training.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo da resposta humana em incêndio	24
Figura 2 – Modelo de tempos de saída	25
Figura 3 – Delineamento da pesquisa	57
Figura 4 - Etapas da RSL	60
Figura 5 – Questionário pós-treinamento	74
Figura 6 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento	81
Figura 7 – Compartimentação do pavimento tipo do edifício A	82
Figura 8 – Visualização da simulação do edifício A	83
Figura 9 – Elevador de emergência do edifício B	85
Figura 10 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento do edifício B	86
Figura 11 – Compartimentação do pavimento tipo do edifício B	87
Figura 12 – Visualização da simulação do edifício B	87
Figura 13 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento do edifício C	90
Figura 14 - Compartimentação do pavimento tipo do edifício C	91
Figura 15 – Visualização da simulação do edifício C	92
Figura 16 – Procedimento a ser realizado em caso de incêndio	96
Figura 17 – Conteúdos do treinamento de cada grupo de ocupantes	97
Figura 18 – Procedimento ajustado a ser realizado em caso de incêndio (pós-validação)	101
Figura 19 – Conteúdos do treinamento de cada grupo de ocupantes (pós-validação)	102
Figura 20 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício A	104
Figura 21 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício A	105
Figura 22 – Ponto de encontro do edifício A	106

**LISTA DE FIGURAS (continuação)**

Figura 23 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício B	107
Figura 24 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício B	108
Figura 25 – Ponto de encontro do edifício B	109
Figura 26 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício C	110
Figura 27 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício C	111
Figura 28 – Ponto de encontro do edifício B	112
Figura 29 – Síntese do método de treinamento e sua operacionalização	114

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de responsabilidades quanto aos HOE's	34
Quadro 2 – Análise de incêndios residenciais no Reino Unido	40
Quadro 3 – Eventos de incêndios diversos	41
Quadro 4 - Características dos softwares de simulação de incêndio	48
Quadro 5 – Estimativas de tempo pré-movimento	50
Quadro 6 – Estimativas de velocidade de movimento	52
Quadro 7 – Características da DSR	55
Quadro 8 – Adequação desta pesquisa ao método do DSR	56
Quadro 9 – Atendimento dos objetivos específicos pelas etapas da pesquisa	58
Quadro 10 – Informações das edificações estudadas	68
Quadro 11 – Informações sobre a ocupação das edificações	68
Quadro 12 – Principais parâmetros a serem utilizados nos modelos	69
Quadro 13 – Relação entre itens do questionário de validação e os aspectos de validação	72
Quadro 14 – Tempos de saída (mínimo e máximo) dos ocupantes em cada cenário	80
Quadro 15 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício A	83
Quadro 16 – Tempos de saída dos ocupantes em cada cenário no edifício B	84
Quadro 17 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício B	88
Quadro 18 – Tempos de saída dos ocupantes em cada cenário no edifício C	89
Quadro 19 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício C	93
Quadro 20 – Quantificação das respostas à validação por estado	98
Quadro 21 – Resultados da validação por questão	99
Quadro 22 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício A	115

**LISTA DE QUADROS (continuação)**

Quadro 23 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício B 117

Quadro 24 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício C 119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Neste item são apresentados alguns dos símbolos utilizados nesta tese. Aqueles que não estão aqui apresentados têm seu significado explicado assim que mencionados ao longo do texto desta pesquisa.

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASET	Available safe evacuation time
CBM	Corpo de Bombeiros Militar
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CDP	Current Door Preference
CIPA	Comissão Interna de Prevenção Contra Acidentes
CSI	Cultura de Segurança Contra Incêndio
DSR	Design Science Research
ENT	Emergent Norm Theory
FICAM	Ficha de inscrição no cadastro de manutenção
HOE's	Human and organizational errors
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
NBR	Norma Brasileira
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Norma Regulamentadora
PADM	Protective Action Decision Model
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
RSET	Required safety evacuation time
SCI	Segurança contra incêndio
SFPE	Society of Fire and Protection Engineers
SPCI	Sistemas de prevenção e combate a incêndio
TRRF	Tempo requerido de resistência ao fogo

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Justificativa e questão de pesquisa .....	19
1.2 Objetivos.....	21
1.2.1 Objetivo Geral .....	21
1.2.2 Objetivos Específicos .....	21
1.3 Pressuposto .....	21
1.4 Limitações .....	21
1.5 Estrutura do Trabalho .....	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	23
2.1 Caracterização do comportamento humano em incêndio.....	23
2.2 O processo de tomada de decisão em um incêndio .....	26
2.3 Fatores e mitos que afetam a tomada de decisão durante um incêndio.....	27
2.4 O treinamento e a cultura de prevenção contra incêndios.....	33
2.5 As responsabilidades durante um incêndio residencial .....	35
2.6 Características do fogo e do incêndio: o que podemos aprender com o passado?.....	37
2.8 Análise dos softwares de simulação .....	45
2.9 Tempo pré-movimento e Velocidade de movimento .....	49
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	53
3.1 Enquadramento metodológico.....	53
3.2 Delineamento da pesquisa .....	56
3.3 Fase 1 – Premissas de pesquisa .....	58
3.3.1 Pesquisa exploratória e RSL.....	58
3.3.2 Pressuposto de pesquisa e sua verificação.....	61
3.3.3 Escolha do software de simulação a ser empregado.....	63
3.4 Fase 2 – Elaboração do método de treinamento .....	65
3.4.1 Embasamento teórico .....	65
3.4.2 Simulação .....	66
3.5 Fase 3 – Validação e ajuste das ferramentas que compõem o método de treinamento .....	70
3.6 Fase 4 – Preparação de material para o treinamento a partir do ajuste das ferramentas .....	72
3.7 Fase 5 – Aplicação do método de treinamento.....	74
4 RESULTADOS .....	75
4.1 Premissas de pesquisa.....	75
4.2 Método de treinamento.....	78

4.2.1 Simulação Computacional.....	78
4.2.2 Simulação do Edifício A.....	79
4.2.3 Simulação do Edifício B.....	84
4.2.4 Simulação do Edifício C.....	88
4.2.5 Análise comparativa entre as simulações .....	94
4.2.6 Embasamento teórico .....	95
4.3 Validação e ajuste das ferramentas que compõem o método de treinamento .....	98
4.4 Material para o treinamento.....	103
4.4.1 Edifício A .....	103
4.4.2 Edifício B.....	106
4.4.3 Edifício C.....	109
4.4.4 Slides .....	112
4.5 Síntese do método de treinamento.....	113
4.6 Aplicação do método de treinamento .....	114
4.6.1 Edifício A .....	114
4.6.2 Edifício B.....	116
4.6.3 Edifício C.....	118
4.6.4 Comparativo entre as aplicações e considerações gerais.....	120
4.6.5 Replicação do método de treinamento.....	121
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	123
REFERÊNCIAS .....	125
APÊNDICE A – PROCESSO DETALHADO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL) .....	135
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OCUPANTES DOS EDIFÍCIOS ..	138
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO APLICADO COM OS PROFISSIONAIS DOS CORPOS DE BOMBEIROS ESTADUAIS DO BRASIL .....	141
APÊNDICE D – CARTILHA .....	144
APÊNDICE E – PLANILHA DE LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DAS INSTRUÇÕES TÉCNICAS BRASILEIRAS .....	148
APÊNDICE F - SLIDES UTILIZADOS NO TREINAMENTO DO EDIFÍCIO C .....	152

## 1 INTRODUÇÃO

O rápido crescimento e a modernização de cidades nos países em desenvolvimento, atrelado ao grande aumento da população em regiões metropolitanas, resulta no crescimento da construção de edifícios altos devido à escassez de espaço físico nas cidades (Ma *et al.* 2012). Entretanto, nestes edifícios, potenciais acidentes podem causar mortes e prejuízos econômicos, devido à complexidade de sua estrutura e à alta densidade populacional, como destacam Han *et al.* (2013). Desastres por incêndios em edifícios altos são grandes ameaças à segurança pública urbana, devido à variabilidade de materiais combustíveis responsáveis por alimentar as chamas e sua propagação (KOBES *et al.*, 2010).

O principal avanço no âmbito da segurança contra incêndio no Brasil e no mundo diz respeito às normativas, leis e decretos que almejam propiciar a segurança contra incêndio o que, de acordo com Bennetts e Thomas (2002), ocorre como resultado de grandes incêndios. Apesar das normativas já existentes, os incêndios continuam a ocorrer no Brasil. Essas ocorrências possuem uma escassa bibliografia nacional, haja vista a não existência de um banco de coleta de informações uniformizado. Não obstante, Corrêa, Silva e Pires (2017) analisaram a estatística de mortes em incêndios em edificações em Recife/PE, recomendando que estudos qualitativos em relação a incêndios ocorridos sejam implementados, principalmente de forma nacional, visando o avanço de políticas públicas preventivas.

Corrêa *et al.* (2015) relataram um número expressivo de incêndios em edificações residenciais na cidade de Recife/PE, entre os anos de 2011 e 2015 o que deixa transparecer que, apesar da existência de normativas e códigos específicos, os incêndios continuam a ocorrer. Nestas situações, as pessoas precisam ser retiradas da edificação com segurança, o que torna o abandono de área (ou evacuação de emergência) uma das principais preocupações para projetistas de edifícios, ocupantes de edifícios e governos (SHIELDS, BOYCE E MCCONNELL, 2009).

Atrelado aos sistemas de proteção, são esperados comportamentos e ações específicos para os ocupantes das edificações. Neste âmbito Proulx (2001) cita que o comportamento dos ocupantes varia de acordo com três elementos principais: a) as características do ocupante; b) as características do edifício; e c) características do fogo – estas são inerentes a uma ocorrência específica de incêndio, portanto, as demais características podem ser trabalhadas na busca por aprimorar a segurança dos ocupantes e do edifício.

Quanto às características do ocupante, Gerges *et al.* (2017), Cordeiro *et al.* (2011) e Proulx (1999) relatam que adequar as respostas e a movimentação no processo de abandono de área pode desempenhar um papel importante para evitar danos pessoais que comprometam a sua integridade e que possam levar à morte.

Nessa conjuntura foi constatado que as pessoas têm diferentes percepções dos sinais de incêndio, influenciando em diferentes tipos de reação, sendo suas decisões determinadas com base na personalidade, experiência, conhecimento e treinamento prévio, os quais são processados e assimilados em um tempo limitado disponível, para tomar a decisão mais apropriada de ação (ZHANG, SONG E XU, 2008).

Acerca destes aspectos, Suvar *et al.* (2020) reforçam que o comportamento humano em situações complexas – como é o caso de um incêndio – constitui um processo de tomada de decisão, sendo citado anteriormente por Ruppel e Schatz (2011), que incorporar fatores humanos no desenvolvimento de sistemas de prevenção e combate a incêndio (SPCI) compreende um grande desafio e é o fator chave na performance de qualquer sistema de segurança contra incêndio (LOVREGLIO *et al.*, 2019).

No tocante às características do edifício, a sua natureza (se comercial ou residencial) é capaz de influenciar no comportamento dos ocupantes em um incêndio. Apesar da existência de pesquisas específicas em edificações residenciais, Thompson, Galea e Hulse (2018) fizeram uma ampla revisão de literatura e puderam concluir que a maior parte dos trabalhos foca em incidentes ocorridos em indústrias, espaços públicos e comerciais, já uma pequena parcela da literatura possui como objeto de estudo residências e seus ocupantes.

Esse foco apenas em indústrias e espaços públicos ou comerciais não é justificado pelas estatísticas, uma vez que apesar de os incêndios em residências representarem de 8 a 20% de todos os eventos notificados, são a causa de 58 a 70% de todas as lesões e fatalidades relacionadas a incêndios no Reino Unido (AHRENS; EVARTS, 2019), por exemplo. Então não podem ser deixados de lado. Similaridades são encontradas também nas estatísticas de incêndio da Suécia (RUNEFORS; JOHANSSON; VAN HEES, 2016) e da China (WANG; LU; LI, 2005).

No Brasil, no caso de edifícios comerciais e empresas em geral, além das normas e códigos estaduais, a Norma Regulamentadora 23 (NR-23) atua como um meio adicional capaz de propiciar segurança às pessoas no local de trabalho, dispondo medidas de proteção e prevenção contra incêndios e de atribuições específicas em caso de atividades de alta periculosidade, como a obrigatoriedade de manter uma equipe de brigadistas ou uma Comissão

Interna de Prevenção Contra Acidentes (CIPA) e ainda dispor sobre treinamentos regulares de segurança com os funcionários. No caso dos edifícios residenciais, essa realidade é distinta.

No que tange os edifícios residenciais, não há a obrigatoriedade do treinamento e preparo dos ocupantes de edificações residenciais para agir em situações de incêndio, o que reflete uma defasagem que pode ter inúmeras consequências.

Nesta conjuntura, Hayes (2017) afirma que edifícios residenciais não são infraestruturas menos perigosas do que pontes, represas, fábricas de produtos químicos ou aeronaves. Diferente das empresas – onde os cargos e responsabilidades são bem definidos – a gestão de segurança de um edifício residencial deixa dúvidas sobre como o trabalho será estruturado e quem tem motivações éticas, financeiras e legais sobre os acontecimentos (HAYES, 2017).

Nesse quadro, Gerges *et al.* (2017) informam que a análise do comportamento humano em incêndios é realizada há um tempo significativo, sendo a publicação precursora realizada por Breaux e Wood, em 1980, nos Estados Unidos. Todavia, pesquisas desta natureza ainda não são difundidas no Brasil, o que já era apontado por Tavares (2009) e reafirmado mais recentemente por Sá (2018).

A fim de entender o comportamento humano em uma situação de incêndio em edifícios de escritórios, Cordeiro *et al.* (2011) aplicaram um questionário de 14 perguntas a 255 usuários de edificações e constataram que 63% dos pesquisados não conhecem o plano de abandono do seu edifício e 43% não tinham certeza de quais medidas deveriam tomar em uma situação de incêndio. A pesquisa também concluiu que, quando há treinamento prévio referente às situações de incêndio, o percentual de usuários que observa onde estão as saídas de emergência ao entrar numa edificação aumenta.

Além de analisar o comportamento, é importante preparar as pessoas para que saibam o que fazer. Neste âmbito, Andrade e Cruz (2016) afirmam que o preparo de reação em emergência por meio de treinamento contínuo e a prática do plano de abandono de uma edificação são de fundamental importância para minimizar o número de vítimas na eventualidade de um incêndio. Conquanto, Runefors, Johansson e Van Hees (2016) estabelecem que o comportamento apropriado em um incêndio pode reduzir significativamente a ameaça de graves consequências econômicas e humanas em um incêndio. No mesmo âmbito, Proulx (2001) já informava sobre a importância de educar as pessoas sobre como agir em caso de incêndio, a fim de garantir que as suas ações sejam as corretas (ou as esperadas).

Diante do exposto, uma dúvida salta aos olhos: Por que os ocupantes de edifícios residenciais do Brasil não estão sendo preparados para agir em caso de incêndio? Por que não

há na literatura (nacional e internacional) um método de treinamento contra incêndio para ocupantes de edifícios residenciais altos? Respostas para essa questão podem estar ligadas aos custos envolvidos em treinamentos (RUNEFORS; JOHANSSON; VAN HEES, 2016) e à ausência de uma cultura prevencionista – sobremaneira no Brasil – (LIN *et al.*, 2020), aspectos que precisam ser trabalhados se deseja-se preparar adequadamente os ocupantes destas edificações.

Assim sendo, o item a seguir objetiva embasar a justificativa deste trabalho e apresentar a questão principal de pesquisa.

### **1.1 Justificativa e questão de pesquisa**

Além do cumprimento das normas e instruções técnicas que visam garantir a segurança contra incêndio em edifícios residenciais, preparar os ocupantes para agir numa situação de sinistro é algo indispensável e que pode influenciar de maneira significativa a capacidade de abandonar um edifício em caso de necessidade (KOBES *et al.*, 2010), sendo a resposta humana adequada ao fogo um meio de propiciar a segurança das pessoas e um dos aspectos mais importantes na construção da segurança contra incêndio (LIU; ZHANG; MAO, 2020).

É claro definir então que conhecer e adequar o comportamento humano em uma situação de incêndio é tão importante quanto a existência de sistemas de prevenção e combate ao incêndio (SPCI) no edifício, sendo o preparo deficiente dos ocupantes – para agir em caso de incêndio – uma variável com possível impacto negativo no risco geral de um edifício (TAN *et al.*, 2020).

Neste âmbito, Proulx (2001) informa que, durante um incêndio, os problemas frequentemente surgem porque os sistemas de segurança foram implantados com falsas expectativas sobre como os ocupantes realmente se comportam durante os incêndios. Deveriam ser consideradas características dos ocupantes, características dos edifícios e características do fogo para obter uma melhor compreensão do comportamento humano em caso de incêndio e para melhorar os projetos de segurança contra incêndio.

Em contrapartida, as normas e códigos dos CBM's brasileiros não tornam obrigatório o treinamento de segurança dos ocupantes de um edifício residencial – o que aponta uma omissão das normativas, porém que estabelece uma contradição ao observar, por exemplo, o Decreto Estadual do Pará N<sup>o</sup>. 2.230 de 5 de novembro de 2018, que em seu artigo 8<sup>o</sup> que determina ser do proprietário ou responsável pelo imóvel manter as medidas de segurança contra incêndio e emergências, o que é reforçado pelo artigo 9<sup>o</sup>, conforme segue:

“Art. 9º Nas edificações e áreas de risco, é de inteira responsabilidade do proprietário ou usuário, a qualquer título:

(...)

**III - providenciar, periodicamente, treinamento com os ocupantes do local, bem como manter atualizada a equipe de brigadistas e os programas de segurança e planos de emergência, quando exigidos;**

IV - Adotar as providências cabíveis para a adequação da edificação e das áreas de risco às exigências deste Decreto, quando necessárias”

Fonte: (DECRETO ESTADUAL Nº. 2230 DE 5 DE NOVEMBRO DE 2018, 2018) grifo nosso

O próprio Decreto também estabelece em seu artigo 2º que tem como objetivos “fomentar uma cultura prevencionista de segurança contra incêndio”, fato este que reforça o objetivo de trabalhar prevenindo incêndios e não somente aprendendo com a sua ocorrência, como é o caso histórico de desenvolvimento das normativas de SPCI no Brasil (SÁ, 2018). Neste âmbito Tavares (2009) afirmou que a cultura de segurança contra incêndio (CSI) brasileira, constituída pela percepção do risco de incêndio e pelas leis, é deficitária, o que dificulta a implementação e desenvolvimento dos códigos brasileiros da área.

Historicamente a definição e a importância da CSI não é recente, Proulx *et al.* (2001) foram taxativos ao informar que as pessoas devem ser treinadas contra incêndios, uma vez que espera-se que elas ajam de maneiras específicas.

É possível inferir então que este trabalho se justifica a partir da necessidade de contribuição para o desenvolvimento da CSI no Brasil, o que se vislumbra difundir de maneira incipiente através do treinamento dos ocupantes de edifícios residenciais. Ao mesmo tempo, não foi identificado – através de pesquisa sistemática realizada nos periódicos da grande área de incêndio em edificações, bem como nas bases de dados onde estes periódicos estão indexados – na literatura nacional ou internacional um treinamento contra incêndio para ocupantes de edifícios residenciais altos, o que traz à luz uma lacuna do conhecimento.

Desta maneira, esta pesquisa visa contribuir para o preenchimento desta lacuna propiciar o avanço da cultura prevencionista no Brasil e no mundo, visando responder a seguinte questão de pesquisa: **“Como treinar os ocupantes de edifícios residenciais altos para agir em caso de incêndio?”**.

Diante do exposto este trabalho propõe um método para o treinamento dos ocupantes de edifícios residenciais. Como outra contribuição esta pesquisa pode, com devidas adaptações, ser aplicada à outras localidades e realidades.

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA), na área de concentração “Engenharia de Construção Civil”, e apresenta adesão a objetivos distintos do Programa, sobremaneira na proposta de soluções para problemas de habitação que limitam o desenvolvimento da região norte e do restante do país, tal como ocorre com a problemática de incêndio.

## **1.2 Objetivos**

Tendo em vista a problemática descrita e as lacunas do conhecimento que foram identificadas, este trabalho possui o objetivo geral e os objetivos específicos conforme apresentados a seguir.

### *1.2.1 Objetivo Geral*

Propor um método de treinamento para capacitar os ocupantes de edifícios residenciais altos a agir em caso de incêndio.

### *1.2.2 Objetivos Específicos*

Tendo em vista o objetivo geral desta pesquisa, os objetivos específicos que propiciarão o seu alcance são:

- Analisar o processo abandono de área de edificações residenciais;
- Desenvolver o método de treinamento;
- Validar o método de treinamento;
- Aplicar o método de treinamento.

## **1.3 Pressuposto**

Os ocupantes de edifícios residenciais não estão aptos a agir em caso de incêndio. O seu treinamento e capacitação para agir nessas situações irão compreender maior segurança aos bens materiais e às suas vidas.

## **1.4 Limitações**

Este trabalho possui características próprias que geram algumas limitações, citando-se:

- Devido à pandemia de COVID-19 e às consequentes limitações de acesso por parte da gestão dos edifícios, considera-se que algumas fases do estudo foram desenvolvidas de forma remota e que foram severamente impactadas, sendo adaptadas para que pudessem ser, de fato, realizadas;
- As simulações desenvolvidas foram baseadas na realidade dos edifícios e não devem ser tratadas como verdades absolutas, mas sim como um norte a ser seguido, principalmente pela dificuldade de realizar simulações de incêndios reais;
- Tendo em vista a disponibilidade de softwares abertos ou para os quais se conseguiu licença, foi adotado o Pathfinder®, mesmo entendendo já existirem opções capazes de simular de forma mais fidedigna o abandono de edifícios.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho possui sete capítulos, além das referências bibliográficas e dos apêndices apresentados ao final. Os capítulos são divididos conforme se segue.

O capítulo 1 apresenta a introdução desta pesquisa, o tema é contextualizado e são expostas as justificativas e o problema de pesquisa. Os objetivos do trabalho são divididos em geral e específicos e são apresentados, assim como o pressuposto da pesquisa, as suas limitações e a estrutura física do trabalho. Como âmbitos de pesquisa para o referencial teórico deste trabalho, foram elencados três âmbitos de estudo: ocupantes, incêndio e simulação – os quais foram temas básicos de desenvolvimento dos próximos capítulos.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico do trabalho, sendo abordadas conceitos e teorias sobre os ocupantes de edificações residenciais e seu possível comportamento em um incêndio. Realizada uma análise histórica de ocorrências de grande magnitude é desenvolvida, a fim de extrair possíveis aprendizados que não devem ser repetidos e que possam embasar o treinamento para evitar ocorrências similares. aborda a simulação de abandono. Por fim é feita uma análise da literatura acerca da simulação computacional de incêndio, de como o tema vem sendo estudado, quais softwares já existem e que fazem este tipo de análise e quais suas características e limitações.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa, sendo realizado o enquadramento metodológico e o detalhamento de todos os passos da pesquisa, utilizando um tópico específico para cada passo.

O quarto capítulo traz os resultados da pesquisa e sua discussão, sendo as considerações finais apresentadas no quinto capítulo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Além dos aspectos de proteção do edifício, entender como se dá o comportamento dos ocupantes em uma ocorrência de incêndio constitui uma etapa de grande relevância para o desenvolvimento de sistemas de segurança eficazes. Desta forma, este capítulo tem por objetivo levantar as referências teóricas elementares para o estudo do problema em questão. Assim sendo, três grandes áreas são contempladas neste capítulo, a saber: contextualização do estudo do comportamento humano em situações de incêndio; análise da ocorrência de outros incêndios (residenciais ou não) a fim de extrair possíveis aprendizados; detalhamento da simulação computacional.

### 2.1 Caracterização do comportamento humano em incêndio

Apesar de dificilmente observado no Brasil, o estudo sobre o comportamento humano em situações de incêndio já é desenvolvido mundo afora há algumas décadas. Em 1999, Pauls (1999), publicou um trabalho de grande importância que objetivou o entendimento do estudo acerca do tema. Segundo o autor, eram compostas quatro fases de desenvolvimento da pesquisa sobre comportamento humano em incêndios.

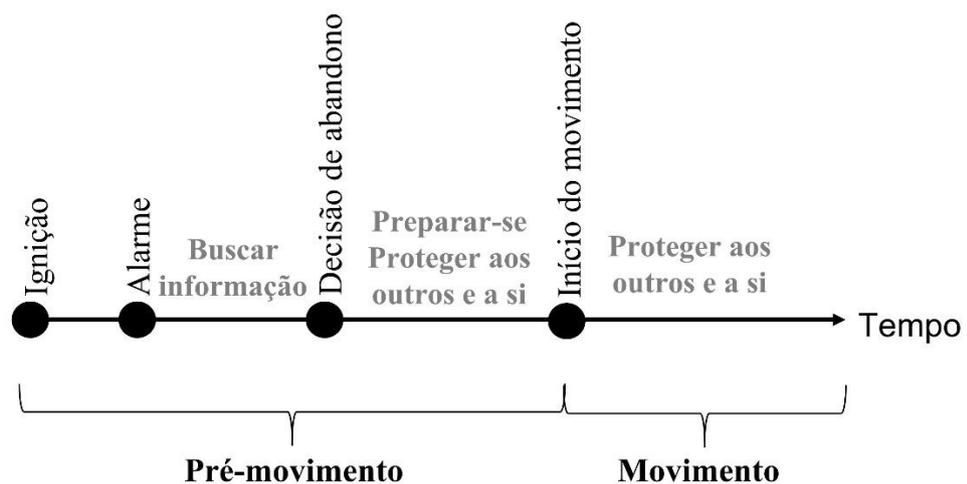
A primeira fase compreende os anos de 1956 a 1975 e é caracterizada por ser precursora dos estudos acerca do comportamento humano em situações de incêndio. A segunda fase, de 1977 a 1981 foi responsável pelos grandes programas de pesquisa e seminários internacionais na área. Já a terceira fase, de 1984 a 1988, compreende um estudo reflexivo dos pesquisadores e é marcada pelo início da preocupação com a segurança das pessoas portadoras de deficiência. Por fim, a quarta fase denominada de “multigeracional”, marca o início das abordagens de projeto baseado em desempenho, estudo que repercute até os dias atuais, sobremaneira internacionalmente.

Conforme define Kuligowski em capítulo específico sobre comportamento humano em incêndio do SFPE *Handbook of Fire Protection Engineering* ( KULIGOWSKI, 2016), o estudo da resposta humana ao incêndio inclui “consciência, crenças, atitudes, decisões, comportamentos e estratégias de enfrentamento”. É um estudo multidisciplinar e envolve ciências como a engenharia, a arquitetura, a computação, o direito, a matemática, a sociologia,

a psicologia, dentre outros, sendo uma teoria abrangente da resposta humana a chave para melhorar o projeto atual de engenharia de segurança contra incêndio.

Apesar desta complexidade relacionada ao estudo do comportamento humano em incêndio, o foco principal da pesquisa nesta área é minimizar o risco para as pessoas. Deste modo, uma linha do tempo acerca da resposta humana em incêndio foi desenvolvida e categorizada inicialmente em dois períodos (KULIGOWSKI, 2016): pré-movimento e movimento. Conforme apresentado na Figura 1, as atividades pré-movimento englobam a ignição (início do incêndio), o alarme, a busca por informações, a decisão de abandono, as atividades de preparo para saída e o início do movimento (ou do abandono) propriamente dito.

Figura 1 – Linha do tempo da resposta humana em incêndio



Fonte: Traduzido e adaptado de Kuligowski (2016)

Pode-se perceber que a decisão de abandono envolve outros agentes que não apenas os moradores das edificações. Uma vez que haja um sistema automático de detecção e alarme, este não precisará da influência de uma pessoa. Porém, uma vez que não exista o sistema automático, uma pessoa será responsável por acionar o alarme e iniciar o aviso aos ocupantes do edifício. Após dado o aviso, os moradores entram num processo de busca de informações e de tomada de decisão (SUVAR *et al.*, 2020). Esta tomada de decisão pode ser prejudicial para ocupantes com menos experiência e conhecimento das rotas possíveis da edificação, o que pode atrasar o processo de movimentação e levar a ocorrências mais graves (KULIGOWSKI, 2016).

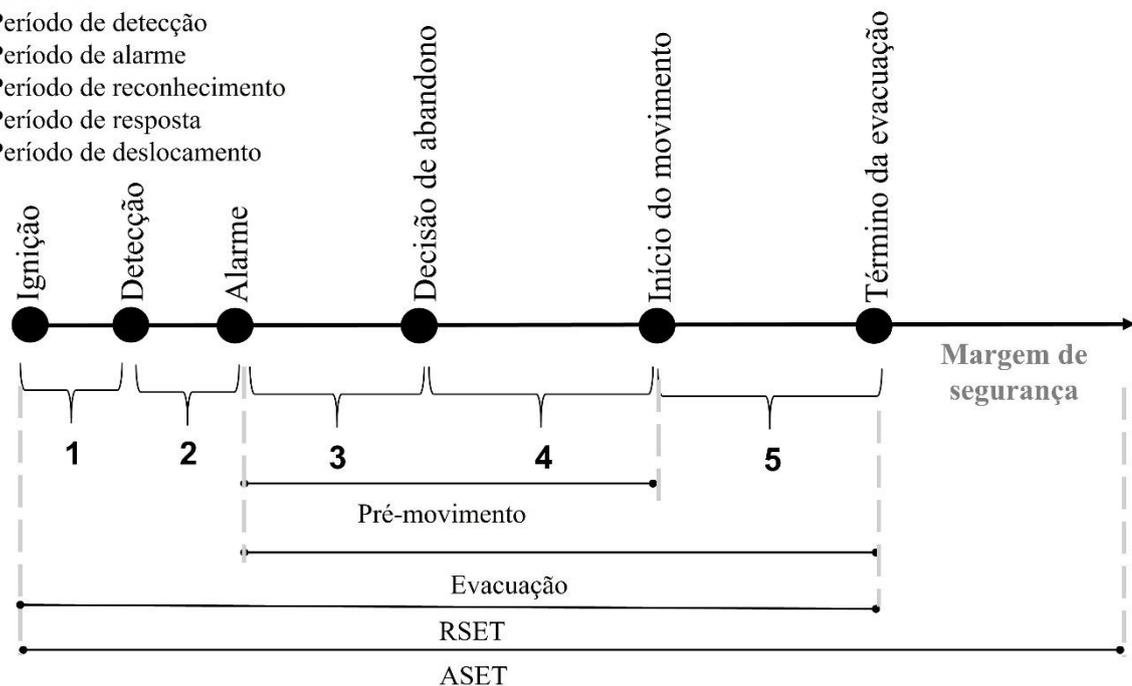
Não é raro identificar na literatura uma linha de tempo um pouco mais complexa para descrever a resposta humana em um incêndio. Esta outra opção traz à tona os conceitos de “tempo de fuga seguro disponível”, do inglês “*available safe evacuation time*” (ASET) e “tempo de fuga seguro requerido”, do inglês “*required safety evacuation time*” (RSET), conforme é apresentado por Proulx (2001) e denominado “Modelo de tempo de saída”. O RSET foi estimado por Proulx (2009) em 120 segundos (melhor cenário) e 970 segundos (pior cenário) para uma residência unifamiliar – sendo um melhor cenário caracterizado por um reconhecimento rápido e resposta instantânea por parte dos ocupantes.

O modelo de tempo de saída é ilustrado na Figura 2. As diferenças dizem respeito principalmente à inclusão da etapa de “detecção” no modelo e a real determinação das variáveis ASET e RSET. Pode-se inferir que o processo de abandono da edificação em incêndio envolve uma série de etapas e intervenientes, classificando-o claramente como um processo de tomada de decisão, o qual será abordado de maneira mais aprofundada no próximo item.

Figura 2 – Modelo de tempos de saída

**LEGENDA**

- 1 – Período de detecção
- 2 – Período de alarme
- 3 – Período de reconhecimento
- 4 – Período de resposta
- 5 – Período de deslocamento



Fonte: Adaptado e traduzido de (PROULX, 2001)

Uma vez que a modelagem do tempo de saída constitui um processo de tomada de decisão por parte dos ocupantes, entender esse processo é de fundamental importância para

constituir SPCI eficazes. Dito isto, o tópico a seguir objetiva analisar de maneira ampla o processo de tomada de decisão em um incêndio. Na sequência serão apresentados fatos e mitos que rondam esse processo e são identificados na literatura específica.

## 2.2 O processo de tomada de decisão em um incêndio

No âmbito da tomada de decisão em uma emergência, os indivíduos precisam fazer um esforço para entender o que está acontecendo e tomar decisões a partir de situações novas e desconhecidas, muitas vezes tendo o tempo como um fator de pressão ainda maior. A partir dessa compreensão, um conjunto de ações diferentes das rotineiras será criado. A esta construção se dá o nome de Teoria da Norma Emergente, do inglês *Emergent Norm Theory* (ENT) e prevê que haverá interação entre os indivíduos para criar ações específicas para um problema também específico e, desta maneira, orientar o seu comportamento Turner (1987 *apud* Kuligowski, 2016).

Utilizando a ENT como base, foi desenvolvido um modelo de Tomada de Decisão de Ação de Proteção, do inglês *Protective Action Decision Model* (PADM), que se baseia em mais de 50 anos de estudos de riscos e desastres (KULIGOWSKI, 2013; MILETI e GAILUS, 2005; MILEFI e SORENSEN, 1990) e consiste em uma série de cinco fases e explica o processo pelo qual o ocupante irá transitar até decidir pelo abandono da edificação. As cinco fases são apresentadas a seguir (LINDEL e PERRY, 2004)

- 1) Existe uma ameaça real na qual preciso prestar atenção?
- 2) Preciso tomar medidas de proteção?
- 3) O que pode ser feito para obter proteção?
- 4) Qual o melhor método de proteção?
- 5) A ação de proteção precisa ser tomada agora?

Em contrapartida, se uma fonte credível apresenta informações sobre a emergência e informa que é obrigatório o abandono, o indivíduo não precisa passar por cada estágio do processo de decisão, podendo avançar as fases (KULIGOWSKI, 2016). Neste âmbito, diversas pesquisas mostram que, além da fonte confiável (MILETI e GAILUS, 2005), o conteúdo de mensagens de aviso bem-sucedidas envolve: “Especificação da ameaça e o risco envolvido” (MILETI e DARLINGTON, 1997; FRITZ e MARKS, 1954); “Repetição” (LINDEL e PERRY, 2004); “Consistência” (MILETI e FITZPATRICK, 1992) e “Disseminação por meio de vários canais” (MILETI, 1975).

Ainda quanto ao conteúdo da mensagem de aviso, Kuligowski (2016) ressalta a importância de conter cinco tópicos, do inglês, 5 W's: *Who?* (quem está transmitindo a mensagem); *What?* (o que as pessoas devem fazer); *When?* (quando as pessoas precisam agir); *Where?* (onde está ocorrendo a emergência); *Why?* (porque as pessoas precisam agir).

Percebe-se que a tomada de decisão por parte dos ocupantes durante uma emergência não é um processo simplório, longe disso, envolve a comunicação adequada por parte de quem comunica e a atenção e a compreensão necessárias por parte de quem recebe a informação (KULIGOWSKI, 2016). Neste processo alguns fatores específicos afetam a tomada de decisão e, dada sua importância, serão abordados no próximo tópico. Ao mesmo tempo, prestar atenção e compreender as informações fornecidas são atitudes que consideram que as pessoas estejam devidamente treinadas ou preparadas para esta situação, tema que também será abordado em item posterior.

### **2.3 Fatores e mitos que afetam a tomada de decisão durante um incêndio**

Em capítulo específico sobre o comportamento humano em incêndio, o *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* traz à tona cinco fatores que afetam as decisões ou ações tomadas durante o abandono da edificação em um incêndio. Alguns destes foram abordados por referências longevas, que serão citadas e corroboradas, sempre que possível, por estudos específicos contemporâneos. Dada a importância do conhecimento de tais fatores, eles serão conceituados e discutidos a seguir.

#### 1) Fator 1 – Influência Social

Ao tentar interpretar pistas ambíguas de ameaça sobre uma situação que requer uma resposta (ou uma reação), o indivíduo é influenciado pela resposta comportamental de outros indivíduos que são expostos a pistas idênticas (LATANÉ e DARLEY, 1968).

Neste âmbito, ao analisar o comportamento de estudantes caso vissem fumaça no ambiente que estavam inseridos, Latané e Darley (1968) relataram que a percepção de fumaça era aparentemente atrasada pela presença de outras pessoas, ao passo que essa percepção era unânime e mais rápida se os estudantes estivessem sozinhos. A conclusão apresentada foi: estar na presença de outros estudantes conferiu calma àqueles pesquisados. O estudo reforçou duas tendências das pessoas diante da visualização de fumaça (LATANÉ e DARLEY, 1968):

- a) Desconsiderar mensagens iniciais ambíguas ou suposições de incêndios;

- b) Interpretar as dicas como condição não-emergencial quando o incidente ocorre em locais de audiência social com outras pessoas.

O trabalho de Proulx (1995) dentre outras observações, ressalta a importância de reduzir o tempo de início do abandono, sendo este um fator preponderante para o sucesso do procedimento. A autora não observou, no estudo realizado, grandes diferenças entre o tempo de abandono de diferentes indivíduos em diferentes edificações, entretanto, percebeu que quanto mais o início do procedimento é atrasado, mais tempo é necessário para completá-lo.

Analisando a tragédia do *World Trade Center* (WTC), Kuligowski (2011) sugere que os ocupantes começariam a abandonar se vissem outras pessoas realizando o mesmo processo, principalmente se fosse um tomador de decisões confiável, isto é, uma pessoa com função hierárquica superior e de quem se espera liderança.

Quanto às implicações da influência social para a engenharia (como essas informações podem ser utilizadas em projetos de SPCI, Kuligowski (2016) aponta a importância de modelos de abandono adotarem os conceitos da influência social citados anteriormente para serem mais próximos da realidade. Ao mesmo tempo, a ideia de lançar mão de “respondentes rápidos” em possíveis emergências pode propiciar uma resposta mais rápida por parte de outros ocupantes.

## 2) Fator 2 – Influência do estresse

Além da ameaça óbvia de danos físicos devido ao incêndio, outros fatores podem causar estresse aos ocupantes das edificações em uma emergência de incêndio.

O tempo pode ser um destes fatores, uma vez que os ocupantes podem perceber que estão em uma situação de extrema urgência e seu tempo é limitado, o que afetará suas decisões e o processamento de informações recebidas (YU; ZHU e DONALDSON, 2018).

A complexidade de tarefas impostas aos ocupantes também é um fator tido como estressor (BROWN e MILLER, 2000), uma vez que um incêndio envolve uma alta carga de informações que devem ser processadas para que uma tarefa seja concluída, o que pode requerer conhecimentos e habilidades específicos e uma familiaridade com as tarefas a serem executadas.

De maneira geral, a capacidade de processar informações, em uma emergência, é distorcida em três formas principais segundo aponta Miller (1960 *apud* Kuligowski, 2016):

- I) O processamento de informações em um ritmo rápido pode ser responsável por não conectar de maneira coerente a informação;
- II) As pessoas podem fazer escolhas aleatórias;

- III) Subjetivamente os dados considerados importantes são escolhidos para consideração nas decisões.

As implicações deste fator para a engenharia dizem respeito à necessidade latente de melhorar a comunicação com os ocupantes a serem evacuados, dando-lhes informações e tarefas mais simples de serem executadas, impedindo que sejam feitas escolhas aleatórias. Quanto ao tempo disponível, percebe-se uma reafirmação da importância do início rápido do abandono, conforme já explicitado por Proulx (1995).

### 3) Fator 3 – Influência do ambiente

As pessoas costumam utilizar, em emergências e evacuações, saídas que lhe sejam familiares, o que não quer necessariamente dizer que serão adotadas as saídas de emergência previamente projetadas (NILSSON, 2009). Como uma rota de incêndio não está, comumente, em uso regular, é menos provável de ser utilizada em um abandono (KULIGOWSKI, 2016).

Para que os ocupantes façam a escolha adequada de saída, o trabalho de Nilsson (2009) analisou a utilização de luzes intermitentes para direcionar os ocupantes, em experimentos em túneis rodoviários e constatou que a falta de experiência dos ocupantes na utilização de luzes em uma emergência comprometeu a sua eficácia. Quando as luzes foram associadas à sinais sonoros, algo mais familiar, maior atenção foi dada. Quanto à edificações, Kobes *et al.* (2010) já referenciavam que o conhecimento da acessibilidade do edifício pode influenciar significativamente na eficiência de um abandono.

Nesse contexto, recursos do ambiente são capazes de influenciar o comportamento das pessoas, Kuligowski (2016) sugere quatro tipos desses recursos:

- I) Capacidade sensorial: as saídas devem ser projetadas para que as pessoas possam ver e sentir;
- II) Capacidade cognitiva: as pessoas devem entender que as saídas as levarão para um local mais seguro;
- III) Capacidade física: capacidade de operar os recursos, tais como abrir uma porta corta-fogo;
- IV) Capacidade funcional: cumprimento de objetivos individuais, no caso dos ocupantes – escapar.

No tocante à engenharia, o conhecimento da influência do ambiente deixa claro que é necessário considerar os fatores de escolha dos ocupantes no desenvolvimento de sistemas de segurança, sendo necessária a instituição de um plano que direcione os ocupantes para o local

correto, assim como sistemas de comunicação que repassem essas informações em caso de emergência.

#### 4) Fator 4 – Influência da liderança

O comportamento em um abandono é muito mais complexo do que se pode imaginar, conforme cita Jones e Hewitt (1986). Esse comportamento é influenciado não somente por parâmetros psicológicos, mas também por características sociais e organizacionais.

Neste âmbito, especificamente em emergências em edifícios comerciais, é comum que a liderança do abandono seja assumida por pessoas com função similar àquela atribuída na organização, isto é, a influência nas ações grupais exercida por determinados indivíduos está fortemente relacionada à posição que essas pessoas ocupam na hierarquia organizacional (JONES e HEWITT, 1986).

Ainda sobre o comportamento em abandono, Xie *et al.* (2020) desenvolveram um estudo acerca da performance das pessoas empregando situações distintas, tais como o abandono individual e em grupo e com diferentes visibilidades do local. Entre outras conclusões importantes, os autores relatam que grupos sociais mantinham as formas do grupo durante o abandono, isto é, as lideranças assumidas eram mantidas e as famílias tendiam a evacuar a edificação sem separar-se.

As implicações da liderança para a engenharia dizem respeito ao indicativo de que há pessoas na edificação mais propensas a assumir uma posição de liderança em caso de necessidade e, quanto mais confiáveis estes indivíduos forem, mais influência terão no resto da população. Uma vez que não haja liderança organizacional estabelecida, podem ser atribuídos papéis de liderança a pessoas já predispostas a ajudar, capacitando-as para desempenhar funções-chave em caso de necessidade (KULIGOWSKI, 2016).

#### 5) Fator 5 – Influência do gênero

O último fator está relacionado a possíveis diferenças comportamentais devido ao gênero dos ocupantes. Kuligowski (2016) informa que pesquisas realizadas entre 1970 e 1980 apontavam diferença entre o comportamento masculino e feminino em emergências, sendo as mulheres mais propensas a evacuar a edificação e os homens predispostos a apagar o fogo. Essa hipótese é complexa e precisaria ser testada para os dias e edificações atuais.

Nesse cenário Ruppel e Schatz (2011) afirmaram que características como idade e sexo não são suficientes para simular a velocidade de movimento dos ocupantes em uma situação de incêndio, e que a interação “indivíduo – edifício” seria uma aposta mais pertinente.

No mesmo contexto Zhu e Shi, (2016) realizaram um estudo experimental de abandono de uma edificação de ensino com 102 estudantes universitários, 87 homens e 15 mulheres, com idades entre 18 e 24 anos, que tinha foco em observar as escolhas humanas. Os pesquisadores concluíram, principalmente, que mesmo em condições iguais, as pessoas terão comportamentos distintos e isto não pode ser associado ao gênero neste estudo.

Thompson; Galea e Hulse (2018) fizeram uma ampla revisão de literatura acerca do comportamento humano e, entre outras conclusões, identificaram grupos de risco para situações de incêndio residencial, tais como idosos (acima de 65 anos) e crianças (menores de 5 anos), indivíduos que podem apresentar dificuldade em entender os avisos sobre a ocorrência de um incêndio; sendo idade e limitações físicas fatores preponderantes ligados ao comportamento em incêndio quando comparados ao gênero.

Além dos cinco fatores efetivamente capazes de influenciar o comportamento humano em incêndio e expostos anteriormente, três mitos relativos ao comportamento humano são abordados por Kuligowski (2016) e serão apresentados a seguir, uma vez que entende-se que são de grande importância para a sua compreensão.

O primeiro mito diz respeito ao entendimento que o primeiro comportamento humano em uma emergência é o pânico. Kuligowski (2016) aponta que a primeira suposição em muitos desastres é que nada de incomum está acontecendo e, portanto, nenhuma resposta é necessária. Fahy e Proulx (2009) já elucidava que estava em discussão há alguns anos que o primeiro comportamento humano em uma emergência não é o pânico, entendido como uma resposta irracional, todavia, acredita-se que as pessoas utilizem a palavra pânico para descrever estarem assustadas, nervosas ou ansiosas.

Kuligowski (2016) afirma ainda que o primeiro mito vem sendo substituído nos últimos 25 anos pelo reconhecimento de que as pessoas precisam de informações detalhadas e confiáveis logo que possível, a fim de estarem cientes da situação e poderem responder com brevidade. Sabe-se que ter acesso às informações detalhadas de forma alguma garante a resposta desejada, no entanto, sem estas informações, uma abordagem desinformada é muito mais provável.

O segundo e o terceiro mitos são menos comuns na literatura, porém também possuem sua parcela de importância no estudo do comportamento humano. O segundo mito diz respeito

ao congelamento devido ao desastre. Kuligowski (2016) afirma que este é um comportamento raro, de curta duração e que afeta uma parcela muito pequena da população, não devendo ser considerado como uma ação imediata das pessoas ao se deparar com um incêndio.

O terceiro mito é denominado de pensamento de grupo, o que Kuligowski (2016) afirma ser uma simplificação exagerada que o grupo é algo diferente da soma das respostas dos indivíduos. Uma vez que o grupo é uma variedade de indivíduos, é mais comum, em uma emergência, que estes se envolvam em uma “divisão do trabalho” com base na experiência de cada pessoa. E entende-se que os indivíduos terão dois tipos de atitudes distintas: atitudes em relação ao fogo e atitudes em relação ao grupo.

A análise dos fatores e dos mitos acima propicia o alcance de conclusões importantes acerca do comportamento humano em incêndio. Uma das principais conclusões diz respeito à importância do repasse de informações coerentes, objetivas e em tempo real (FAHY e PROULX, 2009) aos ocupantes de um edifício durante um incêndio e o mais breve possível (KULIGOWSKI, 2016). A falta destas informações e a insegurança levam os indivíduos a agir de forma desordenada e menos racional - mesmo que sua primeira resposta não seja o pânico - assim como a posse dessas informações pode favorecer o início do abandono e, conseqüentemente, todo o processo.

Reiterando o que orientam Fahy e Proulx (2009), as pessoas devem receber informações no estágio inicial de desenvolvimento de um incêndio, devendo ser indicado onde o incêndio começou, para onde é provável que se espalhe e qual a localização das saídas mais próximas. O objetivo de fornecer essas informações é poder avaliar se as pessoas estariam mais seguras permanecendo em seu local original em vez de evacuar o edifício.

Em edifícios comerciais ou empresariais, é sabido que a estrutura hierárquica organizacional provavelmente será mantida durante uma emergência, e as pessoas com papel de liderança assumirão papéis similares às suas funções (JONES e HEWITT, 1986), entretanto, na edificação residencial – uma vez que não há essa estrutura organizacional – é prioritário que os ocupantes estejam preparados para agir em caso de incêndio; e que conheçam os elementos de proteção e as saídas de emergências apropriadas, a fim de evitar que utilizem apenas as saídas familiares (NILSSON, 2009).

Quanto a este aspecto, assimilar que as atitudes dos ocupantes de edifícios residenciais serão iguais a de ocupantes de um prédio público é uma visão muito simplista da realidade (THOMPSON e WALES, 2015), o que pode trazer prejuízos. Neste âmbito Iglesias (2020) elucida que as medidas preventivas serão sempre mais eficazes, uma vez que se não há fogo

não há incêndio, todavia, estratégias de educação de segurança contra incêndio na comunidade são importantes para que os ocupantes das residências tomem medidas adequadas se necessário.

Diante do exposto, o item a seguir ressalta a importância do treinamento de ocupantes de edificações – sobremaneira de edificações residenciais – e, para além disto, constitui uma abordagem mais abrangente: a de uma cultura de prevenção contra incêndios (GALEA *et al.*, 2015; SHIELDS; PROULX, 2000)

## 2.4 O treinamento e a cultura de prevenção contra incêndios

“(…) Se esperamos que os ocupantes façam as coisas certas durante uma emergência de incêndio, eles devem ser treinados. O público deve ser educado sobre o fogo, como pode começar, como se desenvolve e qual impacto que tem nas pessoas”

Fonte: Traduzido de PROULX (2001)

A afirmação de Proulx (2001) chama a atenção para a importância do treinamento de incêndio para o público geral. Entendendo que as pessoas são intervenientes de grande importância durante uma emergência, prepará-las é uma etapa indispensável e que visa garantir o sucesso dos elementos de segurança de incêndio como um todo. Segundo a autora, o comportamento dos ocupantes varia de acordo com três elementos principais: as características do edifício, do fogo e dos próprios ocupantes; que interagem em todo o desenvolvimento e o resultado do evento e que deveriam ser considerados para obter uma melhor compreensão do comportamento humano em um incêndio e para melhorar os projetos de segurança contra incêndio.

O trabalho de Galea *et al.* (2015) examinou se a cultura social influenciaria de alguma maneira a forma como as pessoas responderiam ao chamados para evacuar uma edificação. O trabalho envolveu quatro evacuações de biblioteca realizadas na República Tcheca, Turquia, Polônia e Reino Unido e um total de 477 indivíduos. Foram observadas diferenças nas tendências de resposta dos principais parâmetros em análise e os autores concluíram que é sim possível que as diferenças observadas no tempo de resposta sejam influenciadas por questões culturais, mas essa relação ainda deve ser estudada de maneira mais profunda.

Sabe-se que pessoas não treinadas, mal preparadas e inexperientes recorrem a um processo não estruturado para orientar suas decisões e deixam de lado as informações oficiais ou lideranças (SHIELDS e PROULX, 2000). Neste âmbito, o trabalho de Tan *et al.* (2020)

indica que o treinamento e uma cultura de segurança deficientes somados aos planos de emergência ineficazes têm impacto significativo no risco geral de um edifício.

Ainda quanto ao risco de incêndio Tan *et al.* (2020) informa que os modelos de risco de incêndio levam em consideração falhas do sistema mas ignoram os erros humanos e organizacionais, do inglês *human and organizational errors* (HOE's) e as complexas interações entre essas variáveis. Através da análise de três possíveis casos, os autores conseguiram concluir que considerar os HOE's na análise aumentou em até 43% o risco. Ainda quanto a estes erros, os autores listam como possibilidades os itens apresentados no Quadro 1.

Uma breve análise dos HOE's listados possibilita concluir que os erros não dizem respeito somente aos moradores dos edifícios, o que corrobora com Shields e Proulx (2000) ao afirmar que a influência da equipe envolvida na gestão de segurança contra incêndio e evacuações de emergência é crucialmente importante e deve ser incluída em futuros desenvolvimentos de modelos. Assim sendo é possível propor uma matriz de responsabilidades, conforme apresentado no Quadro 1, onde se elenca cada HOE's a um (ou mais, possíveis responsáveis).

Quadro 1 – Matriz de responsabilidades quanto aos HOE's

HOE's	Responsabilidade
Supervisão ineficiente de segurança	Equipe de gestão da segurança
Treinamento deficiente	Equipe de gestão da segurança Proprietário/Usuário
Não seguir os procedimentos	Equipe de gestão da segurança Proprietário/Usuário
Avaliação de risco deficiente	Equipe de gestão da segurança
Conhecimento deficiente	Equipe de gestão da segurança Proprietário/Usuário
Inexperiência	Equipe de gestão da segurança Proprietário/Usuário
Transferência técnica insuficiente	Projetistas
Verificação de segurança insuficiente	Equipe de gestão da segurança
Inspeção periódica inadequada	Equipe de gestão da segurança

Fonte: Adaptado de Tan *et al.* (2020)

Quadro 1 – Matriz de responsabilidades quanto aos HOE's (continuação)

HOE's	Responsabilidade
Registro diário inválido	Equipe de gestão da segurança
Plano de emergência inadequado	Projetistas
Falha ao ler dados de monitoramento corretamente	Equipe de gestão da segurança
Erro do operador	Equipe de gestão da segurança
Não seguir os requisitos técnicos	Equipe de gestão da segurança

Fonte: Adaptado de Tan *et al.* (2020)

Os HOE's apresentados no trabalho Tan *et al.* (2020) são associados à edifícios residenciais altos na Austrália. É importante citar que, apesar de poder aplicá-los à realidade brasileira, e especificamente aos edifícios residenciais altos, aspectos como a cultura, as normas e leis nacionais irão realizar esta atribuição de responsabilidades no Brasil. Desta forma, dada a importância de cada interveniente no processo de SCI, uma análise específica a respeito das responsabilidades é apresentada no item 2.5, perante a luz, principalmente, de aspectos legais encontrados em legislações brasileiras.

## 2.5 As responsabilidades durante um incêndio residencial

Em um incêndio responsabilidades precisam ser tomadas para que haja orientação das ações a serem desempenhadas, buscando a manutenção do objetivo comum: guardar a vida das pessoas. No caso de incêndios em edifícios comerciais, onde há hierarquia organizacional, é comum que esta hierarquia seja mantida e estabelecida uma liderança.

Quanto aos edifícios residenciais fica a dúvida de quem assumirá o papel de liderança e a quem será atribuída a função de orientar os demais ocupantes. A fim de esclarecer as responsabilidades nessa situação, este item fará uma análise das responsabilidades dos intervenientes em uma edificação residencial: o proprietário (ou usuário), o síndico e o porteiro (possível equipe de gestão da segurança).

No estado do Pará o Decreto 2.230 de 2018 versa, dentre outros, acerca das responsabilidades dos proprietários de imóveis ou responsáveis pelo uso, citando que é de sua obrigação providenciar, periodicamente, treinamento com os ocupantes do local.

É claro perceber, portanto, que é atribuída responsabilidade ao proprietário (ou usuário) da edificação, bem como aos responsáveis pelo uso, pelo treinamento dos ocupantes da

edificação. Ao mesmo tempo, a Lei Nº. 10.406 de 2002 estabelece em seu artigo 1348 as competências do síndico de um edifício da forma como é apresentado a seguir. Acredita-se que atribuições adicionais, haja vista a superficialidade do artigo apresentado, sejam especificadas em documentos individuais de cada condomínio, como a Convenção ou o Estatuto.

(...)

representar, ativa e passivamente, o condomínio, praticando, em juízo ou fora dele, os atos necessários à defesa dos interesses comuns;

diligenciar a conservação e a guarda das partes comuns e zelar pela prestação dos serviços que interessem aos possuidores

(...)

Fonte: Lei Nº. 10.406 art. 1348

A profissão de síndico também é prevista pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), descrita com o código 5101, comum às profissões de Administrador de edifícios, Chefe de portaria de Hotel e Chefe de bar, sendo indicado que suas atribuições são:

Planejam rotinas de trabalho em restaurantes, hotéis, transportes e administração de edifícios; treinam funcionários em hospedagem, transportes e alimentação e coordenam equipes de trabalho. Atendem clientes em hotéis, bilheteria e restaurantes; avaliam o desempenho de funcionários, a execução de serviços e relatórios de operação e de avaliação. Verificam manutenção de instalações, equipamentos e utensílios e preparam alimentos e bebidas.

Fonte: CBO -

<http://cbo.maisemprego.mte.gov.br/cbsite/pages/home.jsf>

A profissão de porteiro também é prevista pela CBO, e é descrita com o código 5174, comum às profissões de Vigia e Agente de portaria. Suas atribuições são listadas a seguir.

Recepcionam e orientam visitantes e hóspedes. Zela pela guarda do patrimônio observando o comportamento e movimentação de pessoas para prevenir perdas, evitar incêndios, acidentes e outras anormalidades. Controlam o fluxo de pessoas e veículos identificando-os e encaminhando-os aos locais desejados. Recebem mercadorias, volumes diversos e correspondências. Fazem manutenções simples nos locais de trabalho.

Fonte: CBO -

<http://cbo.maisemprego.mte.gov.br/cbsite/pages/home.jsf>

Ao analisar as legislações pertinentes algumas considerações importantes podem ser realizadas. O proprietário (ou o usuário) da edificação é responsável civilmente pelo seu funcionamento e pelo treinamento periódico dos próprios ocupantes, sendo essa responsabilidade compartilhada com o síndico, uma vez que a este é atribuída a função de resguardar os interesses comuns do condomínio e verificar a manutenção de instalações e equipamentos.

Aos porteiros a responsabilidade quanto à segurança contra incêndio parece ter uma menor dimensão, todavia ainda existe e faz referência à guarda do patrimônio e observação do comportamento e movimentação das pessoas para evitar incêndios e demais acidentes. Haja vista as responsabilidades de cada interveniente da edificação, compreende-se que estes devem estar preparados para agir segundo suas obrigações.

Os itens de 2.1 a 2.5 abordaram a temática do comportamento humano em situações de incêndio. Além de uma caracterização desse comportamento, o processo de tomada de decisão envolvido foi elucidado; fatores (influência social, influência do estresse, influência do ambiente, influência da liderança e influência do gênero) e mitos comumente relacionados ao estudo do comportamento humano em incêndio foram constatados e explorados. O treinamento e a cultura prevencionista também foram abordados, sendo apresentadas ao final possíveis responsabilidades por parte dos ocupantes do edifício.

Todavia, a proteção contra incêndios não é esgotada com o estudo do comportamento humano – pelo contrário – precisam ser consideradas ainda características do edifício e do fogo (PROULX, 2001b) se o objetivo for compreender o comportamento humano em completude. Assim sendo, o próximo tópico se propôs a analisar a ocorrência de incêndios de grande repercussão a fim de levantar possíveis aprendizados.

## **2.6 Características do fogo e do incêndio: o que podemos aprender com o passado?**

Incêndios são eventos trágicos que ocorrem com frequência no Brasil e no mundo, sendo capazes de destruir patrimônios e vidas (CORRÊA *et al.* 2015). Apesar desta constatação, no Brasil os números de ocorrências não são claramente mensurados, o que dificulta consideravelmente o desenvolvimento da pesquisa na área (SÁ, 2018). Ao mesmo tempo é nítido que o desenvolvimento das normativas de SPCI no Brasil esteve sempre atrelado à ocorrência desses eventos trágicos, sendo reforçado mais uma vez que a CSI brasileira é deficitária e dificulta a implementação e o desenvolvimento dos códigos brasileiros contra incêndios (TAVARES, 2009).

Este fato reforça a importância de trabalhar a fim de impedir a ocorrência de incêndios e não somente aprendendo com a sua incidência, como é o caso do histórico de desenvolvimento das normativas de SPCI no Brasil (SÁ, 2018). Neste âmbito Tavares (2009) afirmou que a CSI

brasileira, constituída pela percepção do risco de incêndio e pelas leis, é deficitária, o que dificulta a implementação e desenvolvimento dos códigos brasileiros da área.

Todo este cenário não é uma exclusividade brasileira. A literatura internacional também reforça como o desenvolvimento na área de proteção contra incêndios está atrelado a eventos trágicos. Um dos últimos incêndios residenciais de grande proporção, no edifício conhecido como *Grenfell Tower*, ocorreu em Londres no ano de 2017 e culminou na morte de mais de 70 pessoas, abrindo margem para o desenvolvimento de diversos estudos que buscavam determinar as causas do desastre e, mais importante: o que poderíamos aprender com ele e evitar no futuro?

As causas do desastre da *Grenfell Tower* foram resumidas por problemas óbvios constatados: os materiais de revestimento externo queimaram com muita facilidade, o fogo se espalhou rapidamente e havia pouca resistência à propagação do fogo, sendo difícil extingui-lo (GORSE e STURGES, 2017). O trabalho de (HAYES, 2017) complementa esta análise ao afirmar que um desastre desta magnitude não acontece porque uma única coisa deu errado, mas sim como resultado do acúmulo de falhas e erros durante um longo período de tempo.

Outro problema foi constatado por Iglesias-Mendoza *et al.* (2021) e diz respeito à falta de alarme de incêndio na *Grenfell Tower*, o que levou alguns residentes a ligarem para os serviços de emergência questionando sobre o que deveriam fazer e sendo orientados a ficar dentro de seus apartamentos esperando o resgate por parte dos Bombeiros (política de segurança comum no Reino Unido até então), caso de insucesso, que, atrelado à ausência de sprinklers, culminou em um lento abandono e no acúmulo de fumaça preta ao longo da única rota de fuga, o que comprometeu consideravelmente a visão dos ocupantes. Ressalta-se a importância da comunicação dos intervenientes durante uma situação de incêndio, conforme referenciado anteriormente no item de tomada de decisão, capaz de orientar os ocupantes em tempo real e de maneira assertiva, objetivando proteger a sua integridade.

Neste mesmo âmbito o trabalho de Iglesias (2020) estimou que quase 10% das mortes analisadas e ocorridas em incêndios na Espanha poderiam ter sido evitadas se as pessoas conhecessem alguma estratégia para se defender em vez de apenas aguardar resgate. Isso ressalta que conhecer os protocolos de ação em caso de incêndio sempre será uma vantagem e, segundo a autora “As medidas preventivas serão sempre mais eficazes: se não há fogo não há incêndio”, o que reitera a importância da educação em segurança contra incêndio.

Ainda trabalhando para levantar possíveis aprendizados, os autores Iglesias-Mendoza *et al.* (2021) fizeram uma compilação de incêndios similares aos da *Grenfell Tower* no Reino

Unido, conforme apresentado no Quadro 2, listando as recomendações governamentais propostas após cada tragédia e deixando transparecer que muitos problemas poderiam ter sido evitados se aprendêssemos com o passado.

A análise do quadro deixa claro perceber que a utilização de materiais não inflamáveis em revestimentos de edifícios altos foi recomendada no Reino Unido desde 1999 e não foi seguida por uma reforma realizada na *Grenfell Tower* meses antes do acidente (GORSE e STURGES, 2017).

Outro fato que merece destaque é a política de permanência (*stay-put*) orientada a ser revista em 2009 (IGLESIAS, 2020), mas constatada no acidente da *Grenfell Tower*. Desde que medidas de compartimentação e sprinklers estivessem instalados, a política de permanência seria sensata (GORSE e STURGES, 2017), o que não foi o caso do acidente em questão.

Os autores Gorse e Sturges (2017) são responsáveis por citar também que “se as circunstâncias do incêndio forem diferentes daquelas previstas pelo projetista do edifício, as instruções sobre como se comportar em um incêndio podem estar erradas”. Essa constatação vai de encontro à definição de Hayes (2017) sobre a importância de considerar o abandono como parte do processo de projeto de uma edificação para que este tenha um nível importante de segurança contra incêndio.

Fora o citado incêndio da Grenfell Tower, outros cinco eventos ocorreram em edificações de naturezas distintas e foram citados no Quadro 2, revelando similaridades. A primeira delas diz respeito à resistência ao fogo dos materiais de fachada, uma vez que atingir a fachada é uma rápida maneira de se espalhar para todo o edifício. Outra importante consideração diz respeito à relevância do procedimento de abandono, uma vez que esses edifícios comumente estão com grandes números de pessoas em seus interiores e que podem estar realizando tarefas diversas que impactam sua percepção de risco, como dormir. Essa conclusão reforça algo já citado por Hayes (2017), ao informar que o abandono precisa ser considerado como parte do processo de projeto.

Ainda tentando documentar emergências e possíveis aprendizados ligados a elas, Hayes (2017) analisou incêndio em diversos locais. Essa análise foi implementada com outros estudos de ocorrências em todo o mundo e é apresentada no Quadro 3.

Quadro 2 – Análise de incêndios residenciais no Reino Unido

Ano	Incêndio	Local	Características da edificação	Recomendação posterior
1991	Knowsleys Heights	Liverpool	11 andares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução das regulamentações contra incêndio de 300 para 18 páginas;</li> <li>• Aprovado “Documento B” na regulamentação contra incêndio no Reino Unido; depois disso o revestimento dos edifícios não ser à prova de fogo.</li> </ul>
1999	Garnock Court	Scotland	14 andares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não usar material inflamável de revestimento em edifícios altos;</li> <li>• Mantido o “Documento B” – julgado como suficiente;</li> <li>• Rejeitada a instalação de sprinklers em todos os edifícios altos;</li> <li>• A política de permanência na edificação (<i>stay-put</i>) foi rejeitada.</li> </ul>
2005	Harrow Court	Stevenage	17 andares 6 aptos por andar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O “Documento B” foi alterado permitindo testes de combustão de materiais de revestimento.</li> </ul>
2009	Lakanal House	Camberwell/South London	14 andares Total de 98 aptos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendou-se a instalação de sistemas de sprinklers;</li> <li>• Revisão do “Documento B”;</li> <li>• Revisão da política de permanência (<i>stay-put</i>).</li> </ul>

Fonte: Adaptado e traduzido de (IGLESIAS-MENDOZA *et al.*, 2021)

Quadro 3 – Eventos de incêndios diversos

<b>Ano</b>	<b>Incêndio</b>	<b>Local</b>	<b>Fatos constatados</b>	<b>Aprendizado</b>	<b>Fonte</b>
1974	Nypro Works	Flixborough Inglaterra	i) Liberação acidental de ciclohexano resultou em uma explosão de nuvem de vapor; ii) 28 mortos, diversos feridos graves e detritos espalhados até 32km de distância	i) A estrutura de gestão deve ser organizada de forma que o feedback “de baixo para cima” seja eficaz; ii) Garantir que os responsáveis por certas tarefas sejam competentes e que a alta administração tenha uma compreensão clara das responsabilidades e demandas; iii) A localização de escritórios, laboratórios e similares deve ser bem afastada de locais perigosos; iv) Deve-se realizar manutenção das instalações e utilizar materiais eficientes.	HAILWOOD (2016) VENART (2007)
1988	Piper Alpha	Instalação offshore no Mar do Norte	i) Pessoas morreram nas acomodações esperando para serem informadas sobre o que fazer. ii) Aquelas que sobreviveram desobedeceram ao procedimento padrão (até que ponto é correto manter o protocolo?) e tomaram sua própria decisão de evacuar	i) Um pequeno incêndio pode se espalhar rapidamente por uma estrutura; ii) Os projetos de engenharia devem comunicar-se entre si.	GORSE e STURGES (2017)
1991	Knowsley Heights	Liverpool Inglaterra	i) Um dos primeiros casos históricos de incêndio em revestimento externo de edifício residencial; ii) Incêndio iniciou em um depósito de lixo fora do prédio, porém acendeu o revestimento de borracha que entrou em combustão	i) Atenção para os materiais utilizados em fachadas; ii) Introdução de barreiras de cavidades horizontais em cada andar.	CHEN <i>et al.</i> (2019)

Fonte: VENART (2007); HAILWOOD (2016); GORSE e STURGES (2017); CHEN *et al.* (2019)

Quadro 3 – Eventos de incêndios diversos (continuação)

<b>Ano</b>	<b>Incêndio</b>	<b>Local</b>	<b>Fatos constatados</b>	<b>Aprendizado</b>	<b>Fonte</b>
1999	Garnock Court	Escócia	i) Revestimento em plástico entrou em combustão; ii) 1 morte e 4 feridos; iii) Resultou em importantes mudanças na legislação contra incêndio no país.	i) Uso de materiais não inflamáveis em fachada; ii) Resistência à propagação ao fogo por parte dos materiais utilizados na edificação	CHEN <i>et al.</i> (2019)
2009	Television Cultural Centre	China	i) Fagulhas de fogos de artifício penetraram a fachada e o material isolante entrou em combustão; ii) 1 morte e 7 feridos;	i) Uso de materiais não inflamáveis em fachada.	CHEN <i>et al.</i> (2019)
2010	Shanghai Apartment	China	i) Durante uma reforma, o andaime feito de bambu entrou em combustão com fagulhas de soldagem. Em poucos minutos, toda a fachada foi incendiada; ii) Resultou em 58 mortes e 71 feridos	i) Uso de equipamentos de combate ao incêndio, como chuveiros automáticos	WHITE <i>et al.</i> (2013) CHEN <i>et al.</i> (2019)
2010	San Bruno	EUA	i) Falhas na soldagem da tubulação; ii) 8 mortos, 38 casas destruídas e 70 com danos	i) Deve ocorrer a atualização de equipamentos e instalações segundo as normativas vigentes de segurança	HAYES (2017)
2014	Lacrosse Building	Melbourne Austrália	i) Um cigarro aceso em um recipiente plástico desencadeou o incêndio, que tomou proporções maiores quanto entrou em contato com a fachada em alumínio. O alarme de incêndio não funcionou em todo o prédio e bombeiros tiveram de entrar em alguns pavimentos para avisar os ocupantes e evacuar o prédio; ii) O prédio possuía quase 400 ocupantes, mas o abandono foi realizado com êxito.	i) Uso de materiais não inflamáveis em fachada; ii) Deve ser prevista comunicação alternativa em caso de falha do sistema de alarme de incêndio	CHEN <i>et al.</i> (2019)

Fonte: WHITE *et al.*(2013); HAYES (2017); CHEN *et al.* (2019)

Quadro 3 – Eventos de incêndios diversos (continuação)

<b>Ano</b>	<b>Incêndio</b>	<b>Local</b>	<b>Fatos constatados</b>	<b>Aprendizado</b>	<b>Fonte</b>
2015	The Torch	Dubai	i) Esta é uma das torres residenciais mais altas do mundo, com mais de 80 andares; ii) O fogo iniciou no 50º andar por um cigarro; iii) Residentes adormecidos acordaram com o alarme de incêndio e pessoas gritando	i) Uso de materiais não inflamáveis em fachada; ii) Importância do abandono.	Dubai fire: Huge blaze tears through 86-storey Torch Tower apartment block in Marina neighbourhood - ABC News (2017)
2016	The Adress	Dubai	i) O incêndio começou com uma falha elétrica que se espalhou pela janela até o revestimento, semelhante a Grenfell Tower.	i) Os danos foram restritos em grande parte ao revestimento. Assim, apesar dos danos ao revestimento, a integridade passiva do edifício foi sustentada, o que aponta um potencial para um abandono seguro.	GORSE e STURGES (2017)

Fonte: ABC News (2017); GORSE e STURGES (2017)

Uma análise similar é aplicada à realidade dos incêndios brasileiros. Como acontecimentos mais recentes cita-se o incêndio na Boate Kiss, em Santa Maria/RS, em 2013, que tragicamente resultou em mais de 240 mortes e 120 feridos. Foi utilizado um fogo de artifício pela banda que se apresentava no local, uma faísca atingiu o revestimento do teto, espuma de poliuretano, material altamente inflamável. Rapidamente o incêndio se alastrou produzindo grande quantidade de fumaça negra e gases tóxicos, principais responsáveis pela asfixia e morte dos ocupantes (MENDONÇA, 2014).

Diversas falhas foram apontadas pelos laudos periciais, tais como a instalação de guarda-corpos com material inadequado no interior da boate; fechamento de janelas com lã de vidro; utilização de materiais inadequados para isolamento acústico e redução de saídas de emergência, provocando uma espécie de afunilamento (POLÍCIA REGIONAL, 2013).

Em 2018 ocorreu o incêndio e o consequente desabamento total do edifício residencial Wilton Paes de Almeida, em São Paulo. Acidente que deixou 7 mortos, diversos feridos e pessoas desaparecidas até os dias atuais. O edifício, abandonado pelo poder público, era utilizado de forma irregular por diversas famílias e possuía instalações em desacordo com as normas técnicas vigentes (HELENE, 2019).

Supõe-se que o incêndio tenha sido iniciado por um curto-circuito no quinto andar, no período da madrugada, e se alastrando em pouco tempo para os outros andares. Além do edifício em questão, outras cinco propriedades foram danificadas e interditadas pela Defesa Civil. Foi desenvolvido um modelo estrutural para avaliar e procurar justificativas ao desabamento, sendo concluído que um aumento de temperatura cerca de 20 vezes superiores às cargas supostamente utilizadas em projeto acarretou momentos de torção nos pilares, os quais não resistiram. A questão do abandono foi ressaltada, uma vez que o edifício desmoronou com 80 minutos de incêndio, o que foi considerado um colapso prematuro da estrutura (HELENE, 2019).

Ainda em 2018, o Museu Nacional, na cidade do Rio de Janeiro, teve seu acervo destruído em um incêndio de causa desconhecida (até então) e que durou cerca de seis horas. O Museu Nacional é a mais antiga instituição científica brasileira e o museu mais antigo do país, tombado pelo patrimônio histórico, não teve sua memória poupada pelo fogo. Esse evento chama a atenção para a necessidade de manutenção de edificações, principalmente aqueles com idade (CUNHA, 2018). Posteriormente, laudo específico apontou sobrecarga em ar-condicionado e falhas do sistema elétrica como causas do incêndio (FIORAVANTI, 2019).

Já em 2019 foi a vez do Centro de Treinamento George Helal, do Clube de Regatas do Flamengo, conhecido como “ninho do urubu”, também no Rio de Janeiro, sofreu com os efeitos de um incêndio devido a um curto-circuito, todavia, este teve proporções imensuráveis, deixando 10 mortos ((MPRJ), 2019), todos jovens entre 14 e 16 anos. O local não contava com um sistema de proteção contra incêndio e são investigados os responsáveis pela tragédia até os dias atuais.

Este item buscou levantar possíveis aprendizados em incêndios já ocorridos no Brasil e no mundo. O quadro 3 levantou incêndios de grande magnitude ou grande repercussão, ocorridos nos últimos 20 anos – internacionalmente – e em diversos ambientes distintos, sendo elucidados os possíveis aprendizados. Devido à escassez de literatura sobre os incêndios ocorridos no Brasil, foram analisados aqueles que aconteceram nos últimos 10 anos e apresentaram grande magnitude ou grande repercussão. Diante das tragédias estudadas percebeu-se que o abandono de área (ou a evacuação) possui uma importância significativa no processo de constituição de segurança para os ocupantes de edifícios, assim sendo, o tópico a seguir irá abordá-lo de maneira mais profunda, com um olhar específico sobre a simulação do abandono – talvez a melhor ferramenta para entender o que ocorre no processo de abandono em um incêndio real.

## 2.8 Análise dos softwares de simulação

Uma vez que a abandono dos ocupantes é um dos assuntos mais importantes na construção da segurança contra incêndio (LIU; ZHANG e MAO, 2020), diversos autores vêm se concentrando em estudar o abandono e os fatores que a influenciam, uma vez possui que este possui diferentes estágios.

Segundo Kuligowski (2013), a pré- evacuação (etapa que precede o abandono da edificação) é contabilizada a partir do momento em que o ocupante é notificado da ocorrência do incêndio, até o momento em que ele entra em uma rota de abandono, sendo o período de reação calculado desde este momento até quando o ocupante chega a um local seguro, como por exemplo fora da edificação. Já para Liu, Zhang e Mao (2020) há ainda um novo estágio no processo de abandono, o “tempo de detecção” - que antecede a pré- evacuação – denominado anteriormente de “tempo de pré- observação” por Peacock *et al.* (2017).

Para estudar a abandono, modelos de simulação foram desenvolvidas, tais como modelos baseados em redes estocásticas de Petri (SHEEBA e JAYAPARVATHY, 2019); 3D baseado em elementos finitos (WASIM e HUSSAIN, 2013); 3D baseado em GIS com conexões CAD e FDS (TANG e REN, 2012); BIM com jogo sério (RÜPPEL e SCHATZ, 2011); modelo multi grade (SONG *et al.*, 2006).

Apesar destes esforços, Kuligowski (2013) é enfática ao citar que os modelos de abandono não levam em consideração o comportamento real dos ocupantes de edifícios em situações de incêndios e que uma solução para esta limitação seria desenvolver uma teoria abrangente, até então inédita. Em contrapartida, Gwynne *et al.* (2017) citam que qualquer modelo, independente das técnicas utilizadas para empregá-lo, é uma simplificação da realidade – o que limita o emprego de modelos.

Segundo Sá (2018) a simulação computacional é uma ferramenta que permite a avaliação completa e em escala real do edifício em uma situação de incêndio porém sem os riscos e custos de modelos reais. Apesar das vantagens, a utilização destas ferramentas no Brasil é pouco difundida, sendo citado por Silva (2019) haverem simplificações e generalizações importantes e que se apresentam como limitações quanto ao seu uso, especificamente no âmbito desta pesquisa, incluir o comportamento humano em uma simulação é um fator que compreende complexidade.

Há um número maior de trabalhos que simulam a dinâmica e o comportamento do incêndio em si, como é o caso de Sá (2018); Borges (2018); Ruschel (2011) e Caldas *et al.* (2010). Já a simulação do abandono do edifício durante o incêndio é ainda mais escassa e pode

ser vislumbrada nacionalmente na pesquisa de Martins, Rodrigues e Braga (2019) que avaliou a dinâmica de abandono durante incêndios em clubes sociais, concluindo que o tempo necessário para abandono era significativamente superior àquele previsto na Norma Brasileira NBR 9077 e no trabalho de Silva (2019), cuja pesquisa simulou o abandono de edifícios em situação de incêndio com foco na sinalização de emergência, sua visibilidade e possibilidades de aprimoramento.

Ainda neste âmbito o trabalho de Montenegro (2016) analisou o abandono de edifícios universitários por meio de simulações, também tecendo um comparativo com as normativas vigentes e chegando à conclusão de que o número de pessoas no edifício pode ser mais impactante ao abandono do que a distância métrica entre as pessoas e as saídas. Em ambos os trabalhos foi utilizado o Pathfinder® como *software* de simulação. Valentin (2008) examinou as saídas de emergência de edifícios escolares em São Paulo, através de uma abordagem histórica e por meio de simulação do abandono das edificações utilizando o *software buildingEXODUS®*.

Internacionalmente as pesquisas empregando simulação já se desenvolvem em outras esferas. A exemplo, Sheeba e Jayaparvathy (2018 e 2019) analisam a utilização de sistemas de controle simultâneo de múltiplas portas e de alerta de incêndio durante uma situação de emergência, com base em redes de Petri para obter os tempos de abandono, determinando que a utilização de escadas é crucial neste processo. Santos e Aguirre (2018) analisou criticamente modelos de simulação já desenvolvidos, apontando *insights* até então desconhecidos e oriundos da psicologia e da organização social, sendo estas observações responsáveis por impactar o tempo e o movimento de grupos durante o abandono. Percebe-se que a utilização do *software* e da estratégia da pesquisa depende da disponibilidade e dos objetivos de cada pesquisa.

Neste âmbito Suvar *et al.* (2020) afirma existirem mais de 30 *softwares* capazes de simular o abandono de uma edificação em situação de incêndio, tais como EXIT89®, EVACNET®, ASERI®, Edifício EXODUS®, WAYOUT®, Legion Studio Enhancement Pack®, Myriad®, EXITT®, SIMULEX®, EgressPro®, FDS + Evac®, Pathfinder®. Arelado ao emprego destes *softwares*, foram desenvolvidas teorias para simular o movimento dos ocupantes durante um abandono, sendo estes modelos divididos em duas classificações:

- (i) simulam as pessoas como massas homogêneas que se movem livremente em um espaço tridimensional (OKAZAKI e MATSUSHITA, (1993); HELBING; FARKAS e VICSEK, (2000); SONG *et al.*, (2006); BURSTEDDE *et al.*, (2016);
- (ii) simulam as pessoas com características e ações heterogêneas (ZHENG; ZHONG e LIU, (2009); SANTOS e AGUIRRE, (2018).

Além da classificação em função do tipo de simulação, Kuligowski, Peacock e Hoskins (2010) propõe uma classificação em função da “malha” ou “*grid*” adotado, isto é, o método utilizado para determinar o movimento dos ocupantes através da edificação durante um incêndio, havendo três possibilidades:

- i) rede fina – divide o pavimento em uma malha de pequenas células, onde os ocupantes se movem de e para. Comumente estas redes só permitem a análise de um ocupante por vez;
- ii) rede grosseira – onde o pavimento é dividido em quartos, corredores, escadas, dentre outros, e cuja análise é baseada no movimento dos ocupantes de um ambiente para outro, sendo possível analisar múltiplos ocupantes simultaneamente;
- iii) rede contínua – é definida como aquela que aplica um modelo plano 2D para os pavimentos, considerando que os ocupantes se movem de um ponto no espaço para outro através da edificação.

As redes fina e continua se sobressaem pois permitem que seja simulada a presença de obstáculos na edificação capazes de modificar a rota de saída (KULIGOWSKI; PEACOCK e HOSKINS, 2010). Para fins de comparação foi realizado levantamento acerca das características dos principais *softwares* disponíveis atualmente, o que é apresentado no Quadro 4. Foram omitidos do Quadro os softwares EXIT 89®, por não ter sido lançado, e EVACNET4®; EgressPro® e EXITT® devido ao seu desuso.

Quadro 4 - Características dos softwares de simulação de incêndio

Software	País de origem	Malha	Formato de arquivo de importação	Visualização	Licença	Comunicação com outros softwares	Outras Fontes
Simulam as pessoas como massas homogêneas que se movem livremente em um espaço tridimensional							
WAYOUT	Austrália	Grosseira	Manual	2D	Livre	Não há	Shestopal e Grubits(1994)
Simulex	Reino Unido	Contínua	dxf	2D, 3D	Paga Demo	CAD	Thompson, Wu e Marchant (1997)
FDS+Evac	EUA	Contínua	Manual	2D, 3D	Livre	Não há	Korhoren (2005)
Pathfinder	EUA	Fina	dwg,dxf, ifc	2D, 3D	Paga Demo	CAD/BIM	<a href="https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/">https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/</a>
Simulam as pessoas com características e ações heterogêneas							
ASERI	Alemanha	Contínua	dwg	2D, 3D	Paga	CAD	<a href="https://www.ist-net.de/aseri/">https://www.ist-net.de/aseri/</a>
BuildingEXODUS	Reino Unido	Fina	dxf, ifc	2D, 3D	Paga/Demo	CAD/BIM	Gwynne et al. (2001)
Legion Simulator	EUA	Contínua	dwg,dxf, ifc	2D, 3D	Paga/Demo	CAD, BIM, EXCEL	<a href="https://www.bentley.com/pt/products/brands/legion">https://www.bentley.com/pt/products/brands/legion</a>
Myriad	Reino Unido	Fina, grosseira e contínua	dxf	2D, 3D	Consultoria	-	<a href="https://www.crowddynamics.com/">https://www.crowddynamics.com/</a>

Fonte: adaptado de Kuligowski, Peacock e Hoskins, (2010)

É coerente inferir que uma abordagem heterogênea aparenta ser mais próxima da realidade, uma vez que vai empregar características distintas dos ocupantes e opções de fuga também distintas e que podem ser escolhidas por eles, o que é corroborado por Yang, Fang e Fan (2003) ao afirmar que um modelo de abandono que considere o comportamento humano deve conter fatores-chave, sendo eles: escolha da rota, interações entre as pessoas, efeitos do ambiente (fumaça e ar quente, por exemplo) sobre as pessoas. Por outro lado, pode ser observado no Quadro 4 que os *softwares* que adotam esta abordagem são pagos, o que pode compreender uma limitação para o seu uso, uma vez que não estariam acessíveis para a maior parte dos projetistas, população em geral e gerentes de edificações.

É importante ressaltar ainda que a versão “demo” da maioria dos softwares não possibilita a sua utilização para análises de maior complexidade, como é o caso da simulação de abandono de área. Isto aponta outra dificuldade no emprego dos mesmos.

A fim de analisar como se daria o abandono de cada edifício em uma situação de incêndio e de utilizar esta análise como ferramenta de treinamento dos ocupantes, precisam ser realizadas simulações. Para tanto diversos *softwares* foram analisados com base na comunicação com outros programas (tais como Revit e AutoCAD) – o que facilitaria a modelagem – o tipo de simulação realizada, e a disponibilidade em relação à licença (se gratuito ou não). Esta análise possibilitou uma escolha do software a ser empregado nesta pesquisa – o que será apresentado posteriormente em ítem específico.

## **2.9 Tempo pré-movimento e Velocidade de movimento**

O tempo de pré-movimento é muito difícil de estimar, devido à variedade de fatores e possíveis ações que podem ser tomadas pelos ocupantes. Entretanto, o treinamento em segurança contra incêndio e um plano de abandono podem acelerar a saída, mas é improvável que possam eliminar totalmente o tempo gasto para avaliar a situação e tomar alguma decisão (PROULX, 2009).

O trabalho de Fahy e Proulx (2001) apresentou uma visão geral de resultados de exercícios de abandono de edifícios reais e após incidentes reais de incêndio, trazendo estimativas dos tempos de pré-movimento e de velocidade de movimento. Mais recentemente, Iglesias (2020) – ao estudar a segurança relativa ao incêndio de pessoas idosas em casas de repouso na Espanha – empregou estimativas apresentadas por Proulx (2009). Visando analisar de maneira objetiva os valores encontrados, o Quadro 5 foi construído e é apresentado a seguir.

Quadro 5 – Estimativas de tempo pré-movimento

Tempo mínimo (s)	Tempo médio (s)	Tempo máximo (s)	Observações	Fonte
18	168	612	- Edificação: edifício residencial alto; - Incêndio não anunciado; - Alarme de incêndio em funcionamento.	Fahy e Proulx (2001)
60	-	>1200	- Edificação: edifício residencial alto; - Acidente real no turno da manhã cedo; - Alarme de incêndio em funcionamento; - Mais da metade dos ocupantes foram evacuados.	Fahy e Proulx (2001)
30	-	600	- Edificação: casa de dois pavimentos; - Considerado que havia alarmes de fumaça espalhados em cada andar da casa e que estes seriam ativados.	Proulx (2009)

Fonte: Adaptado de Fahy e Proulx (2001) e Proulx (2009)

Quadro 5 – Estimativas de tempo pré-movimento (continuação)

Tempo mínimo (s)	Tempo médio (s)	Tempo máximo (s)	Observações	Fonte
180	240	300	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificação: edifício de escritórios;</li> <li>- O tempo mínimo considerou a percepção direta dos sinais de incêndio por parte dos ocupantes;</li> <li>- O tempo médio considerou que os ocupantes receberiam aviso de outros ocupantes;</li> <li>- O tempo máximo considerou que os ocupantes receberiam aviso da central de alarme;</li> <li>- Os autores recomendam que no caso de os ocupantes estarem dormindo, deveria ser adicionado o tempo de 240 s como necessário para que acordassem.</li> </ul>	Zhang, Li e Hadjisophocleous, (2014)

Fonte: Adaptado de Fahy e Proulx (2001) e Proulx (2009)

No que diz respeito à velocidade de movimento o Quadro 6 foi elaborado e é apresentado a seguir. Pode-se elucidar que estimar a velocidade de movimento não se trata de uma atividade simplória, pelo contrário, apesar de já haver algumas (poucas) referências sobre o tema, ainda restam dúvidas. Outra opção com possibilidade de adoção para um modelo que simula o abandono de uma edificação durante um incêndio seria a utilização de padrões já estabelecidos pelos próprios softwares ou, além disso, fazer uma análise da adoção de diferentes velocidades entre grupos distintos de indivíduos.

Quadro 6 – Estimativas de velocidade de movimento

Velocidade mínima(m/s)	Velocidade média(m/s)	Velocidade máxima(m/s)	Observações	Fonte
0,56	1,05	1,20	- Foram considerados adultos de diferentes idades; - Edificação: edifício residencial alto.	Fahy e Proulx (2001)
0,56	0,95	1,12		Fahy e Proulx (2001)
-	0,4	-		Proulx (2009)
-	1,19m/s	-		Martins, Rodrigues e Braga (2019)
-	calculada pela equação $v = 1,40 - (0,372 * D)$	-	sendo v a velocidade em m/s e D a densidade de pessoas por m <sup>2</sup>	Martins, Rodrigues e Braga (2019)

Fonte: Adaptado de Fahy e Proulx (2001) e Proulx (2009)

O desenvolvimento do capítulo 4 propiciou o conhecimento e diferenciação dos softwares disponíveis na literatura para simular o abandono de edifícios em caso de incêndio. Foi possível levantar as principais similaridades e diferenças entre os mesmos e considerando estes fatores e a disponibilidade, escolher o software a utilizar na pesquisa. Este software foi detalhado e estudado com maior profundidade, a fim de possibilitar o seu emprego adequado.

Também foi possível analisar indicadores de bastante complexidade ligados ao abandono de área e que devem ser adotados no processo de simulação, como o tempo pré-movimento e a velocidade. Haja vista a enorme possibilidade de variação destes indicadores, sua utilização é dificultada e deve ser analisada com critério, mesmo já existindo pesquisas norteadoras na literatura.

Uma vez desenvolvidos o embasamento teórico e a teoria envolvida na simulação, é possível traçar e detalhar o método de pesquisa a ser adotado por este trabalho, o que é apresentado no próximo capítulo.

## 3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo a pesquisa é enquadrada segundo padrões metodológicos, é apresentado um delineamento e as etapas sucessivas para o seu desenvolvimento, são relatadas também as estratégias de pesquisa, coleta e análise de dados.

### 3.1 Enquadramento metodológico

Quanto à natureza dos dados, esta pesquisa caracteriza-se como mista, pois possui etapas qualitativas e quantitativas, de maneira sequencial, isto é, resultados de uma etapa específica são empregados nas etapas subsequentes. As vantagens desse tipo de pesquisa dizem respeito à combinação ou conexão de dados, sendo a “estratégia exploratória sequencial” responsável por envolver uma primeira fase de coleta e análise de dados qualitativos, seguida de uma fase de coleta e análise de dados quantitativos, que é desenvolvida sobre os resultados da primeira fase qualitativa. Esse tipo de abordagem é vantajosa quando se deseja construir um novo instrumento, (CRESWELL, 2010) – o objetivo principal desta pesquisa.

Uma estratégia exploratória é proposta como ponto de partida e para composição de uma RSL. Nesta pesquisa a RSL teve por objetivo ampliar o conhecimento acerca dos softwares de simulação computacional de incêndio e aspectos correlatos (como o abandono de área) e ainda fornecer conhecimento suficiente para permitir a escolha do software adequado à pesquisa. Neste contexto, Malhotra (2001) estabelece que esta fase de pesquisa é significativa em qualquer situação da qual o pesquisador não disponha do entendimento suficiente para prosseguir com a pesquisa.

Como estratégia de pesquisa, o *Design Science Research* (DSR) será utilizado. Essa estratégia tem como objetivo a geração de conhecimento para propiciar a resolução de problemas por meio da construção de modelos, diagramas, planos, organizações, métodos etc., o que é denominado de “artefato” (SIMON, 1996) e é o grande diferencial deste tipo de pesquisa. Mais recentemente, Manson (2006) definiu a DSR como um processo de usar o conhecimento para projetar e criar artefatos úteis, que terão sua eficácia testada.

Neste âmbito, Lacerda *et al.* (2013) ressaltam a necessidade de pesquisas verdadeiramente direcionadas ao projeto de artefatos que sustentem soluções mais favoráveis para problemas existentes, definindo o conhecimento desenvolvido pela DSR como prescritivo (LACERDA *et al.*, 2013; MANSON, 2006).

Acerca do processo de desenvolvimento da DSR, pode-se adotar a recomendação de (SIMON, 1996), que lista seis fases apresentadas a seguir:

1. Encontrar um problema com potencial de pesquisa e que tenha relevância prática;
2. Obter uma compreensão abrangente acerca do tema de pesquisa;
3. Construir uma ideia de solução;
4. Demonstrar que a solução funciona;
5. Mostrar as relações entre a teoria e a solução proposta (contribuição da pesquisa);
6. Examinar o escopo da aplicabilidade da solução.

Uma proposta similar foi apresentada mais recentemente por Manson (2006) que orienta a utilização de cinco etapas, similares àquelas propostas por Simon (1996): Conscientização; Sugestão; Desenvolvimento; Avaliação e Conclusão. A adoção desse processo é corroborada por trabalhos mais recentes, tal como pode ser observado em Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) e Lacerda *et al.* (2013) e reforçam que o processo da DSR é prático e objetivo, orientado ao desenvolvimento e validação do artefato.

No que diz respeito ao artefato, uma tipificação é proposta por March e Smith, (1995), que dispõe de cinco classificações possíveis:

- a) Constructos: Constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções;
- b) Modelos: conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos; representação de como as coisas são. Na DSR a preocupação principal é a utilidade de modelos;
- c) Métodos: conjunto de etapas utilizadas para executar uma tarefa. Podem ser ligados aos modelos, nos quais etapas do método podem empregar partes do modelo como entrada;
- d) Instanciações: concretização de um artefato em seu ambiente; operacionalizam constructos, modelos e métodos.

Uma definição mais ampla de métodos e instanciações é proposta por Manson (2006), informando que os métodos representam um conjunto de passos que devem ser obedecidos para que um resultado seja produzido em um dado ambiente externo, ao passo que instanciações consistem em um conjunto coerente de regras que orientam a utilização dos artefatos (constructos, modelos e métodos).

Apesar do foco que a pesquisa em DSR dá para o artefato, Tremblay, Hevner e Berndt (2010) ressaltam que este não pode ser a única preocupação do pesquisador, que também deve se concentrar no alcance de evidências que constatem a efetividade do artefato para resolver problemas reais.

Outra importante característica, dita como fundamental, é citada por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) ao informar que a pesquisa que utiliza a DSR é orientada à solução de problemas específicos, não necessariamente buscando a solução ótima, mas a solução satisfatória para a situação, passível de generalização para uma determinada classe de problemas e permitindo que outros pesquisadores e profissionais possam fazer uso do conhecimento gerado.

De maneira sucinta, a DSR é conceituada e resumida por Lacerda *et al.* (2013) conforme é apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Características da DSR

Características	DSR
Objetivos	Desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos
	Prescrever e projetar
Principais atividades	Conscientizar
	Sugerir
	Desenvolver
	Avaliar
	Concluir
Resultados	Artefatos
Tipo de conhecimento	Como as coisas deveriam ser
Papel do pesquisador	Construtor e avaliador do artefato
Base empírica	Não-obrigatória
Colaboração pesquisador - pesquisado	Não-obrigatória
Implementação	Não-obrigatória
Avaliação dos resultados	Aplicações
	Simulações
	Experimentos
Abordagem	Qualitativa e/ou Quantitativa

Fonte: adaptado de LACERDA *et al.* (2013)

Diante do exposto, o Quadro 8 visa apresentar uma adequação desta pesquisa às premissas do DSR, com base em Lacerda *et al.* (2013) e Manson (2006).

Quadro 8 – Adequação desta pesquisa ao método do DSR

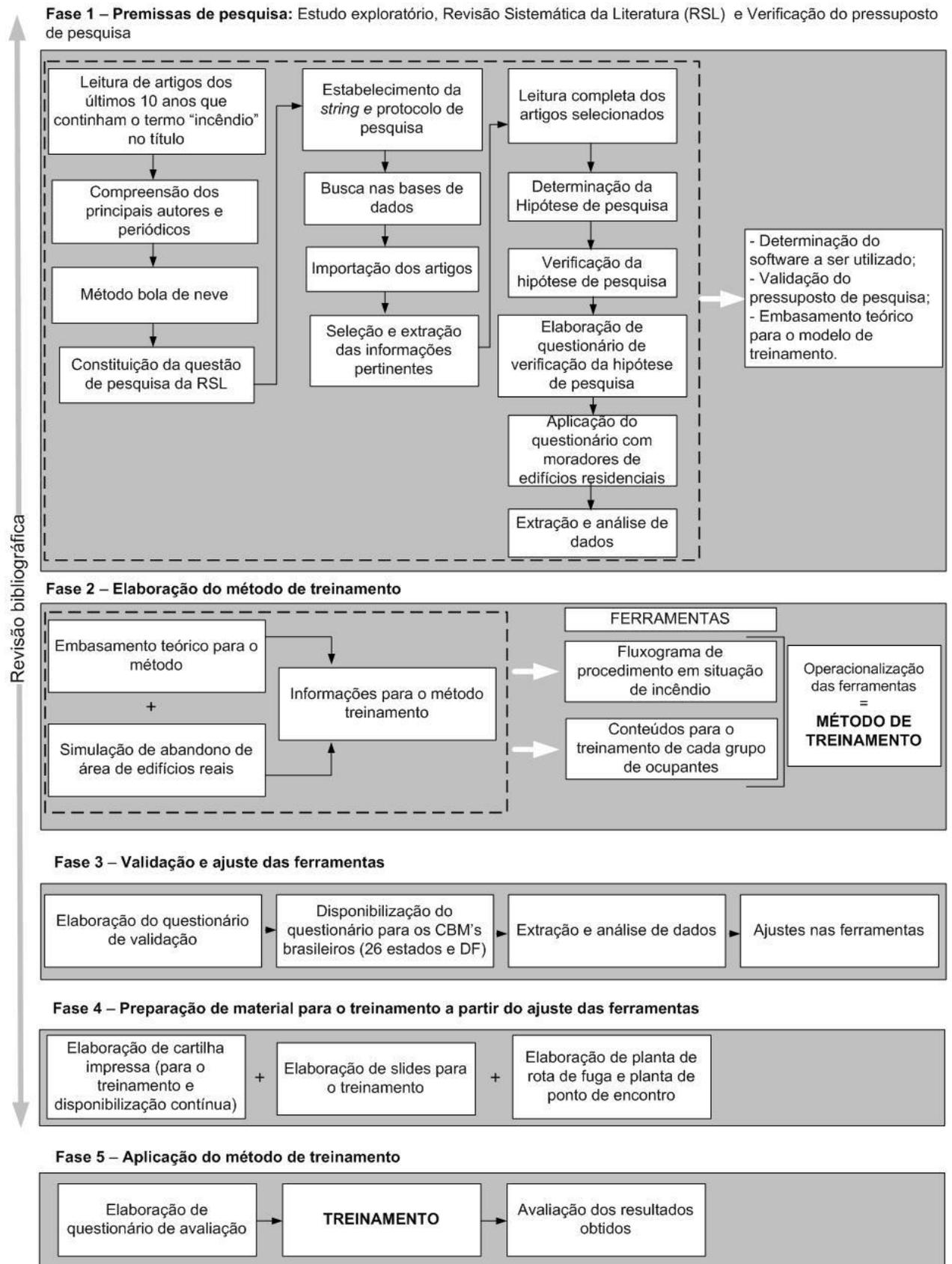
Etapas de condução	Saídas da DSR	Pontos a explicitar
Conscientização	Proposta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiência dos elementos de SPCI, uma vez que em sua maioria não utilizam o comportamento humano como variável;</li> <li>• Necessidade de treinar os ocupantes de edifícios residenciais altos para agir em caso de incêndio;</li> <li>• Fomentar a cultura prevencionista.</li> </ul>
Sugestão	Tentativa	Elaborar treinamento com base nas referências teóricas e na simulação computacional para os ocupantes de uma edificação residencial
Desenvolvimento	Artefato	Método de treinamento
Avaliação	Medidas de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validação com profissionais da área</li> </ul>
Conclusão	Resultados	Método de treinamento validado

Fonte: Adaptado de Lacerda *et al.* (2013) e Manson (2006).

### 3.2 Delineamento da pesquisa

A Figura 3 ilustra as fases sucessivas do trabalho, as quais serão detalhadas em tópicos posteriores.

Figura 3 - Delineamento da pesquisa



Fonte: A autora (2021)

Diante do delineamento apresentando, os objetivos específicos são atendidos conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Atendimento dos objetivos específicos pelas etapas da pesquisa

Objetivo específico		Etapa da pesquisa responsável por atender
1	Constituir embasamento teórico para o método de treinamento	Estudo exploratório e RSL <b>Fase 1</b>
		Levantamento do embasamento teórico para o método <b>Fase 2</b>
2	Simular o abandono de área de edificações residenciais através de software específico	Simulação de abandono de área de edificações reais <b>Fase 2</b>
3	Desenvolver o método de treinamento	Composição do método de treinamento <b>Fase 2</b>
		Preparação de material para o treinamento <b>Fase 4</b>
4	Validar o método de treinamento	Validação do método de treinamento através de questionário disponibilizado para os Corpos de Bombeiros (CBM's) <b>Fase 3</b>
5	Aplicar o método de treinamento	Aplicação do método desenvolvido através de treinamento com os ocupantes de edifícios residenciais. <b>Fase 5</b>

Fonte: A autora (2021)

### 3.3 Fase 1 – Premissas de pesquisa

#### 3.3.1 Pesquisa exploratória e RSL

A fim de analisar previamente o tema de pesquisa e construir o termo de busca para a RSL, uma análise exploratória foi desenvolvida. Foram analisadas ferramentas como o Portal de Periódicos da Capes, a Plataforma Sucupira e periódicos de relevância nacional, como a

Revista Ambiente Construído, buscando por pesquisas dos últimos 10 anos que continham no título, no resumo ou nas palavras-chave o termo “incêndio”. Esta análise permitiu que fossem encontrados artigos prioritários nesta área do conhecimento, assim como fossem compreendidos os principais autores e periódicos que abordam o tema na atualidade.

O método “bola de neve” também foi empregado, utilizando informações de autores e periódicos (contidas nos próprios artigos em leitura) para analisar a temática em busca. Posteriormente, visando ampliar a busca e realizar um filtro mais rigoroso – haja vista a pequena quantidade de trabalhos abordando a modelagem de comportamento humano em incêndio – constitui-se uma questão de pesquisa específica para a RSL. Para cada etapa foram aplicados critérios de exclusão com base no objetivo da RSL, assim sendo, foram excluídos deste protocolo outros artigos de revisão (evitando a redundância), artigos incompletos, artigos de congressos, editoriais, artigos que não possuíam claramente como fonte de pesquisa edificações residenciais, que não estivessem disponíveis ou que fossem muito curtos (menos de duas páginas).

Entende-se que a RSL poderia contribuir com a compreensão acerca de um tema pouco explorado nas referências analisadas e pouco conhecido pelos autores: a simulação de abandono em edificações. Como outras justificativas para o desenvolvimento da RSL na temática supracitada, está a necessidade de compreensão dos softwares utilizados e verificação do seu potencial de utilização em concordância com os objetivos da pesquisa, ao mesmo tempo, o desenvolvimento da RSL será responsável por gerar conhecimento, uma vez que irá possibilitar a análise e comparação entre softwares. Desta forma, além de contribuir de maneira teórica, a RSL contribui de maneira prática com o desenvolvimento deste trabalho, uma vez que propiciará a escolha do software a ser utilizado nesta e, possivelmente, em outras pesquisas.

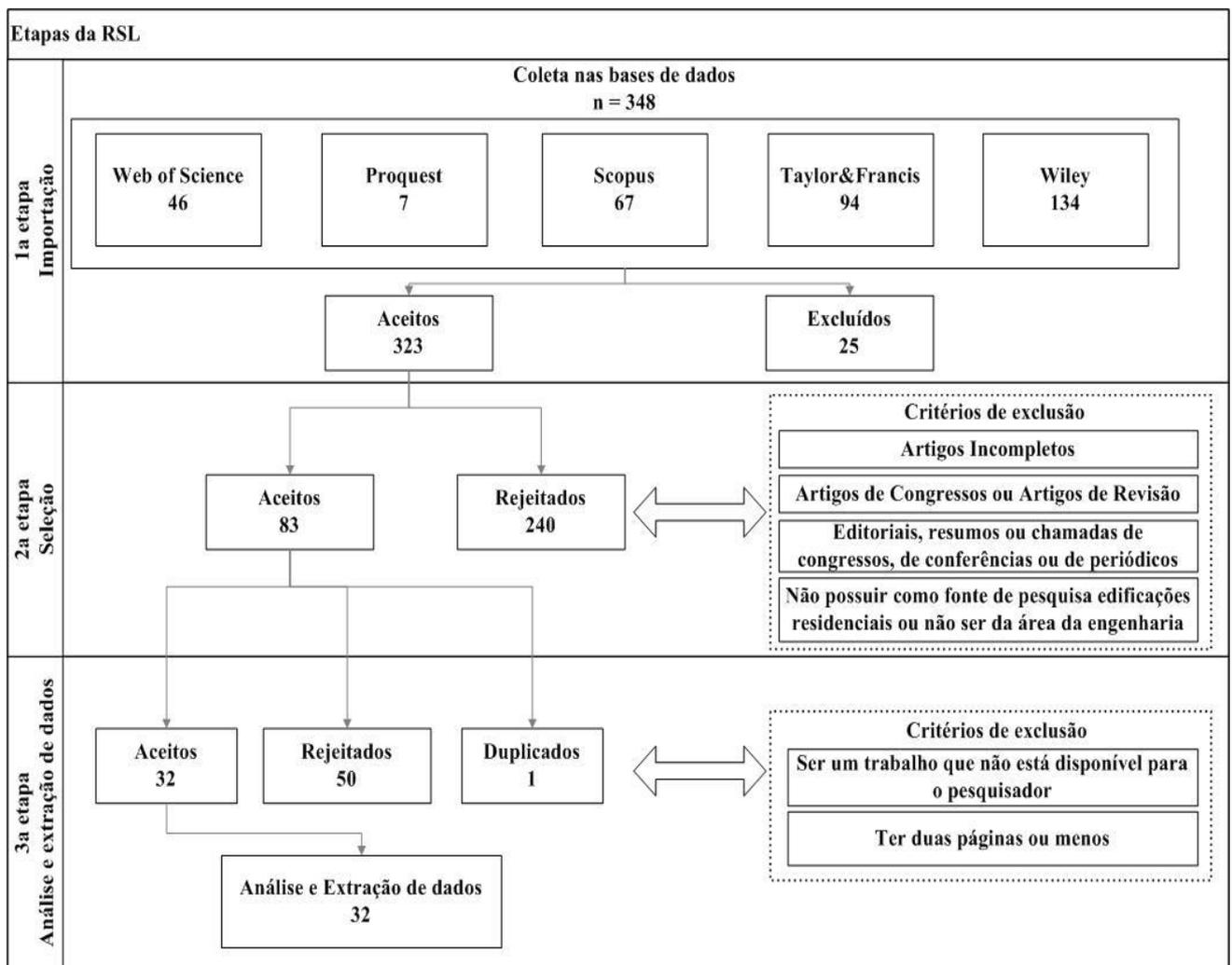
Esta etapa da pesquisa será apresentada de forma detalhada no Apêndice A e de maneira breve na descrição deste texto conforme as etapas a seguir:

- a) Constituição da questão de pesquisa da RSL: **Como é realizada a modelagem do comportamento humano em situações de incêndio em edificações?**
- b) Constituição da *string* de pesquisa;
- c) Definição das bases de busca: Web of Science (WoS), Proquest, Scopus, Taylor&Francis, Wiley Online Library.
- d) Busca e importação de artigos;
- e) Seleção e extração de informações pertinentes.

Para operacionalização da RSL foi utilizado o software START (*State of the Art Through Systematic Review*), através de um processo de 5 fases como é apresentado a seguir. Em seguida, a Figura 4 ilustra e resume o processo de RSL.

- a) Composição do protocolo de pesquisa;
- b) Execução;
- c) Seleção;
- d) Extração e
- e) Sumarização.

Figura 4 - Etapas da RSL



Fonte: A autora (2021)

A construção da RSL possibilitou um entendimento geral acerca do tema, bem como propiciou a leitura de importantes fontes de referência para este trabalho. Após as etapas que

envolviam exclusão, o trabalho foi finalizado com 32 artigos com real aderência ao tema da pesquisa e que foram aprovados pelos critérios adotados.

É possível inferir que a simulação de incêndio e de abandono é um tema ainda pouco abordado internacionalmente e praticamente sem abordagem nacional. Percebe-se uma quantidade maior de trabalhos divulgados no ano de 1999 e publicações posteriores mais recentes, principalmente nos últimos 5 anos. Esta etapa possibilitou concluir ainda que a principal fonte de publicações na área em análise é a Revista *Fire and Materials*, sendo os países asiáticos, sobretudo a China, aqueles responsáveis pela maior parte das publicações. Toda essa situação reforça a necessidade de pesquisas brasileiras nesta área do conhecimento, a fim de alavancar este conhecimento nacionalmente.

Os resultados desta etapa constituíram o embasamento teórico e as referências necessárias para o desenvolvimento do capítulo 4 desta tese. O software a ser utilizado, bem como os seus parâmetros, também são definidos no capítulo supracitado.

Esta pesquisa exploratória inicial e o desenvolvimento da RSL possibilitaram determinar um pressuposto de pesquisa para esta tese, conforme citado no item 1.3. O detalhamento desta etapa é apresentado no item a seguir, sendo os resultados explicitados em tópico específico, posteriormente.

### 3.3.2 Pressuposto de pesquisa e sua verificação

Visando analisar se o pressuposto de pesquisa apresentado no item 1.3 seria confirmado, uma etapa de verificação foi prevista. Esta etapa teve como objetivo indagar os próprios ocupantes de edifícios residenciais acerca do seu preparo para agir em caso de incêndio.

A verificação constituiu um estudo de Iniciação Científica desenvolvido junto à Universidade Federal do Pará (UFPA), que teve como objetivo avaliar se os indivíduos estão aptos a agir em caso de incêndio – o que se supõe testar o pressuposto de pesquisa da tese em questão.

Para tanto, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da UFPA, através da Plataforma Brasil, tendo aprovação em 10 de julho de 2020, por meio do parecer consubstanciado número 4.149.167.

Para realizar tal análise um questionário específico foi desenvolvido. Nesse processo foram empregadas as etapas de construção de questionário previstas por Aaker *et al.* (2013): I) planejar o que vai ser mensurado; II) formatar o questionário; III) formular as perguntas; IV) definir o sequenciamento e o layout; V) realizar pré-teste e corrigir problemas. Ao mesmo

tempo, foram utilizadas como referência as questões empregadas por Gerges *et al.* (2017) e realizadas adaptações para a realidade brasileira. Esta pesquisa foi desenvolvida no Egito e teve como objetivo a análise de como seria o comportamento humano em uma situação de incêndio em edifícios altos e quais seriam as motivações para o abandono.

Segundo Gerges *et al.* (2017), apesar de as pesquisas no âmbito de incêndio ocorrerem em grande número, ainda são escassas aquelas que abordam o comportamento humano – sendo este conhecimento importante para antecipar aos projetistas qual seria a reação das pessoas – o que pode reduzir a sua exposição ao risco durante um incêndio.

Ao final do processo o questionário, apresentado na íntegra do Apêndice B, foi constituído por 20 questões, divididas em duas partes:

- i) perfil do respondente;
- ii) aspectos relacionados à segurança contra incêndio.

Foram então realizadas três rodadas de pré-teste, durante o mês de abril de 2020, com os pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)/UFPA que residiam em edificações na cidade de Belém e arredores. A cada etapa os pesquisadores relatavam possíveis erros no questionário online, questões que geram dúvidas ou que eram confusas. O questionário foi sendo editado até chegar em uma versão julgada como adequada pelos respondentes e pesquisadores.

Uma vez finalizado, e recebida a aprovação do CEP (julho de 2020), o questionário foi aplicado a moradores de edificações residenciais em Belém/PA e Fortaleza/CE – público selecionado por questões de disponibilidade e proximidade geográfica com os desenvolvedores da pesquisa.

Para os moradores de Belém/PA e região, o questionário foi enviado por meio online através do *mailing* de uma administradora responsável por empreendimentos de médio e alto padrão. Este envio seguiu os pré-requisitos da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) – Lei Nº. 13.709 de 14 de agosto de 2018, portanto os dados de perfil dos respondentes não foram coletados, a fim de preservar as suas informações.

Para os moradores de Fortaleza/CE, o questionário foi entregue de maneira impressa – uma opção do próprio administrador do condomínio por acreditar que, desta maneira, o número de respostas seria maior – mas também seguiu os preceitos da LGPD – mantendo a não identificação dos respondentes. Os resultados desta etapa de aplicação serão explicitados no item 6.1.

### 3.3.3 Escolha do software de simulação a ser empregado

Sabe-se que os *softwares* que simulam o abandono e o movimento das pessoas com características heterogêneas são aqueles mais próximos à realidade e provavelmente os que retornariam resultados otimizados, todavia não foi obtido acesso a estes programas, haja vista os custos envolvidos em sua compra e a falta de disponibilidade de versões demo ou educacionais ou a ausência de ferramentas indispensáveis a esse trabalho nessas versões. Assim, uma vez que a limitação financeira seria uma barreira, fez-se necessário empregar o programa gratuito de melhor qualidade possível e que corroborasse com os objetivos desta pesquisa, o Pathfinder® atendeu a esses requisitos e foi conseguida uma licença provisória para a sua utilização.

Foi realizada uma análise inicial do programa, utilizando um edifício de múltiplos pavimentos o qual se tinha acesso, a fim de entender a ferramenta e verificar os dados necessários para a modelagem. Nesta etapa, os trabalhos nacionais de Martins, Rodrigues e Braga (2019) e Montenegro (2016) foram utilizados como fontes de referência, haja vista a utilização do Pathfinder®, mesmo que para outros tipos de edifícios, locais de reunião de público e edifícios universitários, respectivamente.

O Pathfinder® é um modelo de movimento e comportamento parcial, isto é, calcula principalmente o movimento dos ocupantes e simula comportamentos como características únicas do ocupante, comportamento de ultrapassagem e a introdução de fumaça ou efeitos de fumaça (KULIGOWSKI e PEACOCK, 2005). Foi desenvolvido pela Thunderhead Engineering e é baseado em movimento dos agentes usando um sistema de coordenadas, usando uma malha triangulada 3D, do tipo fina, para representar a geometria do modelo.

Segundo Ronchi *et al.* (2010) o modelo fornece resultados quantitativos e qualitativos tais como: tempos de abandono, uso da sala e taxas de fluxo da porta, bem como uma representação visual 3D de todo o processo de abandono. O software utiliza duas maneiras de modelar o processo de abandono: SFPE e Steering.

- a) SFPE: modelo de fluxo, apresentado no Manual de Engenharia de Proteção contra Incêndio da Society of Fire Protection Engineers (SFPE) de Nelson e Mowrer (2002). As velocidades de caminhada dependem da densidade e limites de fluxo das portas, ou seja, os ocupantes se movem entre os ambientes através de filas e não tentam evitar um ao outro. Os resultados do SFPE fornecem uma linha de base útil para comparação com outros resultados;

- b) *Steering*: baseado em modelo de comportamento de direção, desenvolvido por Reynold (1999) e redefinido por Amor, Murray e Obst (2006), no qual o congestionamento e o enfileiramento surgem devido à representação do modelo de processos humanos. Os agentes procedem de forma independente para seu objetivo, evitando outros ocupantes e obstáculos. As taxas de fluxo da porta não são especificadas, mas resultam da interação dos ocupantes entre si e com os limites.

Segundo Martins, Rodrigues e Braga (2019) a modelagem do tipo SFPE é mais semelhante às normas vigentes, enquanto a modelagem do tipo *Steering* é mais próxima do movimento esperado em uma situação real.

Para além dos *softwares* de simulação, determinar o tempo gasto no processo de abandono também compreende uma linha de estudo de importância para o desenvolvimento dos projetos de proteção contra incêndios. Neste âmbito, o trabalho de Lovreglio *et al.* (2019) ampliou um banco de dados de tempos de pré-evacuação e suas causas, originário de 11 diferentes países, tais como Estados Unidos, Suécia, Irlanda, Holanda e Canadá. Os autores utilizaram uma análise de *cluster* para agrupar os tempos em função de causas semelhantes, concluindo que nem sempre esse agrupamento seria óbvio e fácil de ser explicado, todavia possibilitou, com base em suas referências, que fossem traçados 10 fatores que podem explicar os atrasos nos tempos de pré-evacuação:

- a) A presença de alarme, o tipo de alarme e a sua performance;
- b) Cultura do país e do evacuado;
- c) Natureza do evento: incêndios acidentais x simulações;
- d) Tipo de estrutura (ex: número de andares, geometria);
- e) Procedimento de abandono;
- f) Duração da mensagem de voz e a natureza da mensagem fornecida;
- g) Hora do dia;
- h) Condições meteorológicas;
- i) Diferença na metodologia de coleta de dados comportamentais (análise de vídeo, questionários, entrevistas);
- j) Porcentagem de ocupantes com deficiências gerais, idosos e ocupantes com deficiência motora.

Além de corroborar com alguns dos fatores supracitados, Sheeba e Jayaparvathy (2019) concluíram que o tempo de pré-evacuação também é proporcional ao número de

ocupantes do edifício, isto é, aumenta quanto maior for o número de ocupantes; sendo este fato relacionado às aglomerações nas escadas.

Também na tentativa de prever o tempo de pré-evacuação, Lo *et al.* (2009) propuseram um modelo preditivo baseado em lógica Fuzzy, que considerava a ação de uma pessoa em uma situação de incêndio como um evento aleatório, possivelmente influenciado por informações muitas vezes imprecisas. Ao final do trabalho, os autores complementam informando que o estabelecimento de um modelo preditivo requer uma ampla coleta de dados. Ruppel e Schatz (2011) foram responsáveis por definir que “tentar combater o incêndio” ou “pegar pertences” são atividades capazes de promover atrasos importantes no tempo de pré-evacuação, o que compromete a realização de um abandono seguro.

Haja vista a importância de estimar a velocidade com a qual os ocupantes irão se locomover no processo de abandono e qual será o tempo gasto em atividades pré-movimento uma busca por recomendações foi realizada na literatura disponível e os resultados serão apresentados e resumidos no item 4.1.

### **3.4 Fase 2 – Elaboração do método de treinamento**

Para elaborar o método de treinamento a ser empregado com os ocupantes de edifícios residenciais, duas vertentes de informações foram adotadas. Um embasamento teórico foi utilizado, bem como foram desenvolvidas simulações de edifícios reais. O detalhamento dessas etapas é apresentado a seguir.

#### *3.4.1 Embasamento teórico*

Nesta etapa foram levantados princípios teóricos capazes de constituir o método de treinamento bem como os conteúdos que este método precisaria adotar, através de uma análise documental. Para tanto foram analisadas Instruções ou Normas técnicas dos CBM's dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal. Para realizar a análise uma planilha eletrônica foi preenchida, e é apresentada na íntegra no Apêndice E.

Esta busca teve como fonte de dados normas específicas de gerenciamento de risco, programa de segurança contra incêndio ou plano de intervenção de incêndio. Dentre os 26 estados e o Distrito Federal, 15 estados possuem normas com aderência à pesquisa – isto é, possuem normativas específicas para gerenciamento de risco, programa de segurança contra incêndio ou plano de intervenção de incêndio – a saber: Alagoas (AL), Amazonas (AM), Bahia (BA), Maranhão (MA), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG),

Pará (PA), Paraná (PR), Piauí (PI), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Norte (RN), Santa Catarina (SC), São Paulo (SP) e Tocantins (TO). Destes estados somente MG, PA e RJ não seguem o padrão apresentado por SP.

Foram então levantadas informações que pudessem contribuir com um procedimento padronizado a ser realizado em caso de incêndio – neste âmbito, alguns estados contribuíram de maneira mais expressiva com o desenvolvimento do procedimento, é o caso dos estados do RJ e SP. Ao mesmo tempo, questões como a exigência de brigada de incêndio, exigência de um plano de emergência e exigência de elevador de emergência também nortearam a análise e extração de informações. É importante ressaltar que a bibliografia (sobretudo internacional) levanta orientações importantes que poderiam nortear este método, entretanto, como a realidade nacional ainda é obsoleta, decidiu-se empregar as normativas nacionais como ponto de partida, tendo em mente que haveria outras opções e possibilidades. Não caracterizando este método como taxativo, e sim como norteador, direcionador.

Também foram analisadas normas internacionais com aderência à pesquisa, sendo extraídas informações pertinentes para alimentar o método de treinamento. Neste âmbito, a *National Fire Protection Association (NFPA)* - órgão internacional que desenvolve normas e códigos para oferecer um padrão de segurança contra incêndio, sendo elaboradas por profissionais distintos de diversos países - apresenta sua norma de número 1620: *Standard for pre-incident planning*, em português, Norma para planejamento de pré-incidente.

Foram utilizadas ainda os aprendizados levantados em incêndios que já ocorreram no Brasil e no mundo e estão citados no capítulo 3 desta tese. O objetivo desta análise é de desenvolver um método de treinamento que leve em consideração erros já cometidos, a fim de não os repetir. Por fim, no âmbito do embasamento teórico, foram levadas em consideração as referências pesquisadas e apresentadas no capítulo 2, relativas ao comportamento humano em situação de incêndio. Esta análise teve como propósito a composição de um método de treinamento que leva em consideração o comportamento humano previsível em situações de incêndio.

#### 3.4.2 Simulação

Após a escolha do software a ser utilizado, conforme apresentado no tópico 4.1 e considerando a disponibilidade financeira e a adesão aos objetivos da pesquisa, este trabalho se propôs a modelar e simular o abandono de área em três edifícios residenciais altos (acima de 30m de altura) e multifamiliares utilizando o Pathfinder® e empregando os modos SFPE e Steering.

Entende-se que a simulação é uma etapa importante para compor o método de treinamento pois possibilita a análise de premissas e de atitudes que poderiam ser tomadas pelos ocupantes durante um incêndio. Ao mesmo tempo, a simulação também se apresenta como uma ferramenta que possibilita aos ocupantes a visualização de uma situação hipotética de incêndio, podendo reforçar quais atitudes devem ser tomadas e quais as rotas devem ser seguidas nestas situações.

A escolha dos edifícios se deu em virtude dos seguintes critérios:

- i) disponibilidade de projetos em duas dimensões (os quais facilitam a modelagem em 3D);
- ii) interesse por parte da administração da edificação em participar da pesquisa;
- iii) proximidade geográfica.

No que diz respeito à quantidade de edificações estudadas, Creswell (2012) elucida que a amostragem é uma seleção proposital de uma amostra que pode ajudar ao pesquisador a entender o fenômeno ao qual estuda.

Desta forma, cada pesquisa terá um número apropriado de participantes e não um há um número específico e pré-definido. Neste âmbito surge o conceito de saturação dos dados (ou saturação teórica), instituído por Glaser e Strauss em 1967, sendo amplamente discutido desde então e empregado como fundamento teórico para definir o tamanho de amostras em pesquisas qualitativas. Creswell (2012) define a saturação dos dados como um ponto onde o pesquisador faz a determinação subjetiva de que novos dados não fornecerão nenhuma nova informação (ou percepção) para a teoria em desenvolvimento – o que corrobora com Faulkner (2017), que afirma que ao se alcançar a redundância na coleta de dados, esta pode cessar.

Diversas pesquisas qualitativas foram desenvolvidas na grande área da Engenharia Civil utilizando-se da saturação de dados como premissa, a saber, cita-se os recentes trabalhos de Stanitsas; Kirytopoulos e Leopoulos (2021); Ahiaga-Dagbui *et al.* (2020); Whittle *et al.* (2019); Wang, Y. *et al.* (2019) e Synek e Koenigstorfer (2018). Estes trabalhos apresentaram similaridades ao ressaltar que, na pesquisa qualitativa, a profundidade dos resultados é mais importante que o número de respondentes. Diante do exposto, a pesquisa em questão considerou que o estudo de três edificações forneceu informações suficientes para alcançar a saturação.

Ainda sobre os edifícios estudados, o Quadro 10 apresenta informações que favorecem a sua compreensão e ilustração, todavia demais características serão mantidas em sigilo.

Quadro 10 – Informações das edificações estudadas

Nomenclatura	Cidade/Estado	Número de torres	Número de apartamentos por andar/total	Descrição dos andares
A	Belém/PA	1	4 ap's por andar/78 total	19 tipos, 1 térreo, 2 subsolos, 1 sobre solo, 1 cobertura
B	Belém/PA	1	4 ap's por andar /109 total	27 tipos, 1 térreo, 3 subsolos, 1 cobertura
C	Fortaleza/CE	2	4 ap's por andar/168 total	21 tipos, 1 térreo, 1 mezanino

Fonte: A autora (2021)

Para determinar a quantidade de ocupantes de cada edificação, foram adotados dados do Censo IBGE, que apresentou estimativas populacionais para 2021. Foram adotadas as médias populacionais por domicílio, bem como a proporção entre os grupos de indivíduos (adultos, crianças e idosos). Os cálculos são apresentados no Quadro 11. A população de crianças compreende a faixa etária de 0 a 14 anos, já a proporção de idosos compreende os ocupantes com 65 anos ou mais. Os ocupantes com as demais idades compreendem a população de adultos.

Quadro 11 – Informações sobre a ocupação das edificações

Nomenclatura	Cidade/Estado	Taxa de ocupação por apto <sup>1</sup>	Proporção populacional adotada <sup>2</sup>	Número total de ocupantes
A	Belém/PA	4	Adultos 68,5%	312
B	Belém/PA	4	Crianças 25,24%	436
C	Fortaleza/CE	2	Idosos 6,26%	336

#### Observações

<sup>1</sup> –Taxa obtida por meio de dados censitários. Para a edificação C, a taxa foi reduzida em função da ocupação real da própria edificação. As demais edificações, apesar de utilizar dados censitários, também apresentam índices de ocupação próximos aos reais. Fonte: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3508>

<sup>2</sup> – As taxas variam constantemente, em função da natalidade. Para as três edificações foram utilizados dados censitários de 15 de julho de 2021, sendo adotada a mesma proporção.

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>

[index.html?utm\\_source=portal&utm\\_medium=popclock&utm\\_campaign=novo\\_popclock](https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock)

Fonte: A autora (2021)

Como parâmetros de entrada da simulação foram adotados os valores dispostos no Quadro 12 e previamente adaptados por Martins, Rodrigues e Braga (2019) com base no manual de utilização do Pathfinder®. Quanto ao tempo de pré-movimento e velocidade de movimento, pode-se identificar que não há um consenso na literatura – conforme apresentado de forma sucinta no item 4.1 – e, para considerar possíveis variações encontradas na literatura, foram adotadas faixas de valores. Foi considerado ainda haver diferenças na velocidade de movimento dos três grupos adotados: Adultos, crianças e idosos.

Quadro 12 - Principais parâmetros a serem utilizados nos modelos

Parâmetros gerais	Largura do ombro	Padrão médio brasileiro 45,58m
	Velocidades de movimento	Mín – 0,4; Max – 1,2 (atribuídos valores variáveis para cada grupo de ocupantes, dentro destas faixas)
	Tempo pré-movimento	Variável Mín – 15s; Máx.: 60s
Parâmetros avançados	Fator de redução	Padrão 0,7
	Distância de conforto	Padrão 0,08m
	Tempo de persistência	Padrão 1s
	Tempo de resposta a colisão	Padrão 1,5s
	Fator de demora	Padrão 0,1

Fonte: A autora (2021)

Após a elaboração das ferramentas que compõem o método, é pertinente realizar uma etapa de avaliação e ajustes do mesmo, o que almeja a sua otimização. Esta etapa de avaliação foi denominada de “validação” e é explicitada no item 5.5.

A junção das ferramentas e a sua disposição de forma adequada à apresentação aos ocupantes de edificações residenciais altas compreenderá o **método de treinamento**, o qual será detalhado posteriormente na etapa de resultados e após a realização da validação das ferramentas.

### 3.5 Fase 3 – Validação e ajuste das ferramentas que compõem o método de treinamento

A validação é definida por Schlesinger *et al.* (1979) como "a comprovação de que um modelo computadorizado dentro de seu domínio de aplicabilidade possui uma faixa satisfatória de precisão consistente com a aplicação pretendida do modelo". Desde então, a validação se tornou mais abrangente e aplicável a outros modelos – ou métodos – (e não somente àqueles computacionais). Pesquisadores modernos apontam que o principal objetivo da validação é testar a credibilidade e aceitabilidade dos produtos de modelos de pesquisa (AMEYAW, 2015; CHEUNG, 2009; OSEI-KYEI; CHAN, 2018).

Para realizar a validação de um método Sargent (1999) define três abordagens básicas: i) a própria equipe de elaboração define se o método é válido ou não; ii) validação independente – um terceiro avalia se o método é válido ou não; iii) modelo de pontuação ou pesos.

Paralelas às abordagens apresentadas, há também inúmeras técnicas de validação, dentre elas é apontada aquela que vem sendo utilizada por pesquisadores da grande área de construção civil e denominada de “Face Validity”, ou Validade Facial (AMEYAW, 2015; CHEUNG, 2009; DARKO, 2019; OSEI-KYEI e CHAN, 2018).

A Validade Facial, como define Sargent (1999), diz respeito a solicitar o conhecimento de outras pessoas sobre o método, para determinar se este é razoável. Esta técnica pode ser utilizada para determinar se a lógica no método está correta e as relações de entrada-saída são razoáveis. Faz com que especialistas na entidade do problema avaliem o método conceitual para determinar se ele é correto e razoável para seu propósito.

Yeung Fai Yip (2007) informa também que a validação pode ser realizada de maneira qualitativa e quantitativa. A opção qualitativa busca opiniões subjetivas sobre o desenvolvimento de um sistema ou método, enquanto a validação quantitativa se apropria de técnicas estatísticas para avaliar um sistema ou método em relação à critérios pré-definidos. O trabalho de Osei-Kyei e Chan (2018) aplicou a Validação Facial para avaliar a sua estrutura de melhores práticas para implementação de parcerias público-privadas em projetos de construção em Gana. O questionário continha seis questões relacionadas a quatro aspectos de avaliação: validação interna; validação externa; validade do constructo e validade de conteúdo. As quais serão definidas a seguir.

- 1) Validade interna (é definida por Hu *et al.* (2016) como a preocupação com a generalização dos resultados da pesquisa ou do método);

- 2) Validade externa (Lucko e Rojas (2010) indicam que este aspecto avalia se o resultado do método é facilmente compreensível na prática);
- 3) Validade do constructo (segundo Hu *et al.* (2016) avalia se os esforços de pesquisa medem o que deve ser medido, Osei-Kyei e Chan (2018) aponta que este aspecto avalia a abrangência e a adequação do método);
- 4) Validade de conteúdo (de acordo com Lucko e Rojas (2010) este aspecto avalia se o conteúdo do estudo representa adequadamente a realidade).

Diante do exposto, esta pesquisa adotará uma validação qualitativa, utilizando ainda a Validação Facial para avaliar a objetividade, replicabilidade, praticabilidade, confiabilidade geral e a adequação geral do método proposto, com base nos quatro aspectos e seis questões empregadas por Osei-Kyei e Chan (2018). Para tanto, foi desenvolvido um questionário que utiliza escala Likert de cinco pontos (CHEUNG, 2009; OSEI-KYEI e CHAN, 2018) para avaliar os aspectos mencionados, sendo 1 = pobre, 2 = insuficiente, 3 = bom/satisfatório, 4 = muito bom, 5 = excelente. O questionário foi enviado aos CBM's dos 26 estados brasileiros e ao Distrito Federal, por meio eletrônico (via e-mail ou pelo próprio site), sendo realizados ainda contatos via ofício formal e ligação, os quais tinham por objetivo solicitar a participação das corporações nesta pesquisa.

Uma ilustração das questões adotadas e sua relação com os aspectos de avaliação é apresentada no Quadro 13. Além das questões apresentadas, o perfil dos profissionais foi levantado através de perguntas relativas à posição (patente), tempo de experiência e instituição a qual pertence. É importante ressaltar ainda que o questionário de validação foi submetido ao CEP da UFPA em outubro de 2021 e aprovado segundo o parecer consubstanciado número 5.193.123.

Uma vez validado, o método de treinamento foi ajustado com base nas recomendações propostas pelos profissionais dos CBM's. As modificações serão apresentadas no item 6.3.

Quadro 13 – Relação entre itens do questionário de validação e os aspectos de validação

	Questão	Aspecto de validação relacionado
Avaliação do procedimento	1) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento apresentado é aceitável?	Validade externa (compreensão do método)
	2) Numa escala de 1 a 5, como você avalia se o procedimento proposto é facilmente compreensível pelos ocupantes de edifícios residenciais?	Validade externa (compreensão do método)
	3) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto pode ser aplicado a diferentes edifícios residenciais no Brasil e no mundo?	Validade interna (generalização do método)
	4) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?	Validade de conteúdo (potencial de representação da realidade)
	5) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o procedimento proposto é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais alto a agir em caso de incêndio?	Validade de constructo (abrangência e adequação)
	Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no procedimento? Orientações ou observações?	<i>Questão subjetiva</i>
Avaliação dos conteúdos do treinamento	6) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que os conteúdos do treinamento são aceitáveis?	Validade externa (compreensão do método)
	7) Numa escala de 1 a 5, como você avalia que os conteúdos do treinamento são facilmente compreensíveis pelos ocupantes de edifícios residenciais?	Validade externa (compreensão do método)
	8) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento proposto pode ser aplicado com diferentes ocupantes no Brasil e no mundo?	Validade interna (generalização do método)
	9) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?	Validade de conteúdo (potencial de representação da realidade)
	10) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o treinamento é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais alto a agir em caso de incêndio?	Validade de constructo (abrangência e adequação)
	Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no treinamento? Orientações ou observações?	<i>Questão subjetiva</i>

Fonte: A autora (2021)

### 3.6 Fase 4 – Preparação de material para o treinamento a partir do ajuste das ferramentas

Após validados os instrumentos desenvolvidos, uma cartilha orientativa foi desenvolvida e é apresentada na íntegra no Apêndice D. É objetivo desta pesquisa que a cartilha seja disponibilizada aos moradores e a todos os ocupantes de edificações residenciais altas e que possa servir de orientação permanente, possibilitando assim uma disseminação da cultura prevencionista. O termo “todos os ocupantes” se refere à junção dos demais grupos

(administração, porteiros e vigias e moradores) e à possível população flutuante da edificação, isto é, que não reside no local, mas que pode estar inserida nele de alguma maneira – visitantes e funcionários provisórios.

Foram desenvolvidos também plantas de detalhamento da rota de fuga e de estabelecimento do ponto de encontro. Durante a operacionalização do método de treinamento sentiu-se a necessidade de incorporar estas plantas ao mesmo fim de que o treinamento apresentasse um procedimento como começo, meio e fim – isto é: é demonstrado o procedimento a ser realizado, bem como as saídas que devem ser utilizadas no procedimento e o local onde se deve realizar o encontro e permanência até uma segunda ordem advinda do CBM. Todas estas informações foram sintetizadas em slides, os quais são apresentados na etapa de Resultados.

Ao final do treinamento um questionário de avaliação foi desenvolvido a fim de captar a percepção dos participantes. Este questionário objetiva analisar o treinamento determinando – sob a visão dos participantes – se este foi adequado, compreensível e se julgam ser possível realizar os procedimentos apresentados em caso de necessidade. Para tanto, utilizou-se dos mesmos princípios utilizados no questionário de validação empregado com os CBM's brasileiros, conforme o Quadro 13, sendo excluídas questões que tem caráter apenas técnico e incluídas questões gerais acerca do preparo dos participantes após o treinamento, tais como: se este saberia se comportar, se sente-se mais seguro após o treinamento e se tem alguma dúvida não esclarecida pelo treinamento.

Ademais, como este questionário não busca a validação e sim a captação do entendimento dos participantes acerca do treinamento, não foi empregada uma escala Likert, e sim uma escala de três respostas: Sim, Não e Parcialmente. Entende-se que esta seja uma maneira mais objetiva de obter as respostas dos participantes.

Diante do exposto, o questionário pós treinamento foi desenvolvido e teve como conteúdo aquele apresentado na Figura 5. Uma vez que o treinamento seja realizado de maneira presencial, o questionário será entregue de maneira física impressa, entretanto, caso o treinamento seja virtual (*online*), o mesmo questionário será virtual, através de formulário online específico.

Figura 5 – Questionário pós-treinamento

**QUESTIONÁRIO PÓS TREINAMENTO CONTRA INCÊNDIOS**

Após o treinamento contra incêndios, responder às questões abaixo com a sua opinião ou percepção.

- 1) Você considera que o treinamento apresentado é aceitável?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Parcialmente
  
- 2) Você compreendeu o treinamento apresentado?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Parcialmente
  
- 3) Se ocorresse um incêndio hoje em seu prédio, você saberia como se comportar?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Parcialmente
  
- 4) Você se sente mais seguro após o treinamento?  
( ) Sim ( ) Não ( ) Parcialmente
  
- 5) Você tem alguma dúvida que não foi esclarecida no treinamento?

---

---

---

---

Fonte: A autora (2022)

### **3.7 Fase 5 – Aplicação do método de treinamento**

Mesmo não sendo uma obrigatoriedade prevista pelo DSR (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015), esta pesquisa se propôs a empregar o método de treinamento desenvolvido, a fim de verificá-lo. Para tanto, após o desenvolvimento do método de treinamento, foi realizada a sua operacionalização para aplicação. O treinamento foi realizado nas três edificações estudadas. Os resultados desta etapa são apresentados no item 6.6. De modo geral, os resultados do desenvolvimento deste estudo são apresentados no item a seguir, mantendo a sequência de itens apresentada no capítulo 5.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados alcançados com a pesquisa. A disposição dos itens segue as etapas sequenciais previstas no capítulo 5.

### 4.1 Premissas de pesquisa

Conforme detalhado no item 5.3.2, uma pesquisa teórica foi desenvolvida a fim de verificar o pressuposto de pesquisa acerca da falta de capacitação para agir em um incêndio por parte dos ocupantes de edifícios residenciais (item 1.3), a pesquisa também teve por objetivo entender quais seriam as atitudes a serem tomadas pelos ocupantes em caso de incêndio. Este estudo foi desenvolvido a fim de testar o pressuposto da pesquisa, para que pudesse ser dada continuidade à mesma. O detalhamento e desenvolvimento dos questionários empregados pode ser verificado no item 5.3.2.

Como resultados foram obtidas 144 respostas no PA e 49 respostas no CE, o que totaliza 193 respostas. Os resultados não serão agrupados, o que possibilitará a consideração de possíveis diferenciações entre ambos. O levantamento destes dados seguiu os pré-requisitos da LGPD – Lei Nº. 13.709 de 14 de agosto de 2018, portanto os dados de perfil do respondente não foram colhidos, a fim de preservar as suas informações.

No PA cerca de 86,5% dos participantes responderam que sabiam onde eram localizadas as saídas emergência, no CE esse percentual foi de 89,8%. Estes percentuais são significativamente altos comparados ao estudo português conduzido por Cordeiro *et al.* (2011), o qual concluiu que 55,6% dos respondentes conheciam a localização das saídas de emergência. Apesar do trabalho do autor supracitado ter sido realizado com foco em edifícios de escritórios, foi utilizado como referência dada a proximidade entre o seu objetivo e aquele proposto para esta pesquisa. É importante referendar ainda a diferença de cultura entre Portugal e Brasil, que pode ser observada ao constatar que um percentual de 32% dos respondentes portugueses possuíam treinamento contra incêndio – percentual considerado baixo por Cordeiro *et al.* (2011), mas que está muito além da realidade constatada no Brasil, onde este treinamento é excepcionalidade.

Já o estudo realizado por Gerges *et al.* (2017), específico para edificações residenciais, apresenta um resultado aproximado em relação a esse trabalho, onde cerca de 73% do residentes afirmaram conhecer as saída de emergência. É preciso ressaltar também que a disposição

arquitetônica das edificações brasileiras favorece o conhecimento das saídas por parte dos ocupantes, haja vista que na grande maioria das edificações há somente uma saída de emergência (o que está de acordo com as normativas nacionais, mas muito diferente do que é praticado em outros países a favor da segurança das pessoas e dos próprios bens imóveis).

Quando questionados sobre seu conhecimento acerca dos elementos de combate ao incêndio, 67,7% dos respondentes do PA afirmaram conhecê-los, enquanto no CE esse percentual foi de 79,6%. Posteriormente foi solicitado que os elementos conhecidos fossem listados, sendo o extintor o elemento mais citado, seguido pela mangueira de combate a incêndio. Dentre outros elementos menos citados estão o sistema de acionamento de alarme, hidrantes, portas corta-fogo e indicações nas escadas.

Quanto à consideração do pânico ser o primeiro comportamento humano durante um incêndio, 83,5% dos respondentes do PA concordaram com esta afirmativa, percentual próximo aos 85,4% do CE que apresentaram as mesmas respostas. Resultados que se mostram condizentes com os valores apresentados por Cordeiro *et al.* (2011) e Gerges *et al.* (2017), os quais relataram um resultado de 93,3% e 61%, respectivamente para essa mesma pergunta. Apesar de outras pesquisas apontarem que “pânico” não é a melhor forma para definir o comportamento humano inicial em um incêndio (KULIGOWSKI, 2016; FAHY e PROULX, 2009), afirma-se que para parte dos respondentes desta pesquisa a palavra é representativa, o que reafirma os resultados obtidos por Cordeiro *et al.* (2011) e Gerges *et al.* (2017). Supõe-se que, para conseguirem definir suas ações com outras expressões, as pessoas precisariam ter alguma experiência com incêndios.

Na segunda etapa do questionário empregado foi solicitado aos respondentes que classificassem, por grau de importância, as decisões que tomariam caso vissem fumaça ou chamas. As quatro principais decisões identificadas nos resultados do PA foram: “pegar as crianças e sair” (93,4%), “ligar para a polícia/bombeiros” (90,1%), “deixar o prédio imediatamente” (88,4%) e “avisar aos outros” (85,7%). De maneira análoga, no CE: “deixar o prédio imediatamente” (95,8%), “pegar as crianças e sair” (95,2%), “avisar aos outros” (86,3%) e “ligar para a polícia/bombeiros” (86,2%).

Pode ser constatado similaridade nos resultados ao comparar com o estudo de Gerges *et al.* (2017), no qual, para uma situação onde os moradores vissem fumaça ou chamas, “pegar as crianças e sair” seria o fator mais importante. No mesmo estudo, “deixar o prédio e sair imediatamente” ficou em segundo lugar. No estudo sobre uma situação real de incêndio, Sekizawa *et al.* (1999) verificou que 44% dos residentes saíram imediatamente do edifício ao perceberem o incêndio, enquanto as ações “ajudar outras pessoas” e “ignorar o alerta de

incêndio” ficaram em 17% e 22% respectivamente. A decisão de “ignorar o alerta de incêndio” também alcançou percentuais baixos no PA e no CE, respectivamente, 26,5% e 21%. Ainda, a decisão de “tentar apagar o fogo” alcançou os percentuais de 55,9% no PA e 47,8% no CE.

Os resultados em questão elucidam que as decisões que envolvem uma saída imediata após a ciência do início de um incêndio seriam aquelas com maior possibilidade de serem tomadas pelos ocupantes. Ao mesmo tempo, uma parte significativa dos respondentes demonstraram que avisar às equipes de emergência também seria uma ação prioritária.

Apesar de indicarem que teriam atitudes consideradas corretas, esta pesquisa reforça que os ocupantes precisam de treinamento para saber como realizar um abandono seguro da edificação em caso de necessidade. Esta constatação é sustentada também pela alta possibilidade dessas pessoas entrarem em pânico, atrelada a um pequeno conhecimento dos elementos de combate a incêndio (o que inclui a porta corta fogo, elemento indispensável no procedimento de abandono de área). Esse cenário relembra algo já esclarecido por Proulx (1995) que ressalta a importância de reduzir o tempo de início do abandono, fato que também reduzirá o seu tempo total e, possivelmente, acarretará em maior segurança para os ocupantes.

A pesquisa também indagou aos respondentes sobre quais seriam os fatores que as motivariam a abandonar a edificação, tendo como resposta no PA que “ouvir o alarme de incêndio” seria o principal fator, seguido por “ver outras pessoas deixando a edificação”, já no CE o principal fator seria “ver fumaça”, seguido por “ver outras pessoas deixando a edificação”, enquanto “ouvir o alarme de incêndio” seria a terceira opção. Estas respostas levantam uma preocupação, uma vez que ver a fumaça indicaria que o incêndio já estaria acontecendo a algum tempo e que, provavelmente, foi perdido tempo que poderia ser utilizado pelo abandono seguro da edificação. O trabalho de Latané e Darley (1968) já havia citado que a percepção de fumaça seria atrasada pela presença de outras pessoas, o que reafirma a preocupação com a saída dos ocupantes estar atrelada à visão de fumaça. Já o trabalho desenvolvido por Kuligowski (2011) sugeriu que as pessoas começam o abandono ao verem outras pessoas realizando o mesmo processo, o que é condizente com as respostas obtidas no PA e no CE.

Uma vez testado o pressuposto de pesquisa e sendo ressaltada a importância do treinamento para a realização de um abandono mais eficaz e seguro das edificações altas residenciais, o método de treinamento pôde ser desenvolvido e será apresentado no item a seguir.

## 4.2 Método de treinamento

O método de treinamento foi elaborado a partir das informações obtidas no embasamento teórico levantado e nas simulações de abandono realizadas. Para operacionalizá-lo foram desenvolvidas duas ferramentas: um fluxograma de procedimento e uma listagem dos conteúdos a serem abordados no treinamento, ferramentas estas que, após desenvolvidas e validadas, foram o ponto de partida para a elaboração do treinamento propriamente dito – a ser aplicado com os ocupantes das edificações residenciais. O detalhamento da composição do método (e suas ferramentas) é apresentado neste item. O primeiro tópico diz respeito à etapa de simulação e é detalhado por edifício de aplicação.

### 4.2.1 Simulação Computacional

Haja vista o método apresentado no item 5.4.2, foram elaborados cenários distintos para a simulação. A principal variável a ser analisada foi o tempo mínimo e máximo de saída dos ocupantes. Uma análise inicial visou a comparação de resultados entre os modos SFPE e Steering, obtendo uma pequena variação entre ambos – menos de 10% de diferença, sendo o modo Steering o mais conservador, isto é, aquele que retornou os maiores tempos de saída. Tal constatação pode ser atribuída ao fato de o modo Steering ser aquele com maior capacidade de representar a realidade (MARTINS, RODRIGUES e BRAGA, 2019), assim sendo, este foi o modo escolhido para desenvolver e comparar os cenários dos edifícios.

Foi analisada também a influência do elevador e do percentual considerado para a variável *Current Door Preference (CDP)*, que em português significa “preferência de porta atual” e que, segundo o manual do Pathfinder®, diz respeito a uma taxa de espera para os ocupantes se depararem com portas fechadas. A variável foi analisada pois verificou-se que seria capaz de impactar no tempo total de abandono das edificações, todavia não foi comprovada uma relação entre os percentuais adotados para a CDP e os tempos máximos observados nas simulações. Isto é, a variação somente da variável CDP não é capaz de aumentar o tempo total máximo de abandono dos edifícios.

Ademais, o abandono dos grupos de crianças e idosos foi considerado prioritário em todos os cenários, o que seguiu a orientação de Thompson, Galea e Hulse (2018), uma vez que estes grupos poderiam levar mais tempo durante o abandono e ainda precisar de auxílio de terceiros.

Para as simulações realizadas não foi considerado o abandono faseado, isto é, uma vez que foi iniciado o processo de abandono, as pessoas iriam se dirigir às saídas de emergência de maneira simultânea, uma vez que esta seria a pior situação a ser considerada para a edificação. Também não foi considerado o crescimento do incêndio, do calor e da fumaça ao longo do tempo da simulação computacional.

É importante destacar também a disposição arquitetônica das edificações estudadas o que, na maioria das edificações residenciais brasileiras, também é adotado: utilização de apenas uma escada por andar.

#### 4.2.2 Simulação do Edifício A

Diante do exposto, foram desenvolvidos seis cenários para o edifício A, sendo as informações e os resultados apresentados no Quadro 14. O edifício A possui 78 apartamentos, divididos em uma torre, sendo 4 apartamentos por andar. Foi estimado um quantitativo de 312 ocupantes nesta edificação (conforme Quadro 11).

O desenvolvimento da simulação possibilitou concluir que o uso do elevador aumentou o tempo de duração do procedimento de abandono, o que se apresenta como mais uma justificativa para não o utilizar em um incêndio. Apesar dos elevadores serem uma opção mais adequada de locomoção para grupos de ocupantes com deficiências ou com quaisquer características que impactam negativamente a sua velocidade de abandono (PROULX *et al.*, 1995), estes não representaram nesta pesquisa uma vantagem com relação ao tempo de abandono – muito pelo contrário – o que elucida que atitudes precisam ser tomadas para garantir a integridade destes grupos.

Pode-se observar que nos cenários 4, 5 e 6 (quando comparados ao cenário 3 – aquele que forneceu o maior tempo máximo de abandono), o aumento do tempo máximo foi de, respectivamente, 95%, 124% e 110%. Estes resultados reafirmam os achados de outros pesquisadores (KULIGOWSKI, PEACOCK e HOSKINS, 2010) ao informar que somente elevadores de emergência, isto é, que foram projetados e dimensionados para situações específicas, podem ser utilizados em caso de incêndio. No Brasil, estes elevadores já são uma realidade nas normas do estado de São Paulo (VENEZIA e ONO, 2014), porém ainda utilizados em pequena escala no país. Diante do exposto, considera-se que os principais cenários a serem analisados seriam 1, 2 e 3: aqueles que não consideram a utilização do elevador durante o abandono, sendo o cenário 3 aquele que apresentou o maior tempo máximo (610,1s).

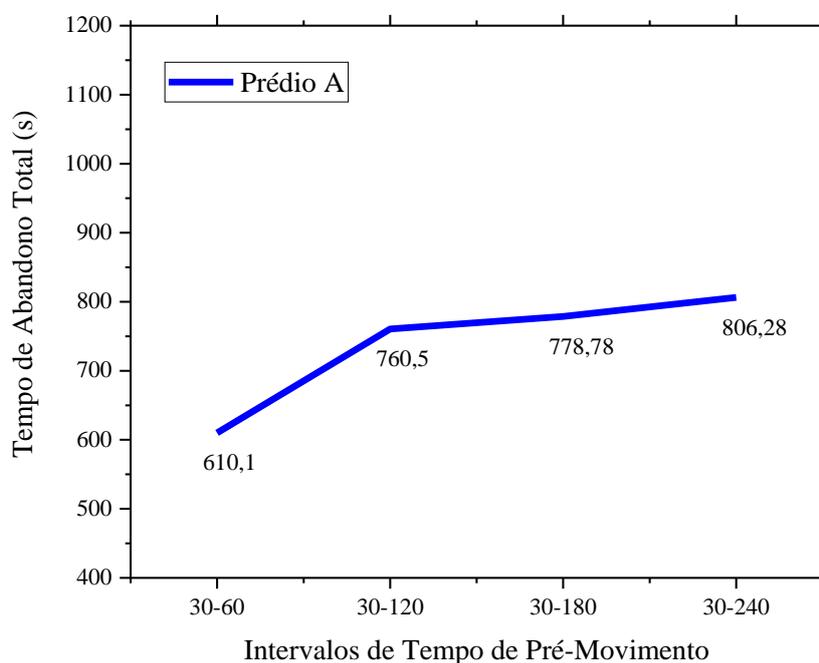
Quadro 14 – Tempos de saída dos ocupantes em cada cenário do edifício A

Cenário/Edificação	Descrição do Cenário	A (s)
Cenário 1	Uso do elevador: Não CDP: 0%	Min: 67,7
		Máx.: 609,4
Cenário 2	Uso do elevador: Não CDP: 50%	Min: 67,7
		Máx.: 610
Cenário 3	Uso do elevador: Não CDP: 100%	Min: 67,7
		Máx.: 610,1
Cenário 4	Uso do elevador: Sim CDP: 0%	Min: 67,7
		Máx.: 1193,1
Cenário 5	Uso do elevador: Sim CDP: 50%	Min: 67,7
		Máx.: 1364,6
Cenário 6	Uso do elevador: Sim CDP: 100%	Min: 67,7
		Máx.: 1282,8

Fonte: A autora (2021)

Também foi possível compreender que o tempo de pré-movimento é uma característica capaz de modificar de maneira suntuosa o procedimento de abandono em si, mesmo não sendo possível atribuir uma diferença nesta característica somente em função do sexo dos ocupantes (RÜPPEL e SCHATZ, 2011). Para tanto, uma análise da variação do tempo de pré-movimento foi realizada e é apresentada na Figura 6. A influência da variação do tempo pré-movimento foi analisada através de 4 intervalos que variaram de 30 a 240s: 30 – 60s, 30-120s, 30-180s, 30 – 240s – todos utilizando as demais variáveis do cenário 3. Ressalta-se que não foi considerado o crescimento do incêndio e da fumaça, fatores que comprometem ainda mais o abandono da edificação e tornam ainda mais perigoso o aumento do tempo que antecede o movimento e a tomada de atitudes por parte dos ocupantes.

Figura 6 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento do edifício A



Fonte: A autora (2021)

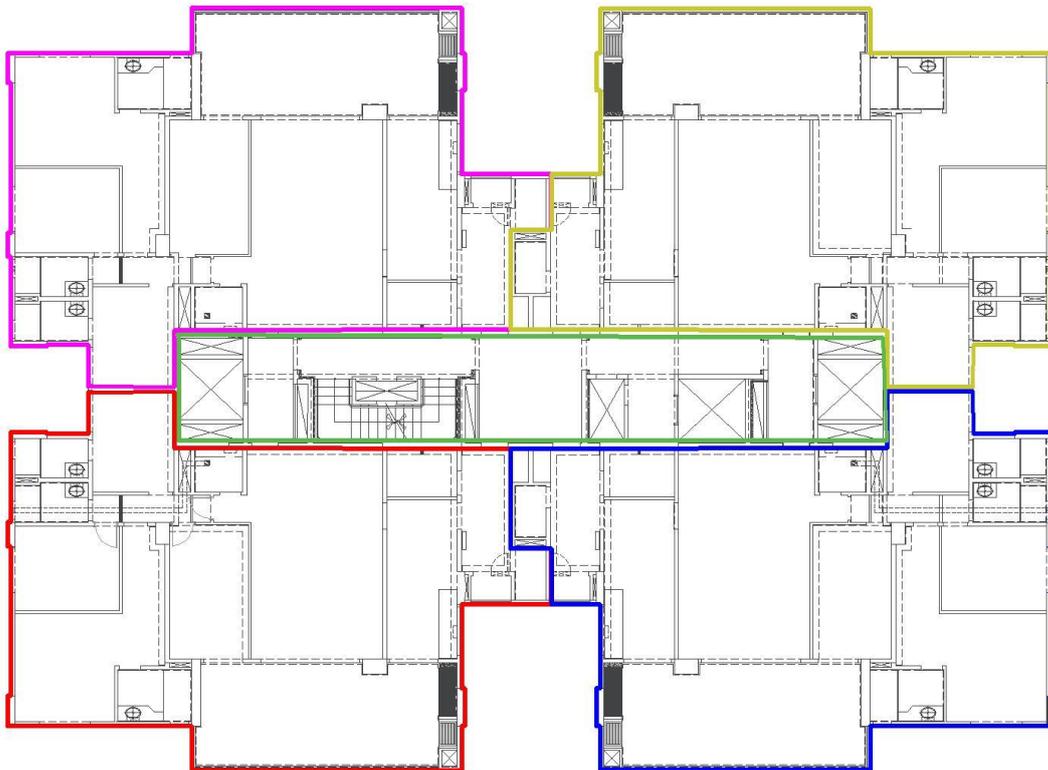
Pode-se perceber que há um aumento gradativo do tempo total de abandono quando é aumentado o tempo pré-movimento, o que já era esperado. Tais resultados indicam que o tempo pré-movimento é uma variável capaz de impactar seriamente o tempo de abandono total da edificação. Assim sendo pode-se inferir que os ocupantes de edificações residenciais precisam saber o que fazer e como fazer em um incêndio, a fim de reduzir o tempo total de abandono e lhes compreender maior segurança. Esta constatação reforça a importância desta pesquisa.

Diversos fatores podem afetar o tempo pré-movimento; prevê-los não se trata de uma tarefa simples, todavia, supõe-se que o desconhecimento do procedimento a ser realizado e a existência do pânico (ou qualquer reação psicológica que seja automática) possam ser fatores capazes de aumentar este tempo, o que vai de encontro aos achados de Yang, Fang e Fan (2003), ao informar que estados desordenados diminuem a eficiência do abandono ao passo que o movimento ordenado e estável é muito eficiente, porém não é facilmente alcançado. Diante do exposto, presume-se que o preparo e o conhecimento de um procedimento padrão a ser adotado em caso de incêndio sejam ferramentas capazes de reduzir o tempo pré-movimento e, conseqüentemente, reduzir o tempo total do abandono do edifício.

A compartimentação do pavimento tipo do edifício A é apresentada na Figura 7, são destacados os quatro apartamentos (cores rosa, amarelo, azul e vermelho) e em verde a área

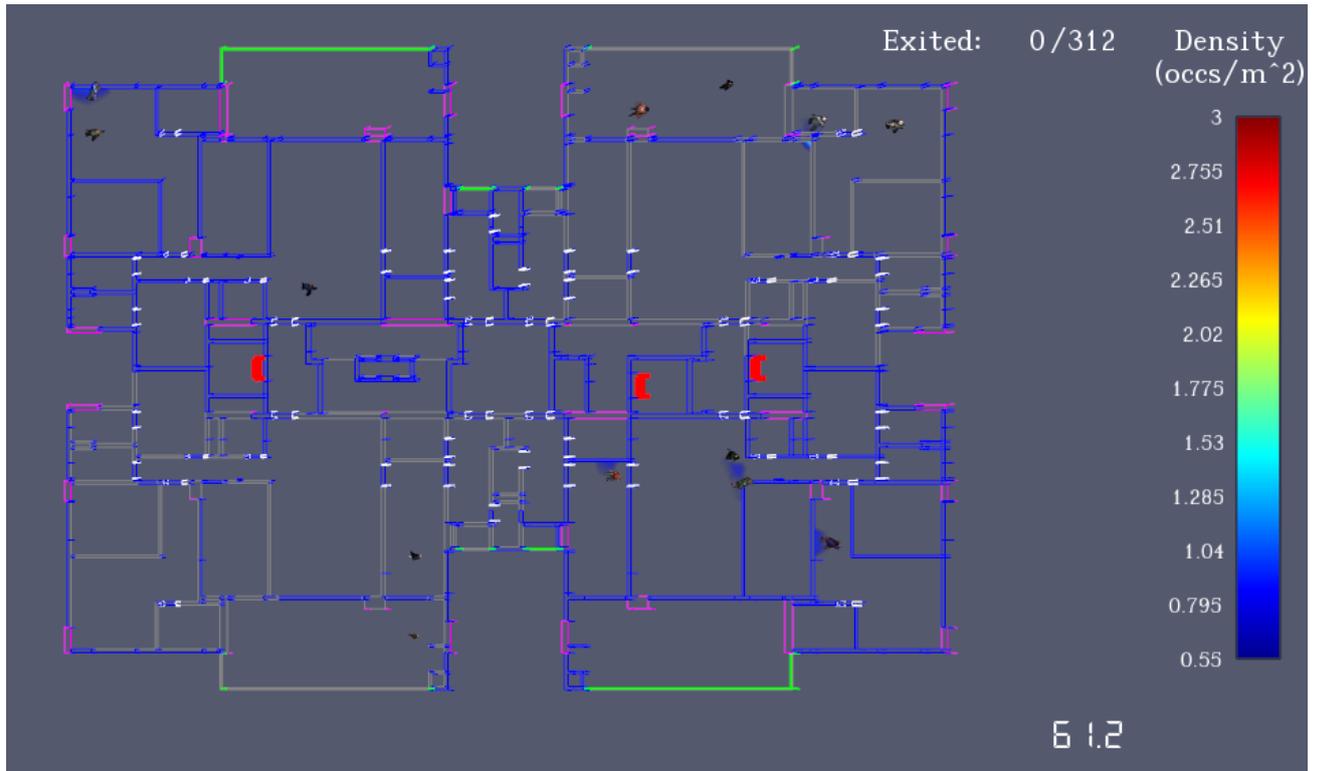
onde estão inseridos o elevador e a escada. A simulação possibilitou visualizar também como seria o fluxo de saída dos ocupantes durante o abandono da edificação, apontando indicadores como a densidade populacional e a velocidade durante o abandono. A visualização desta indicação é ilustrada na Figura 8, captura de tela da simulação do edifício A, onde é possível visualizar os ocupantes e a densidade populacional relativa ao abandono da edificação. Se espera que esta informação possa auxiliar a visualização de um possível incêndio na edificação, servindo – além de informação técnica -também como ferramenta durante o treinamento contra incêndio dos ocupantes.

Figura 7 – Compartimentação do pavimento tipo do edifício A



Fonte: A autora (2022)

Figura 8 – Visualização da simulação do edifício A



Fonte: A autora utilizando o Pathfinder® (2021)

A simulação também possibilita a determinação do tempo de conclusão do abandono por grupo de ocupantes e quais foram as distâncias de trajeto percorridas por estes mesmos grupos. Os resultados são apresentados no Quadro 15.

Quadro 15 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício A

Grupo de ocupantes	Tempo de conclusão (s)		Distância de trajeto (m)	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Adultos	67,7	564,6	18,9	353,7
Crianças	167,1	610,1	83	341,2
Idosos	163,5	597,4	91,4	324,1

Fonte: A autora (2021)

A observação do Quadro 15 permite verificar que as menores distâncias percorridas e os tempos mínimos de abandono são encontrados no grupo de ocupantes “Adultos” e, uma vez que a distribuição dos ocupantes é realizada pelo software de maneira aleatória, não se pode afirmar haver uma relação direta entre o perfil do ocupante as distâncias percorridas. No tocante

a estas variáveis, Montenegro (2016) já havia informado que a quantidade de pessoas no edifício é mais impactante do que as distâncias a serem percorridas entre as pessoas e as saídas, apesar das edificações residenciais apresentarem densidades populacionais inferiores quando comparadas a edifícios comerciais ou industriais.

De maneira similar, foi desenvolvida a simulação do edifício B, o que é apresentado no item a seguir. Na parte superior da imagem a palavra em inglês “*Exited*” faz referência à quantidade de ocupantes que já saíram da edificação, ao lado direito é indicada a densidade populacional por metro quadrado, ao passo que no fim na imagem é demonstrado o tempo já contabilizado de abandono. Por fim, são apresentados na imagem os ocupantes que estavam neste andar no momento do abandono da edificação. Esta interpretação se repetirá para as imagens das três edificações que serão apresentadas posteriormente.

#### 4.2.3 Simulação do Edifício B

De maneira similar foram desenvolvidos seis cenários para o edifício B, sendo as informações e os resultados apresentados no Quadro 16. O edifício B possui 109 apartamentos, divididos em uma torre, sendo 4 apartamentos por andar. Foi estimado um quantitativo de 436 ocupantes nesta edificação (conforme Quadro 11).

Quadro 16 – Tempos de saída dos ocupantes em cada cenário no edifício B

Cenário/Edificação	Descrição do Cenário	B (s)
Cenário 1	Uso do elevador: Não CDP: 0%	Min: 32,7
		Máx.: 864,5
Cenário 2	Uso do elevador: Não CDP: 50%	Min: 32,7
		Máx.: 863,9
Cenário 3	Uso do elevador: Não CDP: 100%	Min: 32,7
		Máx.: 860,3
Cenário 4	Uso do elevador: Sim CDP: 0%	Min: 32,7
		Máx.: 1162,5
Cenário 5	Uso do elevador: Sim CDP: 50%	Min: 32,7
		Máx.: 1868,2
Cenário 6	Uso do elevador: Sim CDP: 100%	Min: 32,7
		Máx.: 1423,4

Fonte: A autora (2021)

O desenvolvimento da simulação possibilitou concluir que o uso dos elevadores aumentou o tempo de duração do procedimento de abandono, o que se apresenta como mais uma justificativa para não o utilizar em um incêndio. Pode-se observar que nos cenários 4, 5 e 6 (quando comparados ao cenário 1 – aquele que forneceu o maior tempo máximo de abandono sem o uso do elevador), o aumento do tempo máximo foi de, respectivamente, 34,5%, 116,1% e 64,65%. Diante do exposto, considera-se que os principais cenários a serem analisados seriam 1, 2 e 3: aqueles que não consideram a utilização do elevador durante o abandono, sendo o cenário 1 aquele que apresentou o maior tempo máximo (864,5s).

Entretanto, no edifício B há - além de 2 elevadores sociais e 1 elevador de serviço - 1 elevador de emergência, que segue a NBR 9077 e é localizado na área pressurizada do edifício, conforme é apresentado na Figura 9, elevador este que pode ser utilizado em caso de incêndio, já que foi projetado e dimensionado para situações específicas (KULIGOWSKI, PEACOCK e HOSKINS, 2010). Este elevador se apresenta como uma opção para grupos de ocupantes que tenham dificuldades de utilizar as escadas para abandonar o edifício e vai de encontro à recomendação de Proulx *et al.* (1995).

Figura 9 – Elevador de emergência do edifício B

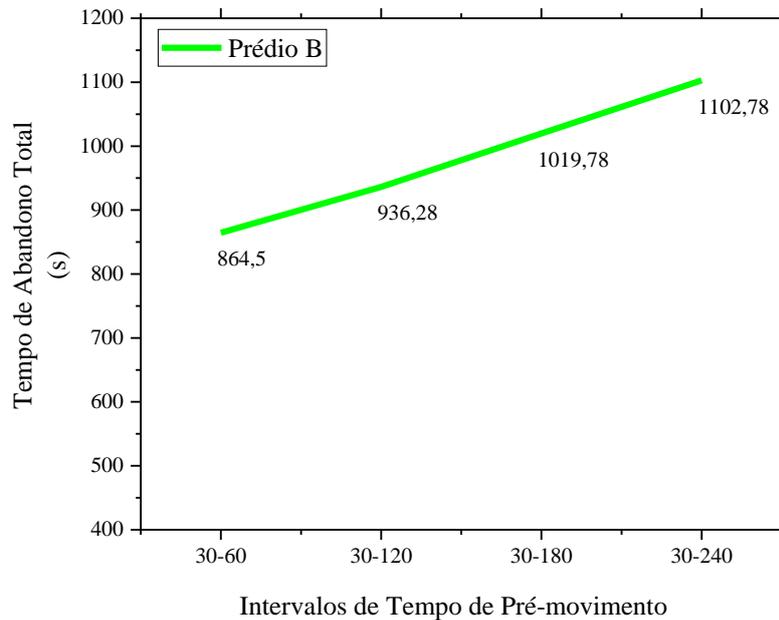


Fonte: A autora (2021)

Para além da análise dos elevadores, uma investigação da variação do tempo de pré-movimento foi realizada e é apresentada na Figura 10. A influência da variação do tempo pré-movimento foi analisada através de 4 intervalos que variaram de 30 a 240s: 30 – 60s, 30-120s, 30-180s, 30 – 240s – todos utilizando as demais variáveis do cenário 1.

Pode-se perceber que há um aumento gradativo e exponencial do tempo total de abandono quando é aumentado o tempo pré-movimento, o que já era esperado. Tais resultados indicam que o tempo pré-movimento é uma variável capaz de impactar seriamente o tempo de abandono total da edificação e, portanto, precisa ser reduzida para que também seja reduzido o tempo total de abandono.

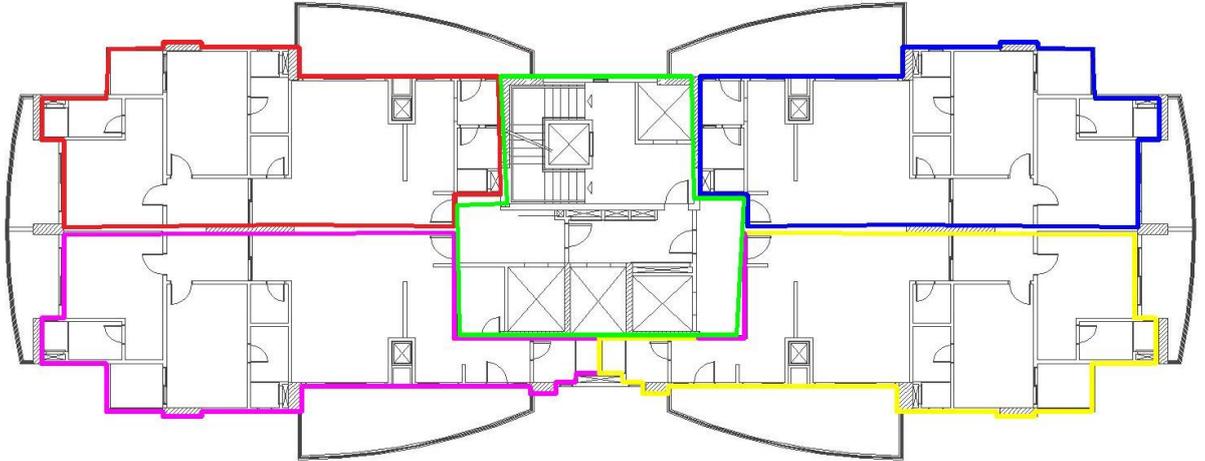
Figura 10 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento do edifício B



Fonte: A autora (2021)

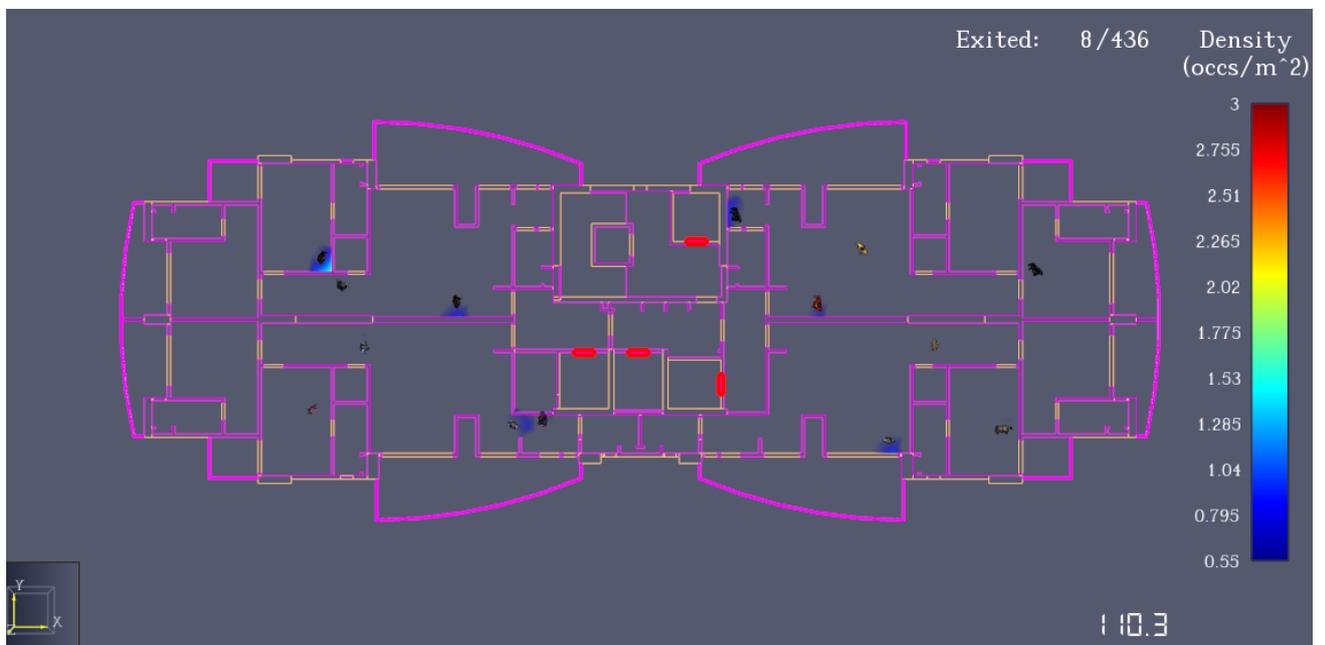
A compartimentação do pavimento tipo do edifício B é apresentada na Figura 11, são destacados os quatro apartamentos (cores rosa, amarelo, azul e vermelho) e em verde a área onde estão inseridos o elevador e a escada. A simulação possibilitou visualizar também como seria o fluxo de saída dos ocupantes durante o abandono da edificação, apontando indicadores como a densidade populacional e a velocidade durante o abandono. A visualização desta indicação é ilustrada na Figura 12, captura de tela da simulação do edifício B, onde é possível visualizar os ocupantes e a densidade populacional relativa ao abandono da edificação. Se espera que esta informação possa auxiliar a visualização de um possível incêndio na edificação, servindo – além de informação técnica – também como ferramenta durante o treinamento contra incêndio dos ocupantes.

Figura 11 – Compartimentação do pavimento tipo do edifício A



Fonte: A autora (2022)

Figura 12 - Visualização da simulação do edifício B



Fonte: A autora utilizando o Pathfinder® (2021)

O desenvolvimento da simulação do edifício B permite extrair informações acerca do tempo de conclusão do abandono por grupo e da distância de trajeto percorrida por cada um deles. Os resultados são apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício B

Grupo de ocupantes	Tempo de conclusão (s)		Distância de trajeto (m)	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Adultos	32,7	701,0	2,1	486,4
Crianças	60,8	864,5	23,7	281,6
Idosos	83,1	852,9	22,9	444,6

Fonte: A autora (2021)

A observação do Quadro 17 permite verificar que as menores distâncias percorridas e os tempos mínimos de abandono são encontrados no grupo de ocupantes “Adultos”, que também é aquele com o tempo máximo de conclusão do abandono. Estes resultados apontam não haver uma relação direta entre o perfil de ocupantes e os tempos de conclusão ou distância de trajeto.

De maneira similar, foi desenvolvida a simulação do edifício C, o que é apresentado no item a seguir.

#### 4.2.4 Simulação do Edifício C

De maneira análoga foram desenvolvidos inicialmente seis cenários para o edifício C, sendo as informações e os resultados apresentados no Quadro 18. O edifício C possui 168 apartamentos, divididos em duas torres, sendo 4 apartamentos por andar. Foi estimado um quantitativo de 336 ocupantes nesta edificação (conforme Quadro 11, o qual adotou percentuais aproximados de 68,5% para Adultos; 25,24% para crianças e 6,26% para os Idosos).

Quadro 18 – Tempos de saída dos ocupantes em cada cenário no edifício C

Cenário/Edificação	Descrição do Cenário	C (s)
Cenário 1	Uso do elevador: Não CDP: 0%	Min: 78,5
		Máx.: 509,7
Cenário 2	Uso do elevador: Não CDP: 50%	Min: 78,4
		Máx.: 509,7
Cenário 3	Uso do elevador: Não CDP: 100%	Min: 78,4
		Máx.: 509,7
Cenário 4	Uso do elevador: Sim CDP: 0%	Min: 78,4
		Máx.: 603,9
Cenário 5	Uso do elevador: Sim CDP: 50%	Min: 78,4
		Máx.: 878,1
Cenário 6	Uso do elevador: Sim CDP: 100%	Min: 78,4
		Máx.: 917,6

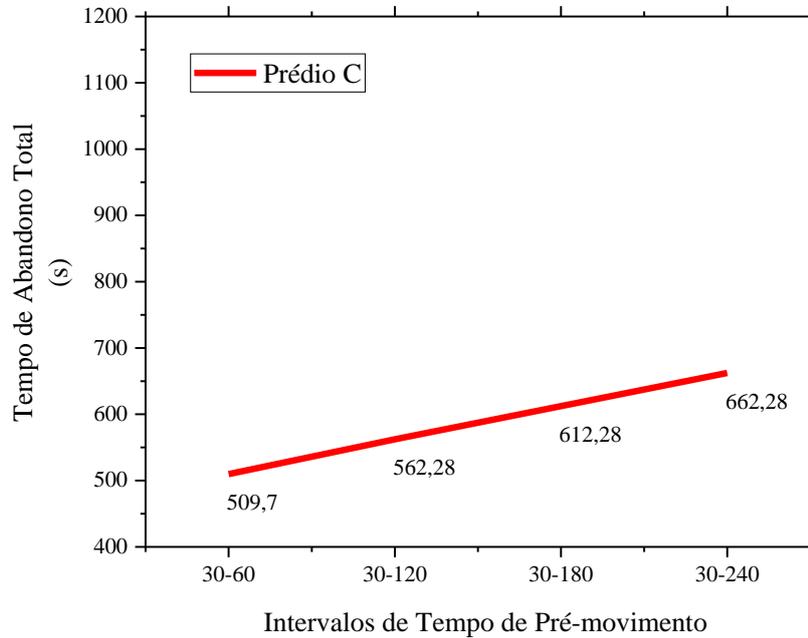
Fonte: A autora (2021)

O desenvolvimento da simulação possibilitou concluir que o uso dos elevadores aumentou o tempo de duração do procedimento de abandono, o que se apresenta como mais uma justificativa para não o utilizar em um incêndio. Pode-se observar que nos cenários 4, 5 e 6 (quando comparados aos cenários 1, 2 e 3), possuem um aumento de até 80% no tempo máximo de abandono. Desta maneira, considera-se que os principais cenários a serem analisados seriam 1, 2 e 3: aqueles que não consideram a utilização do elevador durante o abandono, sendo que todos apresentaram o mesmo tempo máximo total de 509,7s.

Para além da análise dos elevadores, uma investigação da variação do tempo de pré-movimento foi realizada e é apresentada na Figura 13. A influência da variação do tempo pré-movimento foi analisada através de 4 intervalos que variaram de 30 a 240s: 30 – 60s, 30-120s, 30-180s, 30 – 240s – todos utilizando as demais variáveis do cenário 1.

Pode-se perceber que há um aumento gradativo e exponencial do tempo total de abandono quando é aumentado o tempo pré-movimento, o que já era esperado. Tais resultados indicam que o tempo pré-movimento é uma variável capaz de impactar seriamente o tempo de abandono total da edificação e, portanto, precisa ser reduzida para que também seja reduzido o tempo total de abandono.

Figura 13 – Variação de tempos máximos de abandono em função do tempo pré-movimento do edifício C



Fonte: A autora (2021)

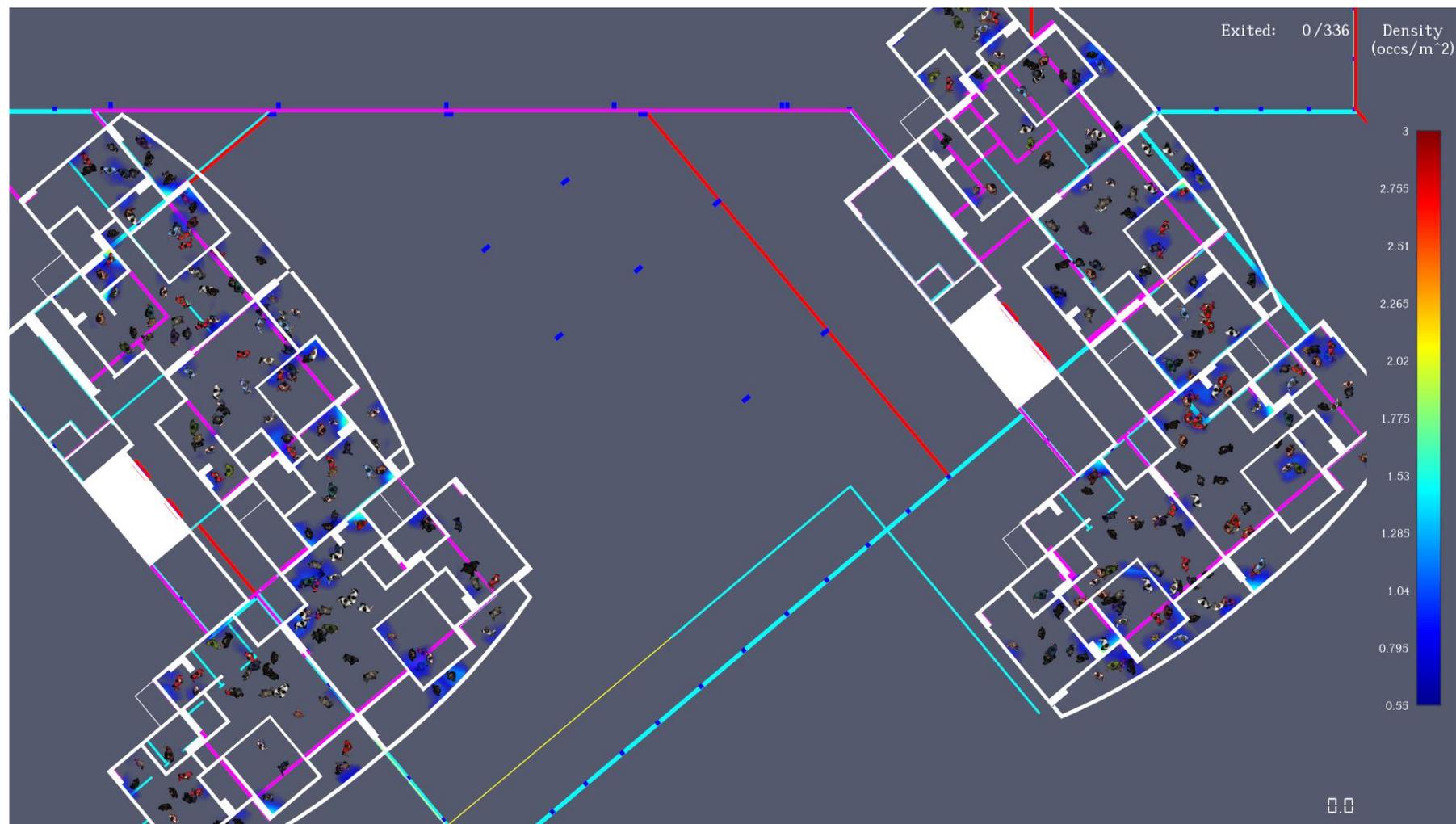
A compartimentação do pavimento tipo do edifício C é apresentada na Figura 14, são destacados os quatro apartamentos (cores rosa, amarelo, azul e vermelho) e em verde a área onde estão inseridos o elevador e a escada. É importante ressaltar que ambas as torres possuem a mesma disposição de ambientes no pavimento tipo e, portanto, só será apresentada a representação de uma torre. A simulação possibilitou visualizar também como seria o fluxo de saída dos ocupantes durante o abandono da edificação, apontando indicadores como a densidade populacional e a velocidade durante o abandono. A visualização desta indicação é ilustrada na Figura 15, captura de tela da simulação do edifício C, onde é possível visualizar os ocupantes e a densidade populacional relativa ao abandono da edificação. Se espera que esta informação possa auxiliar a visualização de um possível incêndio na edificação, servindo – além de informação técnica – também como ferramenta durante o treinamento contra incêndio dos ocupantes.

Figura 14 – Compartimentação do pavimento tipo do edifício C



Fonte: A autora (2022)

Figura 15 – Visualização da simulação do edifício C



Fonte: A autora utilizando o Pathfinder® (2021)

A simulação também possibilita a determinação do tempo de conclusão do abandono por grupo de ocupantes e quais foram as distâncias de trajeto percorridas por estes mesmos grupos. Os resultados são apresentados no Quadro 19.

Quadro 19 – Variáveis obtidas pela simulação do edifício C

Grupo de ocupantes	Tempo de conclusão (s)		Distância de trajeto (m)	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Adultos	78,4	349,6	45,7	274,4
Crianças	128,2	504,1	53,1	261,6
Idosos	165,2	509,7	53,3	249,6

Fonte: A autora (2021)

A observação do Quadro 19 permite verificar que as menores distâncias percorridas e os tempos mínimos de abandono são encontrados no grupo de ocupantes “Adultos”, que também é aquele com o tempo máximo de conclusão do abandono. No edifício C, os tempos máximos de abandono estão relacionados aos grupos de “Idosos” e “Crianças”, ao passo que as distâncias máximas não foram desempenhadas por estes grupos, cabe afirmar que a sua velocidade impactou diretamente no tempo de conclusão.

Após o desenvolvimento e extração de resultados da simulação das três edificações em análise, se faz necessário comparar os achados, buscando homogeneidades e distinções. Assim sendo, é apresentada uma análise comparativa no próximo item.

#### 4.2.5 Análise comparativa entre as simulações

O desenvolvimento da simulação de três edificações com características distintas, porém que são pertencentes ao mesmo padrão arquitetônico (haja vista a quantidade igual de apartamentos por andar), elucida que cada prédio terá características próprias de abandono.

Foi possível constatar que o prédio C foi aquele com o menor tempo total máximo de abandono (509,7s) e com a menor distância de trajeto máximo (274,4m). Sendo também o prédio com a menor taxa de ocupação por apartamento (dado de entrada na simulação e que foi fornecido pela própria administração). Tais resultados elucidam que dois fatores são de extrema importância na análise do abandono da edificação (além do tempo pré-movimento discutido anteriormente): a quantidade de ocupantes no edifício e as distâncias a serem percorridas pelas pessoas no procedimento de abandono. É preciso que haja um equilíbrio entre a quantidade de ocupantes que é suportada pela edificação e a quantidade de ocupantes que pode sair do edifício em segurança e em tempo hábil, caso haja necessidade.

Indo além, a análise das três simulações não permite afirmar que há uma relação direta entre o perfil do ocupante e um maior tempo máximo de abandono ou maior distância de trajeto – entende-se que estes fatores estejam mais relacionados com a localização do apartamento e do ocupante no momento do abandono e, uma vez que esta localização é realizada de maneira aleatória na simulação, não permite fazer outras considerações. Ainda assim, pode-se constatar que a velocidade empregada pelo ocupante no processo de abandono é uma variável de extrema importância e que pode impactar na sua segurança (assim como o tempo de pré-movimento, conforme apresentado nas Figuras 6, 10 e 13).

Outra característica que merece destaque é o fato do edifício B ser aquele com o maior número de andares e com a maior quantidade de ocupantes, apesar de não ter o maior número de apartamentos dentre os três. O edifício B foi aquele com o maior tempo máximo de abandono, o que pode ser relacionado ao número de andares e a sua altura. Em contrapartida este edifício apresenta, além dos elevadores sociais e de serviço, um elevador de emergência, localizado na câmara pressurizada, sendo possível reduzir o tempo de abandono ao utilizá-lo para pessoas de grupos especiais, como Idosos e Crianças, ou para qualquer indivíduo com redução motora ou de mobilidade.

Como conclusões e informações a serem utilizadas no método de treinamento, as simulações apontam que: o elevador convencional (social ou de serviço) não deve ser utilizado no procedimento de abandono; uma vez que haja elevador de emergência, a prioridade de utilização deste deve ser dada à pessoas com pouca mobilidade ou dificuldade de locomoção;

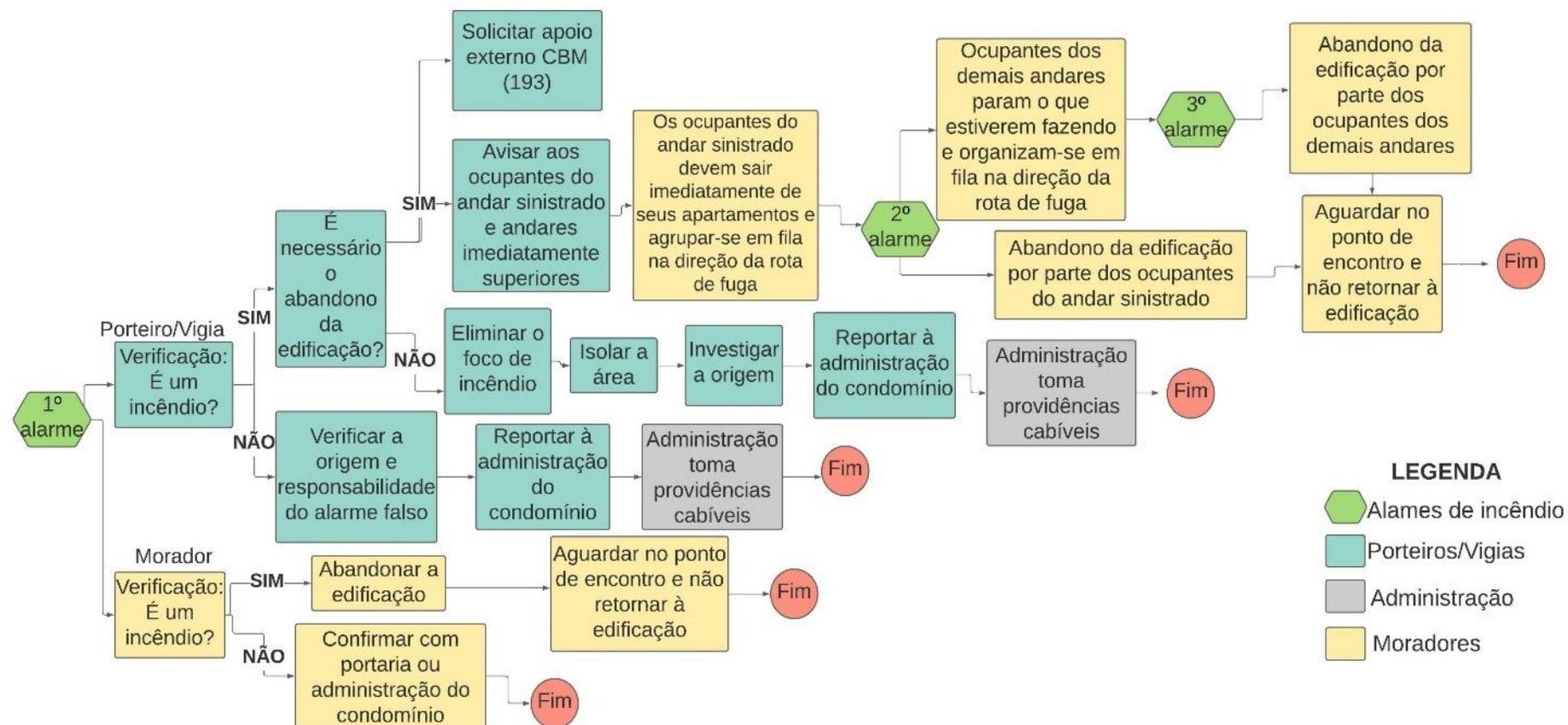
o alarme de incêndio jamais deve ser ignorado; o menor tempo possível deve ser utilizado na etapa de pré-movimento – favorecendo um abandono mais rápido e com um menor avanço do incêndio, de chamas e de fumaça.

Para compor o modelo de treinamento – produto desta tese – além da simulação de abandono, também foi levado em consideração um embasamento teórico que envolveu normas e instruções estaduais dos CBM's, boas práticas empresariais e incêndios de grande repercussão que já ocorreram ao redor do mundo. Os resultados são apresentados no próximo tópico.

#### *4.2.6 Embasamento teórico*

Após o levantamento das informações, apresentado no item 5.4.1, foi possível constituir um procedimento (fluxograma), a ser realizado em caso de incêndio (Figura 16) e uma listagem dos conteúdos que devem compor um futuro treinamento de cada grupo de ocupantes de edificações residenciais altas (Figura 17), separados em: porteiro ou vigia, moradores e todos os ocupantes.

Figura 16 – Procedimento a ser realizado em caso de incêndio



Fonte: A autora (2021)

Os conteúdos dos treinamentos para cada grupo de ocupantes são apresentados na Figura 17.

Figura 17 – Conteúdos do treinamento de cada grupo de ocupantes

<b>Porteiro/Vigia</b>	<b>Moradores</b>	<b>Todos os ocupantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manter atenção ao painel de alarme e saber operá-lo;</li> <li>■ Verificar qualquer indício de emergência;</li> <li>■ Ter acesso aos contatos de emergência (CBM e prestadores de serviço);</li> <li>■ Caso o incêndio seja de pequena proporção, deve eliminar o risco utilizando equipamento necessário;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, contactar imediatamente o CBM;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, avisar imediatamente os moradores do andar sinistrado e dos andares imediatamente superiores porta a porta ou por meio do interfone;</li> <li>■ Ativar o 2º e o 3º alarmes através das botoeiras de incêndio dos andares ou da portaria;</li> <li>■ Quando do abandono do andar sinistrado, verificar se não ficaram retardatários;</li> <li>■ Realizar curso de brigadista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Devem conhecer a rota de fuga e os procedimentos para abandonar a edificação;</li> <li>■ Nunca ignorar o alarme de incêndio (buscar confirmar suspeita);</li> <li>■ Manter as portas corta fogo fechadas e desobstruídas;</li> <li>■ Saber utilizar a botoeira de incêndio do seu andar;</li> <li>■ Uma vez que seja abandonada a edificação, deve manter velocidade constante e evitar distrações;</li> <li>■ Caso o incêndio seja na sua residência, deve fechar portas e janelas antes de sair (se possível);</li> <li>■ Os moradores dos demais andares, após o 2º toque do alarme, deverão preparar-se para abandonar a edificação;</li> <li>■ Os moradores dos demais andares, após o 3º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação, de forma organizada, em fila;</li> <li>■ Ao chegar ao ponto de encontro devem permanecer lá até que o retorno à edificação seja autorizado pelo CBM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Jamais ignorar o alarme de incêndio;</li> <li>■ Evitar princípios de incêndio (atear pontas de cigarro ou fósforos em local inapropriado);</li> <li>■ Ao se deparar com local cheio de fumaça, sair andando o mais rente possível ao piso para evitar asfixia (em caso de fumaça intensa, cobrir o rosto com um lenço molhado);</li> <li>■ Não guardar panos impregnados de gasolina, óleos, cera ou outros inflamáveis;</li> <li>■ Caso a roupa pegar fogo, não se deve correr. Dobre os braços sobre o rosto apertando-os: jogue no chão e role ou envolva-se numa coberta ou num tecido qualquer;</li> <li>■ Em caso de necessidade de salvamento não ficar no peitoril da janela esperando. Aguardar orientações do CBM.</li> </ul>

Fonte: A autora (2021)

Ressalta-se que o detalhamento da obtenção de informações e composição das Figuras 13 e 14 está descrito no item 5.4.1. Após o desenvolvimento das ferramentas (fluxograma de procedimento e listagem dos conteúdos para o treinamento) que serão responsáveis por compor o método de treinamento, foi prevista uma fase de validação delas. Os resultados são apresentados no item 6.3.

### 4.3 Validação e ajuste das ferramentas que compõem o método de treinamento

O questionário de validação obteve 42 respostas, oriundas de profissionais de 12 estados distintos: AL, BA, CE, DF, ES, MT, PA, PE, RO, RS, SC e SE. A média de tempo de serviço dos respondentes foi de 22,7 anos – todos profissionais de altas patentes: oficiais do CBM e com atuação ligada às áreas de combate e prevenção ao incêndio. O quadro 20 divide os estados nas cinco regiões do Brasil, apresentando a quantidade de respostas por estado.

Quadro 20 – Quantificação das respostas à validação por estado

Região	Estado	Quantidade de respostas
Norte	PA	6
	RO	1
Nordeste	AL	1
	BA	1
	CE	21
	PE	1
	SE	1
Centro-Oeste	DF	5
	MT	2
Sudeste	ES	1
Sul	RS	1
	SC	1
TOTAL		42

Fonte: A autora (2021)

Já no Quadro 21 é apresentada a média das respostas detalhadas por estado. Ao final do quadro é apresentada a média geral das respostas. Para os mesmos itens verificados na validação do trabalho de Osei-Kyei e Chan (2018), obteve-se neste estudo resultados maiores do que 4, o que pode ser classificado como “muito bom”, concluindo ainda que o modelo proposto nesta pesquisa seria adequado, compreensível, objetivo, replicável e apropriado para o objetivo ao qual se dispôs. Já a pesquisa de Hu *et al.* (2016), que também validou o modelo proposto através de questionário específico, aplicado a cinco especialistas, utilizou uma escala que ia de 0 a 10, sendo 0 uma nota muito ruim e 10 uma nota excelente. Como as notas para todos os aspectos avaliados estiveram acima de 8, os autores consideraram o modelo apropriado e aplicável a outros projetos.

Quadro 21 – Resultados da validação por questão

QUESTÕES		NORTE		NORDESTE				CENTRO-OESTE		SUDESTE	SUL		MÉDIA GERAL*	
		PA	RO	AL	BA	CE	PE	SE	DF	MT	ES	RS		SC
Avaliação do procedimento	1) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento apresentado é aceitável?	4,3	5,0	2,0	4,0	4,4	4,0	5,0	3,4	5,0	4,0	2,0	5,0	4,214
	2) Numa escala de 1 a 5, como você avalia se o procedimento proposto é facilmente compreensível pelos ocupantes de edifícios residenciais?	4,5	4,0	1,0	4,0	4,3	3,0	5,0	4,0	5,0	2,0	2,0	5,0	4,119
	3) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto pode ser aplicado a diferentes edifícios residenciais no Brasil e no mundo?	4,5	4,0	2,0	5,0	4,3	4,0	5,0	3,2	5,0	5,0	2,0	5,0	4,166
	4) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?	4,5	4,0	2,0	4,0	4,3	4,0	5,0	3,0	5,0	4,0	1,0	5,0	4,071
	5) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o procedimento proposto é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais alto a agir em caso de incêndio?	4,5	4,0	2,0	4,0	4,4	4,0	5,0	2,6	5,0	4,0	2,0	5,0	4,095
	Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no procedimento? Orientações ou observações?													
Avaliação dos conteúdos do treinamento	6) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que os conteúdos do treinamento são aceitáveis?	4,7	5	3	2	4,7	5,0	5,0	3,6	4,0	5,0	2,0	5,0	4,380
	7) Numa escala de 1 a 5, como você avalia que os conteúdos do treinamento são facilmente compreensíveis pelos ocupantes de edifícios residenciais?	4,5	4,0	4,0	4,0	4,6	5,0	5,0	3,6	5,0	4,0	2,0	5,0	4,405
	8) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento proposto pode ser aplicado com diferentes ocupantes no Brasil e no mundo?	4,8	4,0	4,0	4,0	4,6	5,0	5,0	3,4	4,5	4,0	2,0	5,0	4,381
	9) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?	4,3	5,0	4,0	4,0	4,6	5,0	5,0	2,4	5,0	4,0	2,0	5,0	4,238
	10) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o treinamento é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais alto a agir em caso de incêndio?	4,7	4,0	4,0	4,0	4,6	5,0	5,0	2,8	5,0	4,0	2,0	5,0	4,333
	Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no treinamento? Orientações ou observações?													

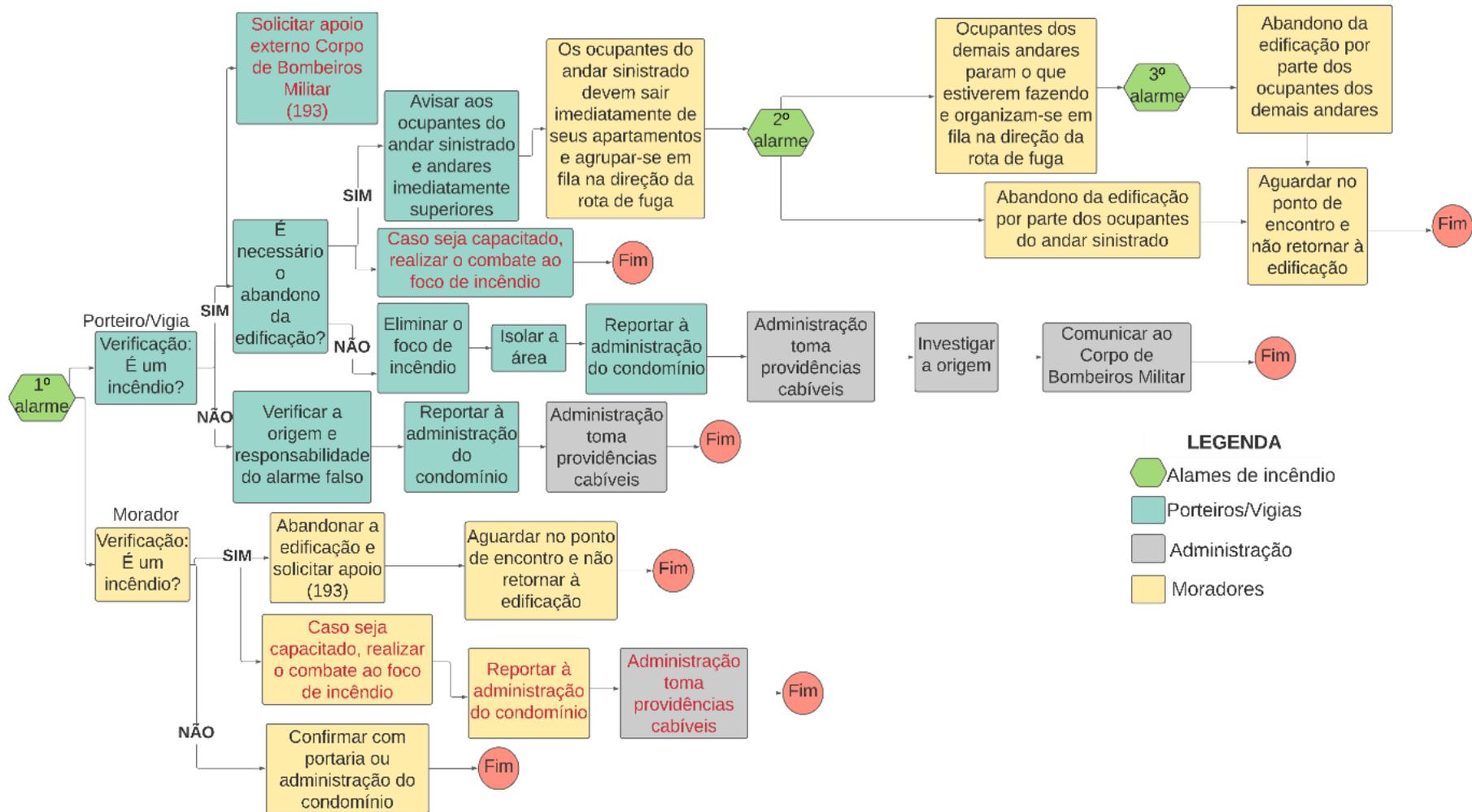
(\* ) A média geral foi obtida pelo cálculo com as 42 respostas individuais ao questionário de validação. Fonte: a autora (2021)

Os resultados das duas questões subjetivas apresentadas foram listados e serviram para realizar ajustes pontuais no método de treinamento. Desta forma, o procedimento a ser realizado e os conteúdos a serem abordados no treinamento são apresentados nas Figuras 17 e 18, respectivamente. As modificações destacadas pelos respondentes e que foram incorporadas ao procedimento foram:

- Os moradores podem ser capazes de debelar um princípio de incêndio desde que sejam treinados, sem esperar a ação de outras pessoas;
- Não realizar o abandono da edificação sem confirmar a necessidade deste procedimento;
- Reduzir as atribuições do porteiro / O porteiro não deve fazer investigação;
- Acionar o Corpo de Bombeiros Militar imediatamente após ter ciência do incêndio;
- Os ocupantes devem combater apenas princípios de incêndio, já que a evolução do incêndio pode causar danos à integridade das pessoas, sendo a função de debelar o incêndio a cargo do Corpo de Bombeiros Militar.

Além dos aspectos listados, os profissionais ressaltaram a importância do treinamento periódico dos ocupantes das edificações, mesmo que esta não seja uma exigência do estado (como é o caso do CE), do conhecimento do procedimento (principalmente em relação aos três alarmes) e a plena ciência das rotas de fuga. O procedimento final é apresentado na Figura 18. As atualizações foram destacadas com o texto em vermelho.

Figura 18 – Procedimento ajustado a ser realizado em caso de incêndio (pós-validação)



Fonte: A autora (2021)

Já as modificações destacadas pelos respondentes e que foram incorporadas ao conteúdo do treinamento foram:

- Os moradores devem fechar portas e janelas de seus apartamentos, independentemente de onde seja o incêndio;
- Adicionar ressalva quanto ao uso dos elevadores em uma emergência;
- Os conteúdos do treinamento são orientações gerais e não se trata de um curso de brigadista.

Além dos aspectos listados, mais uma vez os profissionais ressaltaram a importância do treinamento periódico dos ocupantes de edificações residenciais. Os conteúdos do treinamento após correções na etapa de validação são apresentados na Figura 19. As atualizações foram destacadas com o texto em vermelho.

Figura 19 – Conteúdos do treinamento de cada grupo de ocupantes (pós-validação)

Porteiro/Vigia	Moradores	Todos os ocupantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manter atenção ao painel de alarme e saber operá-lo;</li> <li>■ Verificar qualquer indício de emergência;</li> <li>■ Ter acesso aos contatos de emergência (CBM e prestadores de serviço);</li> <li>■ Caso o incêndio seja de pequena proporção (foco de incêndio), deve eliminá-lo utilizando equipamento necessário;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, contactar imediatamente o Corpo de Bombeiros através do 193;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, avisar imediatamente os moradores do andar sinistrado e dos andares imediatamente superiores porta a porta ou por meio do interfone;</li> <li>■ Ativar o 2º e o 3º alarmes através das botoeiras de incêndio dos andares ou da portaria;</li> <li>■ Quando do abandono do andar sinistrado, verificar se não ficaram retardatários;</li> <li>■ Realizar curso de brigadista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Devem conhecer a rota de fuga e os procedimentos para abandonar a edificação;</li> <li>■ Nunca ignorar o alarme de incêndio (buscar confirmar suspeita);</li> <li>■ Manter as portas corta fogo fechadas e desobstruídas;</li> <li>■ Saber utilizar a botoeira de incêndio do seu andar;</li> <li>■ Uma vez que seja abandonada a edificação, devem manter velocidade constante e evitar distrações;</li> <li>■ Se possível devem fechar portas e janelas antes de sair do seu apartamento;</li> <li>■ Os moradores do andar sinistrado, após o 2º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação, de forma organizada e em fila;</li> <li>■ Os moradores dos demais andares, após o 3º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação, de forma organizada, em fila;</li> <li>■ Ao chegar ao ponto de encontro devem permanecer lá até que o retorno à edificação seja autorizado pelo Corpo de Bombeiros Militar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Jamais ignorar o alarme de incêndio;</li> <li>■ Evitar princípios de incêndio (atear pontas de cigarro ou fósforos em local inapropriado);</li> <li>■ Ao se deparar com local cheio de fumaça, sair andando o mais rente possível ao piso para evitar asfixia (em caso de fumaça intensa, cobrir o rosto com um lenço molhado);</li> <li>■ Não guardar panos impregnados de gasolina, óleos, cera ou outros inflamáveis;</li> <li>■ Caso a roupa pegue fogo, não se deve correr. Dobre os braços sobre o rosto apertando-os; jogue no chão e role ou envolva-se numa coberta ou num tecido qualquer;</li> <li>■ Em caso de necessidade de salvamento não ficar no peitoril da janela esperando. Aguardar orientações do Corpo de Bombeiros Militar;</li> <li>■ Em caso de incêndio no seu apto, não devem correr para a sacada, mas sim direcionar-se para a porta de saída;</li> <li>■ Não utilizar os elevadores em caso de incêndio.</li> </ul>

Fonte: A autora (2021)

Por fim, foi calculado o coeficiente Alpha de Cronbach, segundo a Fórmula 1 - principal estimador para a confiabilidade de um banco de dados (CRONBACH, 1951), mesmo que não seja o único – para os resultados da validação do procedimento e do treinamento, sendo obtidos os valores de 0,64 e 0,77, respectivamente.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (1)$$

Sendo:

K = número de itens na escala

$\sigma_{Y_i}^2$  = variância do item i

$\sigma_x^2$  = variância das pontuações observadas nos indivíduos

Especificamente quanto à análise dos resultados, Streiner (2003) estabelece que o resultado mínimo aceitável deste indicador é de 0,70, sendo o valor máximo aceitável de 0,90 e, uma vez que valores acima deste sejam obtidos, pode-se considerar a existência de redundância ou duplicação (vários itens estão medindo os mesmos elementos de um constructo e devem ser eliminados). No entanto Hair *et al.* (2005), estabelece que o valor mínimo aceitável é de 0,6, sendo o resultado 0,7 considerado ainda melhor. Haja vista os valores mínimos e máximos tratados pelos autores pode-se determinar que há confiabilidade do banco de dados da validação desta pesquisa, segundo o coeficiente Alpha de Cronbach.

## 4.4 Material para o treinamento

Após desenvolvidas as ferramentas (Figuras 15 e 16), o material para operacionalizar o treinamento pôde ser desenvolvido. Este material possui etapas gerais (aplicáveis a todas as edificações) e etapas exclusivas para cada edificação, que serão detalhadas nos tópicos 6.4.1, 6.4.2 e 6.4.3.

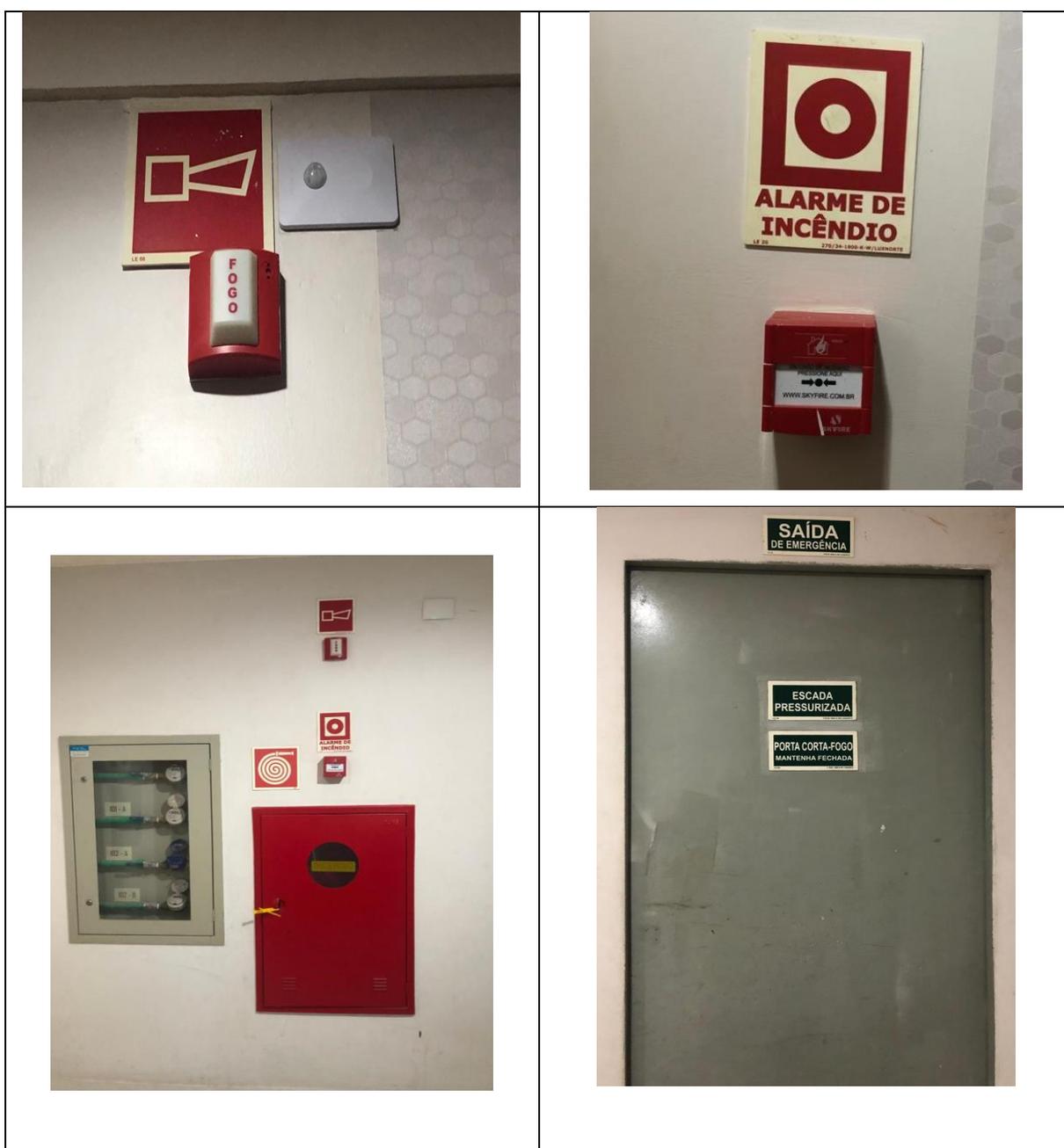
### 4.4.1 Edifício A

Como materiais específicos do edifício A foram desenvolvidos:

- i) Ilustração dos equipamentos de segurança da edificação;
- ii) Vídeo em *time-lapse* (tempo acelerado) do abandono da área;
- iii) Planta baixa de rota de fuga, seguindo a rota adotada na simulação;
- iv) Planta baixa da localização do ponto de encontro.

Para demonstrar aos participantes do treinamento quais seriam os equipamentos de segurança do seu prédio foram utilizadas fotografias específicas, sendo discutido de maneira breve, como se dá o funcionamento de cada equipamento e como este poderia ser utilizado (ou não) pelos ocupantes. Quando não fosse possível utilizar imagens do próprio treinamento, foram adotadas imagens de livre acesso disponibilizadas na internet. A Figura 20 ilustra as imagens utilizadas no treinamento. É importante ressaltar que os extintores são aquelas ferramentas mais lembradas pelos ocupantes (de acordo com o item 5.3.2), portanto suas imagens não foram apresentadas no treinamento.

Figura 20 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício A

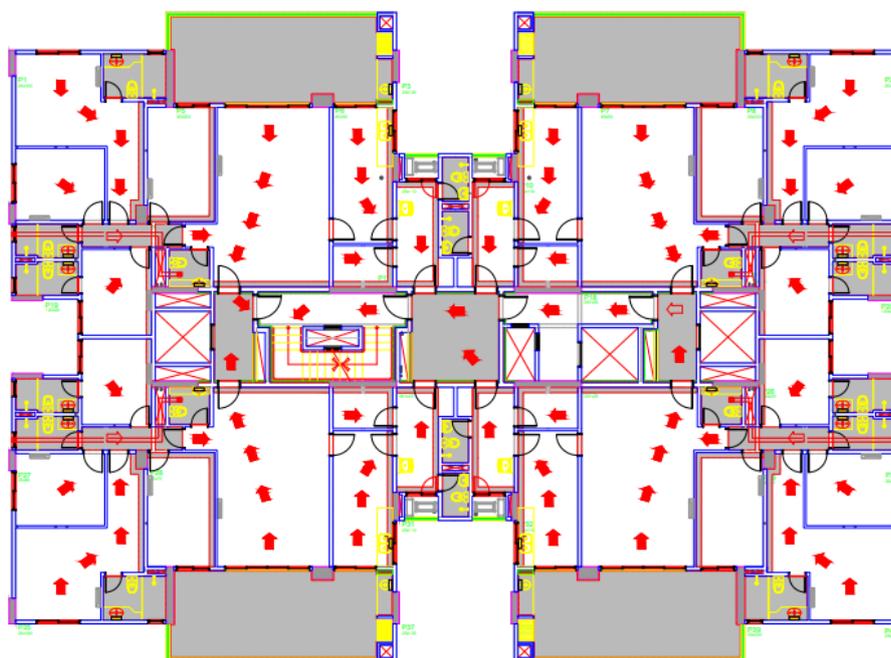


Fonte: A autora (2021)

Como não é possível a representação do vídeo da simulação no texto, a Figura 7 se apresenta como uma possível ilustração do vídeo, que tem por finalidade esclarecer como seria o processo de abandono da edificação do edifício A, qual o meio de fuga utilizado e quais seriam os indicadores de densidade populacional e velocidade dos ocupantes (por exemplo).

Ademais, também é necessário elaborar uma planta baixa de pavimento tipo constando a rota de fuga a ser adotada (condizente com a simulação). Para esta etapa foi utilizado o software AutoCAD®, considerando que as pessoas sairão de todos os cômodos do apartamento e se dirigirão às escadas. No edifício A os ocupantes poderiam sair pela porta de entrada principal do apartamento ou por outro acesso através da área de serviço – ambas opções o levariam aos halls e, posteriormente, às escadas da câmara pressurizada. A planta de rota de fuga é apresentada na Figura 21 e as setas em vermelho indicam a rota de fuga. Este documento pode (e deve) constar nas áreas comuns da edificação, a fim de poder ser acessado sempre que possível, de maneira rápida e objetiva.

Figura 21 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício A

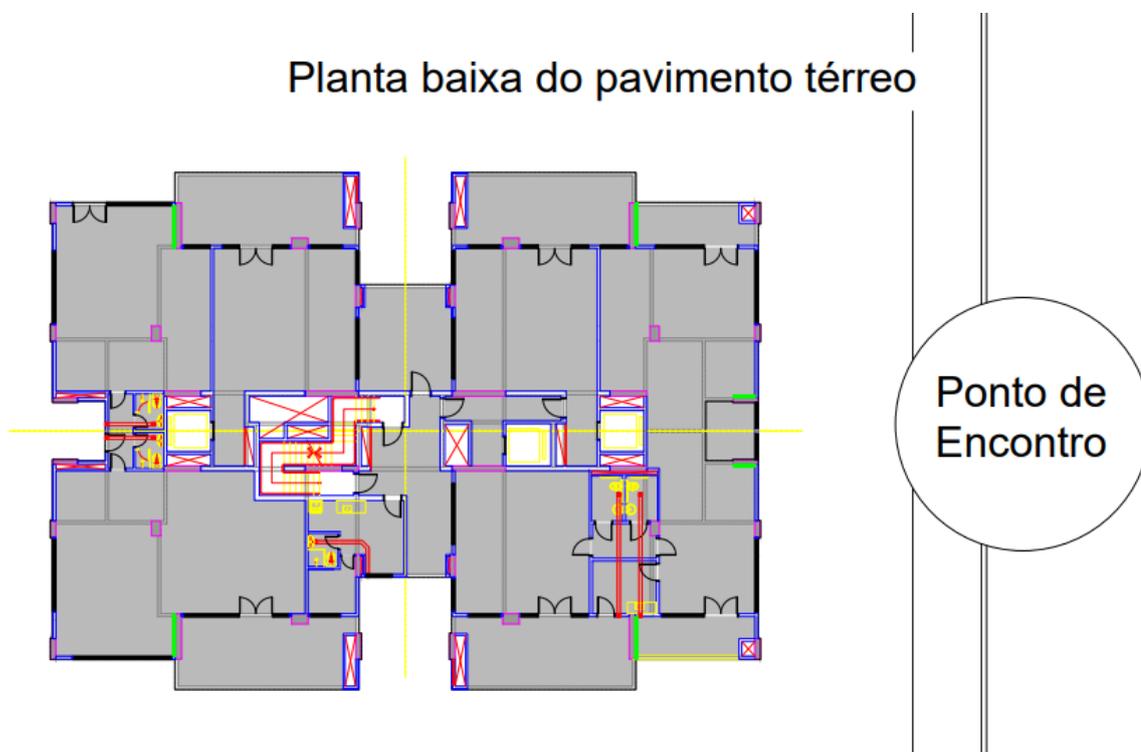


Fonte: A autora (2021)

Também foi desenvolvida uma planta do ponto de encontro da edificação, que tem por objetivo escolher um local seguro, fora da edificação, para orientar onde as pessoas devem se encontrar e permanecer até que seja autorizado o seu retorno à edificação pelo CBM. O

estabelecimento do ponto de encontro tem por objetivo ainda favorecer o fluxo e o acesso do CBM à edificação. Esta planta é apresentada na Figura 22.

Figura 22 – Ponto de encontro do edifício A



Fonte: A autora (2021)

As ferramentas desenvolvidas para o edifício B foram elaboradas e são apresentadas no tópico a seguir.

#### 4.4.2 Edifício B

Como materiais específicos do edifício B foram desenvolvidos:

- i) Ilustração dos equipamentos de segurança da edificação;
- ii) Vídeo em *time-lapse* do abandono da área;
- iii) Planta baixa de rota de fuga, seguindo a rota adotada na simulação;
- iv) Planta baixa da localização do ponto de encontro.

Para demonstrar aos participantes do treinamento quais seriam os equipamentos de segurança do seu prédio foram utilizadas fotografias específicas, sendo discutido de maneira breve, como se dá o funcionamento de cada equipamento e como este poderia ser utilizado (ou não) pelos ocupantes. Quando não fosse possível utilizar imagens do próprio treinamento,

foram adotadas imagens de livre acesso disponibilizadas na internet. A Figura 23 ilustra as imagens utilizadas no treinamento.

Figura 23 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício B

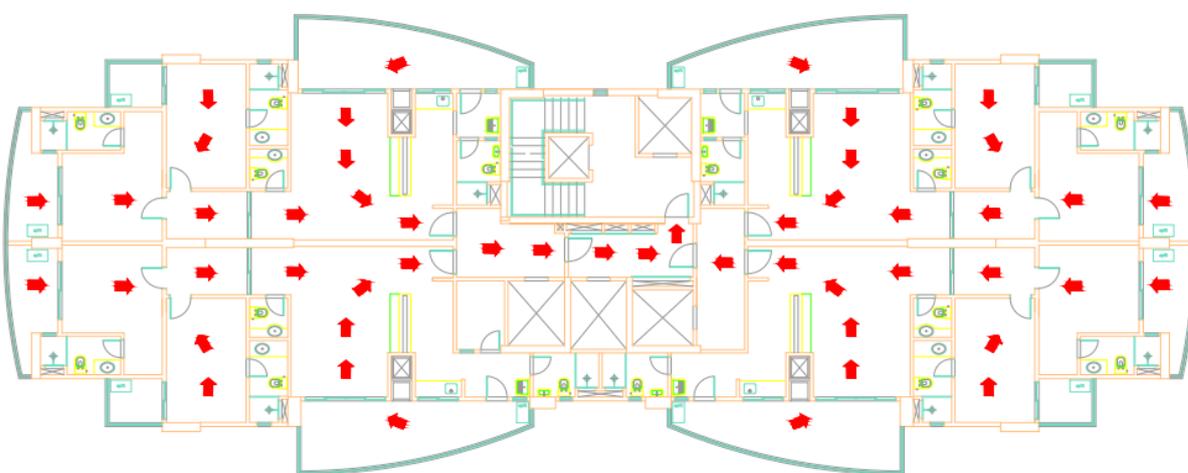


Fonte: A autora (2021)

Como não é possível a representação do vídeo da simulação no texto, a Figura 10 se apresenta como uma possível ilustração do vídeo, que tem por finalidade esclarecer como seria o processo de abandono da edificação do edifício A, qual o meio de fuga utilizado e quais seriam os indicadores de densidade populacional e velocidade dos ocupantes (por exemplo).

Ademais, também é necessário elaborar uma planta baixa de pavimento tipo constando a rota de fuga a ser adotada (condizente com a simulação). Para esta etapa foi utilizado o software AutoCAD®, considerando que as pessoas sairão de todos os cômodos do apartamento e se dirigirão às escadas. No edifício A os ocupantes poderiam sair somente pela porta de entrada principal do apartamento, o que os levaria aos halls e, posteriormente, às escadas da câmara pressurizada. A planta de rota de fuga é apresentada na Figura 24 e as setas em vermelho indicam a rota de fuga. Este documento pode (e deve) constar nas áreas comuns da edificação, a fim de poder ser acessado sempre que possível, de maneira rápida e objetiva.

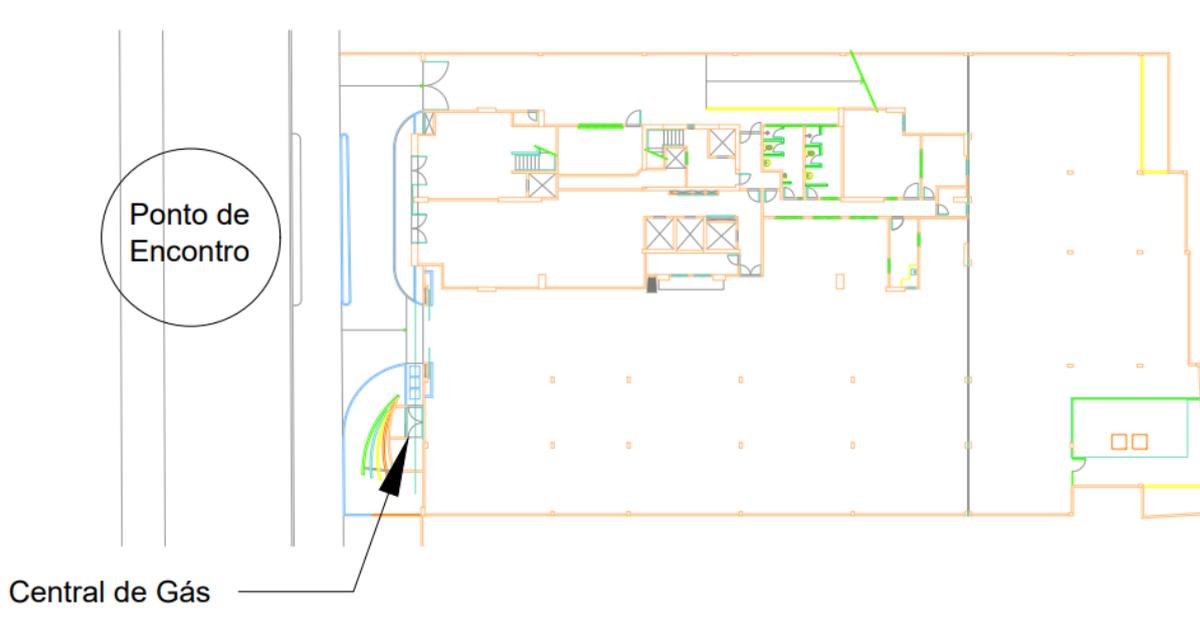
Figura 24 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício B



Fonte: A autora (2021)

Também foi desenvolvida uma planta do ponto de encontro da edificação, que tem por objetivo escolher um local seguro, fora da edificação, para orientar onde as pessoas devem se encontrar e permanecer até que seja autorizado o seu retorno à edificação pelo CBM. Esta planta é apresentada na Figura 25.

Figura 25 – Ponto de encontro do edifício B



Fonte: A autora (2021)

As ferramentas desenvolvidas para o edifício C foram elaboradas e são apresentadas no tópico a seguir.

#### 4.4.3 Edifício C

Como materiais específicos do edifício C foram desenvolvidos:

- i) Ilustração dos equipamentos de segurança da edificação;
- ii) Vídeo em *time-lapse* do abandono da área;
- iii) Planta baixa de rota de fuga, seguindo a rota adotada na simulação;
- iv) Planta baixa da localização do ponto de encontro.

Para demonstrar aos participantes do treinamento quais seriam os equipamentos de segurança do seu prédio foram utilizadas fotografias específicas, sendo discutido de maneira breve, como se dá o funcionamento de cada equipamento e como este poderia ser utilizado (ou não) pelos ocupantes. Quando não fosse possível utilizar imagens do próprio treinamento, foram adotadas imagens de livre acesso disponibilizadas na internet. A Figura 26 ilustra as imagens utilizadas no treinamento.

Figura 26 – Ilustração dos equipamentos de segurança do edifício C

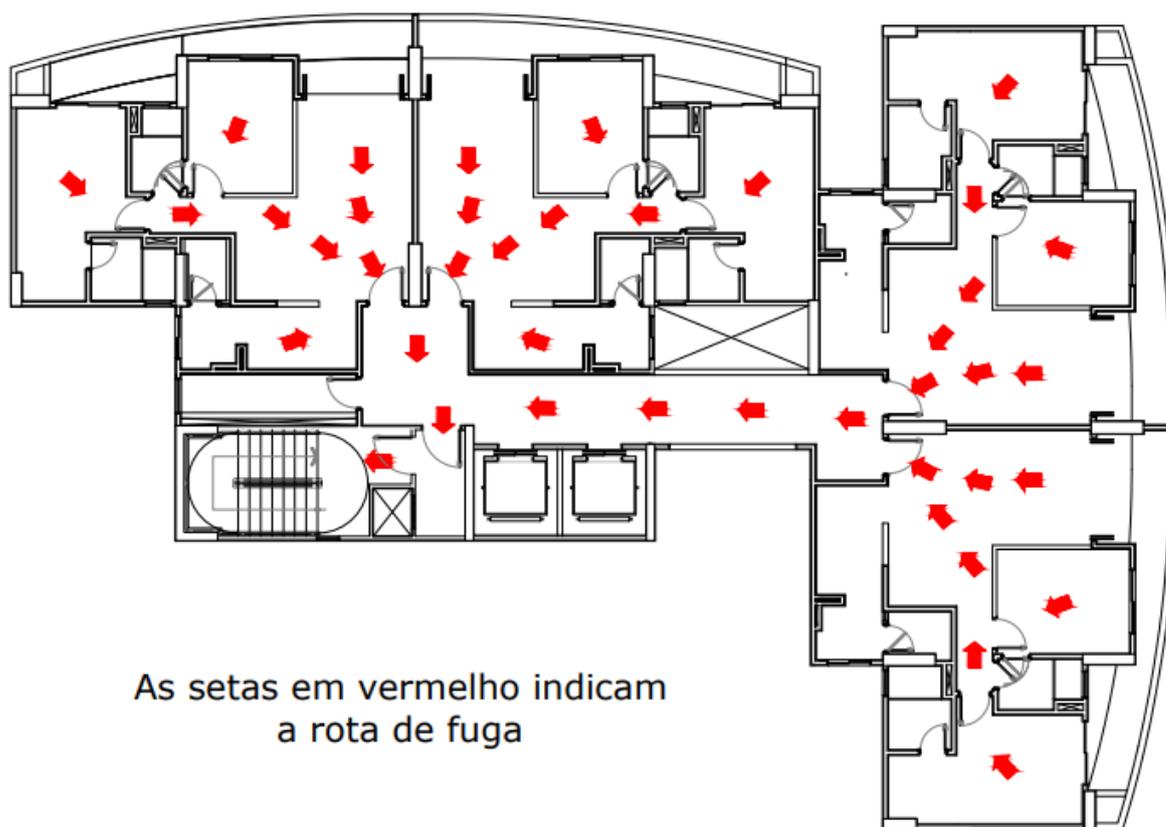


Fonte: A autora e Imagens da internet

Como não é possível a representação do vídeo da simulação no texto, a Figura 12 se apresenta como uma possível ilustração do vídeo, que tem por finalidade esclarecer como seria o processo de abandono da edificação do edifício A, qual o meio de fuga utilizado e quais seriam os indicadores de densidade populacional e velocidade dos ocupantes (por exemplo).

Ademais, também é necessário elaborar uma planta baixa de pavimento tipo constando a rota de fuga a ser adotada (condizente com a simulação). Para esta etapa foi utilizado o software AutoCAD®, considerando que as pessoas sairão de todos os cômodos do apartamento e se dirigirão às escadas. No edifício A os ocupantes poderiam sair somente pela porta de entrada principal do apartamento, o que os levaria aos halls e, posteriormente, às escadas da câmara pressurizada. A planta de rota de fuga é apresentada na Figura 27 e as setas em vermelho indicam a rota de fuga. Este documento pode (e deve) constar nas áreas comuns da edificação, a fim de poder ser acessado sempre que possível, de maneira rápida e objetiva.

Figura 27 – Planta de rota de fuga para o pavimento tipo do edifício C

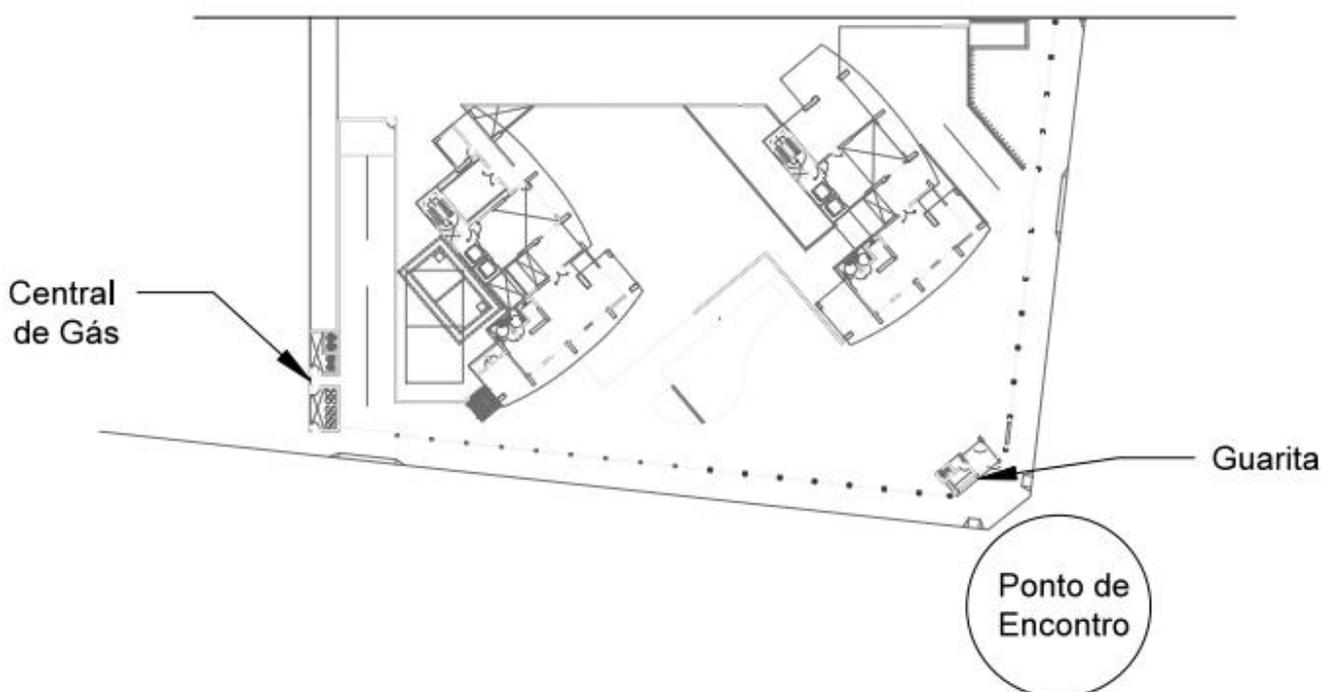


Fonte: A autora (2021)

Também foi desenvolvida uma planta do ponto de encontro da edificação, que tem por objetivo escolher um local seguro, fora da edificação, para orientar onde as pessoas devem se

encontrar e permanecer até que seja autorizado o seu retorno à edificação pelo CBM. Esta planta é apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Ponto de encontro do edifício B



Fonte: A autora (2021)

Após o desenvolvimento das ferramentas individuais de cada edificação, foi possível desenvolver os slides a serem adotados no treinamento das três edificações, o que é detalhado no item 6.4.3.

#### 4.4.4 Slides

Os slides desenvolvidos visam a realização do treinamento contra incêndio com os ocupantes de edificações residenciais altas, e, portanto, são apresentados a seguir. A apresentação é composta por 14 slides, sendo os conteúdos divididos em:

**Slide 1 – Capa e apresentação do estudo e da autora;**

**Slides 2 e 3 – Equipamentos de segurança:** os elementos de segurança e combate ao incêndio presentes na edificação são apresentados (principalmente os menos conhecidos, conforme resultados da etapa de validação);

**Slides 4 e 5 – Apresentação da simulação:** um vídeo acelerado da simulação de abandono do edifício é apresentado, é discutido o tempo máximo de abandono obtido e os indicadores como

taxa populacional e velocidade de abandono, são passadas orientações gerais sobre como o abandono deve ser realizado;

**Slide 6 – Rota de fuga:** é apresentada a planta baixa do pavimento tipo, sendo orientada a saída por meio da rota de fuga;

**Slide 7 – Ponto de encontro:** é apresentada a localização do ponto de encontro previsto para a edificação;

**Slides de 8 a 12 – Orientações por grupo de ocupantes:** são apresentados os conteúdos orientativos por grupo de ocupantes, conforme apresentado na Figura 11;

**Slide 13 – Fluxograma de procedimento:** é apresentado o fluxograma do procedimento, sendo explicitadas as etapas e ações previstas, conforme apresentado na Figura 10;

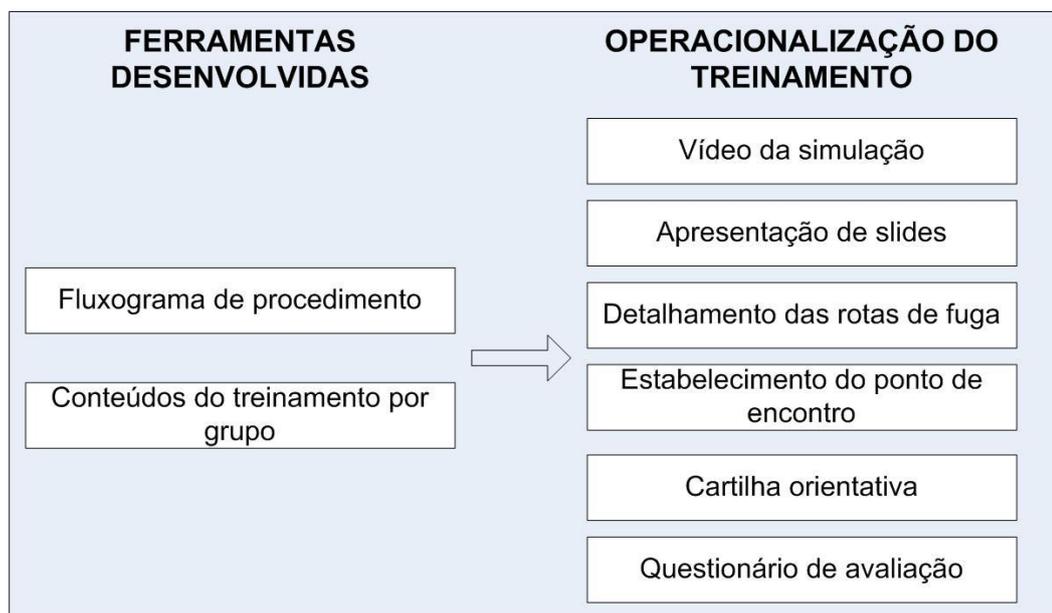
**Slide 14 – Agradecimento e contato.**

Considerando que os slides 2 e 3, 4 e 5, 6 e 7 possuem informações individuais de cada edificação – as quais já foram detalhadas anteriormente – a seguir será apresentado no Apêndice F um modelo de apresentação de slides, neste caso, aplicados ao edifício C. Os slides serão apresentados em sequência, a fim de proporcionarem a leitura.

#### **4.5 Síntese do método de treinamento**

O método de treinamento sintetizado e esquematizado é apresentado na Figura 29, bem como é possível visualizar a correspondência entre as ferramentas desenvolvidas neste estudo e a sua operacionalização na forma de treinamento a ser aplicado com os ocupantes das edificações residenciais altas. Uma vez que o método de treinamento foi desenvolvido, a sua aplicação foi possibilitada e é apresentada a seguir. Este tópico tem por objetivo sintetizar o método de treinamento constituído pelas etapas anteriores.

Figura 29 – Síntese do método de treinamento e sua operacionalização



Fonte: A autora (2022)

## 4.6 Aplicação do método de treinamento

### 4.6.1 Edifício A

O treinamento dos ocupantes do edifício A, realizado de maneira remota e síncrona, ocorreu no dia 20/01/22, de 19 às 20h, por meio da plataforma *google meet*®. Os ocupantes foram convidados a participar por meio de mensagens específicas enviadas pelo síndico no grupo de *whatsapp*® do condomínio. As mensagens indicavam o propósito do treinamento, data, local e horário.

Como recursos foram utilizados: slides (Figura 26), notebook, cartilha (Apêndice D) digital e o questionário (Figura 5) digital, alocado na plataforma *google forms*® e sendo disponibilizado por meio de link.

O treinamento foi realizado por meio de exposição oral dos slides, bem como apresentação da cartilha. Os participantes foram convidados a participar, tirando dúvidas, gerando questionamentos ou dando sugestões durante a apresentação, desta forma foi aberto um espaço de discussão acerca do método de treinamento. No edifício A, oito pessoas participaram do treinamento e todas responderam ao questionário após o treinamento. A apresentação foi gravada através do próprio *google meet*® e o *link* foi disponibilizado para que aquelas pessoas que não compareceram pudessem assisti-lo de maneira assíncrona. Deste modo mais seis pessoas assistiram ao treinamento e responderam ao questionário.

Durante o treinamento as pessoas presentes foram ativas e tiraram dúvidas ou levantaram discussões após o treinamento. Os participantes demonstraram interesse pelo treinamento e solicitaram que o fluxograma de procedimento fosse afixado nas imediações da edificação. As dúvidas levantadas diziam respeito, principalmente, às portas corta-fogo, sua utilização e manutenção.

Os resultados da aplicação do questionário pós-treinamento são considerados satisfatórios, uma vez que para as Questões 1, 2, 3 e 4 todas as respostas foram “Sim”, o que é apresentado no Quadro 22. Na Questão de número 5, não houve dúvidas relatadas pelos participantes, todavia os respondentes se aproveitaram deste campo para agradecer e elogiar o treinamento.

Quadro 22 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício A

Questão		Respostas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Você considera que o treinamento apresentado é aceitável?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2	Você compreendeu o treinamento apresentado?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
3	Se ocorre um incêndio hoje em seu prédio, você saberia como se comportar?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
4	Você se sente mais seguro após o treinamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LEGENDA: S – Sim; N – Não; P – Parcialmente															

Fonte: A autora (2022)

É importante referenciar ainda que o treinamento levantou pontos importantes, tais como a importância da capacitação de brigadista para porteiros e vigias do prédio (fato que já é realidade na edificação A), também foi comentado sobre a necessidade de manutenção nas portas corta-fogo do edifício e da sua correta utilização (mantendo-as sempre fechadas e desobstruídas). Esta discussão deixou como orientação à edificação uma provável necessidade de manutenção nas portas corta-fogo do edifício.

Após o treinamento foram compartilhados com a administração do condomínio: cartilha (foi disponibilizada por meio digital, sendo sugerida a sua distribuição a todos os ocupantes do edifício); planta de rota de fuga e planta de ponto de encontro.

#### 4.6.2 Edifício B

O treinamento dos ocupantes do edifício B, realizado de maneira remota e síncrona, ocorreu no dia 08/02/22, das 19h30min às 20h30min, por meio da plataforma *google meet*®. Os ocupantes foram convidados a participar por meio de mensagens específicas enviadas pelo síndico no grupo de *whatsapp*® do condomínio, bem como por meio de cartazes afixados nas dependências do condomínio. As mensagens indicavam o propósito do treinamento, data, local e horário.

Como recursos foram utilizados: slides (Figura 26), notebook, cartilha (Apêndice D) digital e o questionário (Figura 5) digital, alocado na plataforma *google forms*® e sendo disponibilizado por meio de link.

O treinamento foi realizado por meio de exposição oral dos slides, bem como apresentação da cartilha. Os participantes foram convidados a participar, tirando dúvidas, gerando questionamentos ou dando sugestões durante a apresentação, desta forma foi aberto um espaço de discussão acerca do método de treinamento. No edifício B, cinco pessoas participaram do treinamento e duas destas pessoas responderam ao questionário após o treinamento. A apresentação foi gravada por meio do software *OBS*®, uma vez que não possível realizar a gravação através do *google meet*®. O vídeo foi disponibilizado para que aquelas pessoas que não compareceram pudessem assisti-lo de maneira assíncrona. Não foi possível contabilizar quantas pessoas assistiram ao vídeo após o treinamento.

Durante a organização do treinamento a administração do condomínio se mostrou preocupada com a participação dos ocupantes, uma vez que a relação entre administração e moradores não é pacífica. Entretanto, sendo estas causas alheias à pesquisa, seguiu-se com o planejado para o edifício B.

Durante o treinamento as pessoas presentes foram ativas e tiraram dúvidas ou levantaram discussões após o treinamento. Os participantes demonstraram interesse pelo treinamento, solicitaram que o fluxograma de procedimento fosse afixado nas imediações da edificação. Como o edifício B possui um sistema de segurança que envolve várias portas e acesso por meio de digitais na área térrea, foi levantada a possibilidade de, em caso de

necessidade, liberar estas portas e ainda utilizar-se das garagens para que as pessoas pudessem sair da edificação.

Os resultados da aplicação do questionário pós-treinamento são considerados satisfatórios, uma vez que para as Questões 1, 2, 3 e 4 (conforme Figura 5) todas as respostas foram “Sim”. Os resultados desta aplicação são apresentados no Quadro 23. Na Questão de número 5, não houve dúvidas relatadas pelos participantes, todavia os respondentes se aproveitaram deste campo para agradecer e elogiar o treinamento. Uma ilustração da realização do treinamento é apresentada na Figura 31.

Quadro 23 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício B

Questão		Respostas	
		1	2
1	Você considera que o treinamento apresentado é aceitável?	S	S
2	Você compreendeu o treinamento apresentado?	S	S
3	Se ocorre um incêndio hoje em seu prédio, você saberia como se comportar?	S	S
4	Você se sente mais seguro após o treinamento?	S	S

Fonte: A autora (2022)

É importante referenciar ainda que o treinamento levantou pontos importantes, tais como a importância da capacitação de brigadista para porteiros e vigias do prédio (fato que já é realidade na edificação B), também foi comentado sobre a necessidade de manutenção nas portas corta-fogo do edifício e da sua correta utilização (mantendo-as sempre fechadas e desobstruídas). Durante o treinamento também foi discutida a utilização do elevador de emergência em caso de incêndio, dando prioridade às pessoas com dificuldade de locomoção, acamadas ou portadores de deficiências – tal atitude pode otimizar o processo de abandono do edifício.

Após o treinamento foram compartilhados com a administração do condomínio: cartilha (foi disponibilizada por meio digital, sendo sugerida a sua distribuição a todos os ocupantes do edifício); planta de rota de fuga e planta de ponto de encontro.

#### 4.6.3 Edifício C

O treinamento dos ocupantes do edifício C, realizado de maneira presencial, ocorreu no dia 11/01/22, de 19 às 20h, no salão de festas de uma das torres do prédio. Os ocupantes foram convidados a participar por meio de um *banner* fixado nas áreas comuns do edifício e por meio de mensagens específicas enviadas pelo síndico no grupo de *whatsapp*® do condomínio. As mensagens indicavam o propósito do treinamento, data, local e horário.

Como recursos foram utilizados: data show com slides (Figura 26), notebook, cartilha (Apêndice D) impressa e o questionário (Figura 5) impresso. Em virtude da pandemia de Covid-19, ainda existente na data supracitada, todos os participantes utilizavam máscaras de proteção, bem como tinham álcool 70% à sua disposição.

O treinamento foi realizado por meio de exposição oral dos slides, bem como apresentação da cartilha. Os participantes foram convidados a participar, tirando dúvidas, gerando questionamentos ou dando sugestões durante a apresentação, desta forma foi aberto um espaço de discussão acerca do método de treinamento. No edifício C, 13 adultos e 1 criança participaram do treinamento, sendo recebidas 13 respostas ao questionário posteriormente. Tais resultados serão apresentados a seguir.

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados da aplicação do questionário pós-treinamento, os quais serão sintetizados pelo Quadro 24. Estes indicam que o treinamento foi considerado como satisfatório pelos participantes, sendo aceitável (Questão 1) e compreensível (Questão 2) em unanimidade. Na Questão 3 os respondentes foram questionados se saberiam se comportar no caso de ocorrer um incêndio no prédio hoje, perfazendo 12 respostas positivas e uma resposta parcial. Quanto à sensação de segurança após o treinamento (Questão 4), 11 pessoas responderam se sentir mais seguras e 2 pessoas responderam que estavam parcialmente mais seguras. Já na quinta questão, foi deixado espaço para os respondentes esclarecerem dúvidas adicionais que não haviam sido solucionadas durante o treinamento, obtendo boa parte (46%) das respostas vazias, outra parte indicando que não possuía dúvidas (38%) e apenas dois respondentes questionando sobre: a utilização de extintores e uma melhora na sinalização das rotas de fuga. Ademais, alguns respondentes também aproveitaram o espaço para agradecer e elogiar o treinamento.

Quadro 24 – Resultados do questionário pós-treinamento aplicado ao edifício C

Questão		Respostas												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Você considera que o treinamento apresentado é aceitável?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2	Você compreendeu o treinamento apresentado?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
3	Se ocorre um incêndio hoje em seu prédio, você saberia como se comportar?	S	S	S	S	S	S	S	S	P	S	S	S	S
4	Você se sente mais seguro após o treinamento?	S	P	S	S	S	P	S	S	S	S	S	S	S
LEGENDA: S – Sim; N – Não; P – Parcialmente														

Fonte: A autora (2022)

É importante referenciar ainda que o treinamento levantou pontos importantes, tais como a necessidade de um planejamento para retirada de pessoas portadoras de deficiências ou condições que impactam a mobilidade (tais como pessoas que utilizam cadeiras de rodas ou estão acamadas), também foi comentado sobre a necessidade de manutenção nas portas corta-fogo do edifício que não estavam funcionando adequadamente. Ainda, o preparo dos vigias e porteiros foi questionado, uma vez que estes profissionais não possuem curso de brigadista (o que está de acordo com a legislação estadual), todavia aponta uma limitação para a utilização do método proposto.

Esta discussão deixou como orientação à edificação:

- i) fazer um levantamento e documentar quais moradores possuem limitações físicas quanto ao uso das escadas – disponibilizando tal documento na portaria do edifício;
- ii) realizar manutenção corretiva e preventiva das portas corta-fogo;
- iii) pessoal da portaria deve realizar curso de brigadista.

Após o treinamento os slides foram compartilhados com o síndico, bem como a cartilha foi disponibilizada por meio digital, sendo sugerida a sua distribuição aos demais ocupantes do edifício (participantes ou não do treinamento).

#### *4.6.4 Comparativo entre as aplicações e considerações gerais*

Devido à pandemia de COVID-19 e a própria disponibilidade dos participantes à época dos treinamentos, foi realizado um treinamento presencial e dois treinamentos virtuais (online). A adesão dos ocupantes ao treinamento presencial foi maior, porém não há como afirmar que somente o modo de realização do treinamento afetou a decisão dos participantes. Os treinamentos foram desenvolvidos de maneira objetiva e participativa, a fim de envolver os participantes e favorecer a sua atenção.

Quanto ao desenvolvimento do treinamento em si não se acredita que a adoção do formato virtual acarretou perdas quanto ao conteúdo ou disponibilização do conhecimento, uma vez que os ocupantes se mostraram participativos e interessados em ambos os formatos. O questionário pós-treinamento alcançou resultados satisfatórios, uma vez que os respondentes apontaram que o treinamento é considerado compreensível e acessível por parte das pessoas presentes.

O desenvolvimento do treinamento online possibilitou ainda que as pessoas o assistissem de forma assíncrona, o que se apresenta como uma vantagem deste formato de apresentação, já que dá liberdade de dia e horário aos participantes. Ao mesmo tempo, a existência do questionário possibilita um campo para sanar possíveis dúvidas.

Quanto ao treinamento presencial, há ainda custos que precisam ser considerados, tais como a disponibilização e utilização do espaço físico em si, bem como a adoção de materiais de consumo como as cartilhas e os questionários impressos. Diante do exposto e, considerando o atual cenário de pandemia, se acredita que o treinamento virtual deva ser priorizado, sem prejuízos ao aprendizado e à participação dos ocupantes.

Foi possível vislumbrar ainda que cada edificação apresentou especificidades, tais como o fato de que nas edificações A e B a equipe de portaria e vigilância possuía treinamento prévio em brigada de incêndio (o que é uma premissa para a aplicação do método de treinamento desenvolvido nesta tese) e que atende à normativas estaduais. Já os funcionários do edifício C não possuem tal treinamento, mas foi demonstrado que a administração do edifício entende a sua importância e, possivelmente irá implementá-lo, mesmo não se tratando de uma exigência normativa estadual.

Apesar das distinções, entende-se que a cartilha e os conteúdos do treinamento por grupo são elementos generalizáveis e que podem facilmente ser aplicados a outras edificações em outras localidades do Brasil e do mundo, realizando adaptações, desde que seja necessário.

#### 4.6.5 *Replicação do método de treinamento*

De posse do método desenvolvido, este item tem por objetivo possibilitar a replicação dele, através de um roteiro objetivo que será apresentado nas etapas a seguir. É importante ressaltar que as simulações utilizando o software Pathfinder® desenvolvidas nesta pesquisa para os edifícios A, B e C nem sempre poderão ser realizadas para outras edificações, o que não inviabiliza o uso do método, pelo contrário, as conclusões obtidas são replicáveis a outras edificações e realidades, sendo elas, principalmente:

- não utilizar elevadores convencionais em caso de incêndio (somente o elevador de emergência pode ser adotado nestas situações);
- reduzir o tempo de pré-movimento a fim de reduzir o tempo total de abandono e evitar a ação dos ocupantes quando o incêndio já tiver tomado maiores proporções (supõe-se que este objetivo seja fomentado através do treinamento);
- a distância de movimentação dos ocupantes deve ser reduzida a fim de reduzir o tempo total de abandono (para o desenvolvimento de novos edifícios, sugere-se que sejam observadas as distâncias a serem percorridas pelos ocupantes; fatores como a altura do edifício e a existência de apenas uma escada em cada pavimento impactam seriamente a saída das pessoas em caso de emergência).

Como alternativa à simulação computacional pode também ser realizada uma simulação real de abandono com os ocupantes das edificações. Faz-se indispensável ressaltar ainda que o método tem como premissas a formação de brigadista por parte dos porteiros e vigias; o correto funcionamento dos elementos de segurança e combate ao incêndio e a escuta do alarme de incêndio – uma vez acionado – por todos os ocupantes.

Diante do exposto, o passo a passo de replicação do método considera uma realidade onde **não** será possível o desenvolvimento de uma simulação específica, sendo constituído pelas oito etapas a seguir:

- 1) Realizar curso formal de brigadista com porteiros e vigias;
- 2) Levantar os elementos de segurança e combate ao incêndio presentes na edificação: fotografar estes elementos para apresentá-los aos participantes do treinamento;
- 3) Elaborar planta da rota de fuga e disponibilizar em locais distintos da edificação e acessíveis visualmente: o intuito desta planta é direcionar as pessoas às saídas de emergência que, neste caso, se dá através das escadas;

- 4) Elaborar planta de ponto de encontro: o ponto de encontro deve ser um local seguro, fora da edificação, aonde as pessoas devem chegar e permanecer a fim de facilitar o trabalho do CBM;
- 5) Adaptar os slides apresentados no Apêndice F utilizando as fotografias levantadas no item 2;
- 6) Realizar o treinamento com o maior número possível de ocupantes das edificações (administração, porteiros e vigias, moradores, demais funcionários e visitantes), apresentando-lhes: vídeo da simulação (se possível), fluxograma de procedimento, rota de fuga, ponto de encontro, cartilha orientativa;
- 7) Aplicar o questionário pós-treinamento, a fim de avaliá-lo;
- 8) Disponibilizar a cartilha orientativa e as plantas de rota de fuga e ponto de encontro aos ocupantes da edificação.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve principal resultado o desenvolvimento de um método de treinamento para capacitar os ocupantes de edifícios residenciais altos a agir em caso de incêndio. Espera-se que tal método venha preencher uma lacuna do conhecimento existente, no que diz respeito ao preparo dos ocupantes de edifícios residenciais altos para agir em caso de incêndio. Para tanto, foram utilizadas premissas teóricas e a simulação computacional de situações reais de abandono das edificações residenciais altas. Assim sendo, o método em questão responde à questão de pesquisa: “Como treinar os ocupantes de edifícios residenciais altos para agir em caso de incêndio?”.

Ao mesmo tempo, o método em questão se apresenta como uma contribuição para a cultura de prevenção contra incêndios no Brasil e no mundo – assim sendo, possui, além de uma contribuição acadêmica, uma retribuição ao nível social.

A pesquisa alcançou os objetivos através da proposição do método de treinamento, devidamente validado pelos órgãos estaduais brasileiros responsáveis pelo enfrentamento e combate ao incêndio, o Corpo de Bombeiros Militar e se apresenta com a devida relevância, uma vez que não foram identificados na literatura estudos congêneres. Já os objetivos específicos do trabalho foram atendidos, respectivamente, nos capítulos 2 e 3 (a realizar o embasamento teórico do método), 4 (ao simular situações reais de abandono de área em caso de incêndio) e 6 (desenvolver e validar o método de treinamento).

A revisão de literatura indicou que, apesar de existirem estudos voltados ao comportamento humano em caso de incêndio, a questão do treinamento em si trazia à tona uma lacuna do conhecimento. Ao mesmo tempo, a existência de incêndios de grande repercussão em todo o mundo deixa claro que se precisa avançar na constituição de uma cultura prevencionista, o que pode evitar que novos incidentes ocorram ou que possam preparar as pessoas para agir em caso de necessidade.

O desenvolvimento desta pesquisa deixou claro que, apesar de as edificações seguirem as normas e instruções estaduais, deixam aquém – muitas vezes – as responsabilidades civis de síndicos, administradores, porteiros e dos próprios moradores a não se prepararem adequadamente para agir em caso de incêndio. Tal cenário apresenta uma discrepância das próprias normativas brasileiras e deixa espaço para melhoria e atualização, reforçando mais uma vez a relevância deste trabalho, uma vez que se propõe um método disruptivo e que está a frente das normativas praticadas atualmente.

Após o desenvolvimento e validação do método, foi desenvolvida uma fase de aplicação, que alcançou duas das três edificações estudadas e adotou os formatos online e presencial. Foi possível verificar que a aplicação do método não modificou o mesmo, porém trouxe à vista algumas informações consideradas indispensáveis para sua aplicação, tais como a necessidade de formação de brigadista por parte dos vigias ou porteiros; a previsão de procedimento a adotar com ocupantes que possuam limitações físicas incapacitantes (sobretudo pessoas acamadas) e o procedimento a ser adotado em caso da impossibilidade de adotar o sistema de 3 alarmes ou até mesmo em caso de falha do alarme. Tais considerações constituem premissas importantes para a aplicação exitosa do método de treinamento proposto neste trabalho.

É preciso ressaltar ainda que durante o desenvolvimento do trabalho foram identificados entraves relativos à pandemia de COVID-19, principalmente relativos à visita às edificações e trabalhos presenciais junto aos administradores ou ocupantes, fato este que demandou as devidas adaptações.

Ademais espera-se que as normativas estaduais possam futuramente, na medida do possível, serem uniformizadas no Brasil, a fim de facilitar o desenvolvimento da área de prevenção contra incêndios nacionalmente. Também se espera que o treinamento e a capacitação de ocupantes de edificações (residenciais ou não) possa ser exigido por essas normativas, a fim de alastrar a cultura prevencionista e, possivelmente, evitar novas tragédias.

Como sugestão para trabalhos futuros espera-se que o método proposto possa ser empregado em outras edificações, com e sem a adoção da simulação, a fim de verificar os resultados. Também seria de importante valia orientar os ocupantes das edificações acerca do funcionamento geral de sistemas dos apartamentos, tais como a instalação de gás e funcionamento de quadros elétricos – conhecer tais sistemas tornaria mais rápida a ação em caso de necessidade de desligamento, por exemplo, ou até mesmo a ação de desligar estes sistemas em caso de desuso prolongado, como em viagens.

Espera-se também que as normativas estaduais sejam desenvolvidas e uniformizadas no Brasil, a fim de facilitar a aplicação do método através, inicialmente, da exigência do curso de brigadista para porteiros e vigias que atuem em edifícios residenciais altos. Se faz necessário também um estudo acerca de como implementar e difundir a cultura prevencionista na realidade das edificações residenciais altas, uma vez que se entende que a tese em questão faz jus a um trabalho incipiente, em um campo que ainda requer enormes avanços.

## REFERÊNCIAS

- AAKER, David A. *et al.* **Marketing Research**. 11 th ed. Hoboken, NJ: [s. n.], 2013. *E-book*.
- AHIAGA-DAGBUI, Dominic D. *et al.* Building high-performing and integrated project teams. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 27, n. 10, p. 3341–3361, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0186>
- AHRENS, Marty; EVARTS, Ben. **Fire Loss in the United States During 2019** National Fire Protection Association. [S. l.: s. n.].
- AMEYAW, Effah Ernest. **Risk allocation in public-private partnership water supply projects in Ghana**. 2015. - The Hong Kong Polytechnic University, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1031148>
- AMOR, H. B.; MURRAY, J.; OBST, O. Fast, Neat and Under Control: inverse steering behaviors for physical autonomous agents. In: RABIN, S. *Ai Game Programming Wisdom 3*. Charles River Media Publisher, 2006.
- BENNETTS, I. D.; THOMAS, I. R. Designing buildings for fire safety: a risk perspective. **Progress in Structural Engineering and Materials**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 224–240, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pse.117>
- BORGES, Guilherme de Oliveira. **SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO UTILIZANDO O SOFTWARE FIRE DYNAMICS SIMULATOR**. 2018. - Centro Universitário de Brasília, [s. l.], 2018.
- BRASIL. Lei no. 13.709, de 15 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 59, 15 ago. 2018.
- BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 jan. 2002.
- BROWN, Thomas M.; MILLER, Charles E. Communication networks in task-performing groups: Effects of task complexity, time pressure, and interpersonal dominance. **Small Group Research**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 131–157, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/104649640003100201>
- BURSTEDDE, C. *et al.* Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton . *Physica A two-dimensional cellular automaton*. **Physica A**, [S. l.], v. 295, n. February, p. 507–525, 2016.
- CALDAS, RB *et al.* Simulação Computacional do Comportamento de um Incêndio Real em um Apartamento de Edificação Popular. **Cep**, [S. l.], 2010. Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/simmec2010/pagina/simcomp/SIC-05.pdf>
- CHEN, Timothy Bo Yuan *et al.* Fire risk assessment of combustible exterior cladding using a collective numerical database. **Fire**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fire2010011>
- CHEUNG, Esther. **Developing a best practice framework for implementing PPP in Hong Kong**. 2009. - Queensland University of Technology, [s. l.], 2009.

CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÕES. Ministério do Trabalho. Brasília, DF. Disponível em: <<http://cbo.maisemprego.mte.gov.br/cbosite/pages/home.jsf>>. Acesso em abril 2021.

CORDEIRO, Elisabete *et al.* Human Behavior under Fire Situations – A case–study in the Portuguese Society. **ADVANCED RESEARCH WORKSHOP: Evacuation and Human Behavior in Emergency Situations**, [S. l.], n. October, p. 63–80, 2011.

CORRÊA, C. *et al.* Mapeamento de Incêndios em Edificações: Um Estudo de Caso na Cidade do Recife. **Revista de Engenharia Civil IMED**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 15–34, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18256/2358-6508/rec-imed.v2n3p15-34>

CORRÊA, Cristiano; SILVA, José Jéferson Rêgo; PIRES, Tiago Ancelmo. Mortes em incêndios em edificações: uma análise da cidade de Recife no ano de 2011. **Interações (Campo Grande)**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 69, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v18i4.1116>

CRESWELL, Jonh W. **Projeto de pesquisa - Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3 ed ed. Porto Alegre: [s. n.], 2010. *E-book*. Disponível em: <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, p. 297-334, 1951.

CUNHA, Murilo Bastos da. Um museu em chamas: o caso do Museu Nacional do Rio de Janeiro. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/rici.v12.n1.2019.19354>

DARKO, Amos. **Adoption of Green Building Technologies in Ghana: Development of a Model of Green Building Technologies and Issues Influencing Their Adoption**. 2019. - The Hong Kong Polytechnic University, [s. l.], 2019.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design Science**. Porto Alegre: Bookman, 2015. *E-book*.

FAHY, R. F.; PROULX, G. Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modelling. **2nd International Symposium in Human Behaviour in Fire**, [S. l.], n. March, p. 175–183, 2001.

FAHY, R. F.; PROULX, G. “Panic” and human behaviour in fire. *In*: 2009, **Proceedings of the 4th International Symposium on Human Behaviour in Fire**. [S. l.: s. n.] p. 387–398. Disponível em: [http://www.survivorsnet.org/research/WTC Study at Fire Symposium 2009.pdf](http://www.survivorsnet.org/research/WTC%20Study%20at%20Fire%20Symposium%202009.pdf)

FALAGAS, Matthew E. *et al.* Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB Journal**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 338–342, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492sf>

FIORAVANTI, Carlos. A provável origem das chamas. **Revista Pesquisa Fapesp**, [S. l.], n. 279, p. 2018, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-provavel-origem-das-chamas/>

FRITZ, Charles E.; MARKS, Eli S. The NORC Studies of Human Behavior in Disaster. **Journal of Social Issues**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 26–41, 1954. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1954.tb01996.x>

GALEA, Edwin R. *et al.* Investigating the impact of culture on evacuation behavior. *In:* 2015, London. **Proceedings 6th Int Symp 2015**. London: [s. n.], 2015. p. 351–360. Disponível em: <https://doi.org/10.3801/IAFSS.FSS.10-709>

GERGES, Michael *et al.* Human behaviour under fire situations in high-rise residential building. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 90–106, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-09-2016-0022>

GORSE, Christopher; STURGES, John. Not what anyone wanted: Observations on regulations, standards, quality and experience in the wake of Grenfell. **Construction Research and Innovation**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 72–75, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20450249.2017.1368260>

GWYNNE, S. M. V. *et al.* Enhancing egress drills: Preparation and assessment of evacuee performance. **Fire and Materials**, [S. l.], v. 43, p. 613–631, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fam.2448>

HAILWOOD, Mark. Learning from accidents - reporting is not enough. **Chemical Engineering Transactions**, [S. l.], v. 48, p. 709–714, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3303/CET1648119>

HAN, Zhuyang *et al.* Investigation on an integrated evacuation route planning method based on real-time data acquisition for high-rise building fire. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 782–795, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TITS.2012.2237398>

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W.C. *Análise Multivariada de Dados*. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAYES, Jan. Disaster incubation: Grenfell Tower's unnecessary lessons. **Construction Research and Innovation**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 76–79, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/20450249.2017.1367559>

HELBING, Dirk; FARKAS, Illés; VICSEK, Tamás. Simulating dynamical features of escape panic. **Nature**, [S. l.], v. 407, n. 4, p. 297–311, 2000. Disponível em: <http://angel.elte.hu/pedsim/pdf/panic.pdf>

HELENE, Paulo. **Edifício Wilton Paes de Almeida - Parecer técnico PhD 324/2019**. São Paulo: [s. n.], 2019.

HU, Yi *et al.* Developing a Program Organization Performance Index for Delivering Construction Megaprojects in China: Fuzzy Synthetic Evaluation Analysis. **Journal of Management in Engineering**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 05016007, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000432](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000432)

HURLEY, Morgan J. **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**. Fifth Edit ed. [S. l.]: Springer, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). CENSO DEMOGRÁFICO. Tabela 3508 – Domicílios particulares permanentes, por densidade de moradores por dormitório, segundo o tipo de domicílio, a condição de ocupação do domicílio, a existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário, a existência de água canalizada e forma de abastecimento de água e a existência de energia elétrica. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3508>>. Acesso em 15 jul. 2021.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em: <  
[https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm\\_source=portal&utm\\_medium=popclock&utm\\_campaign=novo\\_popclock](https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock)>. Acesso em 15 jul. 2021.
- IGLESIAS-MENDOZA, Maria *et al.* Learning how to learn from disasters through a comparative dichotomy analysis: Grenfell tower and hurricane katrina case studies. **Sustainability (Switzerland)**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 1–18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13042030>
- IGLESIAS, Maria Fernández-Vigil. **Seguridad contra incendios en viviendas de personas mayores en España Caracterización del problema y propuesta de soluciones**. 2020. - Universidad de Navarra, [s. l.], 2020.
- JONES, B. K.; HEWITT, J. Ann. Leadership and Group Formation in High-Rise Building Evacuations. [S. l.], p. 513–522, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.3801/iafss.fss.1-513>
- KASANEN, Eero; LUKKA, Kari; SIITONEN, Arto. The constructive approach in management accounting research. **Journal of Management Accounting Research**, [S. l.], p. 243–264, 1993.
- KOBES, Margrethe *et al.* Building safety and human behaviour in fire: A literature review. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 1–11, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.08.005>
- KULIGOWSKI, Erica. Human Behavior in Fire. In: HURLEY, Morgan J. (org.). **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**. Fifth Edition. Greenbelt: Springer, 2016. p. 2070 - 2114.
- KULIGOWSKI, Erica. Predicting Human Behavior During Fires. **Fire Technology**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 101–120, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10694-011-0245-6>
- KULIGOWSKI, Erica D. **Terror Defeated: Occupant Sensemaking, Decision-Making and Protective Action in The 2001 World Trade Center Disaster**. 2011. - University of Colorado, [s. l.], 2011.
- KULIGOWSKI, Erica D.; PEACOCK, Richard D. **A Review of Building Evacuation Models - Technical Note 1471** National Institute of Standards and Technology. Washington: [s. n.], 2005.
- KULIGOWSKI, Erica D.; PEACOCK, Richard D.; HOSKINS, Bryan L. **Technical Note 1680 - A Review of Building Evacuation Models** NIST Technical Note 1680. [S. l.: s. n.].
- LACERDA, Daniel Pacheco *et al.* Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- LATANÉ, Bibb; DARLEY, John M. Group inhibition of bystander intervention in emergencies. **Journal of Personality and Social Psychology**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 215–221, 1968.
- LIN, Jing *et al.* How occupants respond to building emergencies: A systematic review of behavioral characteristics and behavioral theories. **Safety Science**, [S. l.], v. 122, n. October 2019, p. 104540, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104540>
- LINDEL, Michael K.; PERRY, Ronald W. **Communicating Environmental Risk in**

**Multiethnic Communities Thousand Oaks.** California: Sage Publications, 2004. *E-book*.

LIU, Yixue; ZHANG, Zetian; MAO, Zhanli. Analysis of influencing factors in pre-evacuation time using Interpretive Structural Modeling. **Safety Science**, [S. l.], v. 128, n. March, p. 104785, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104785>

LO, S. M. *et al.* An artificial neural-network based predictive model for pre-evacuation human response in domestic building fire. **Fire Technology**, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 431–449, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10694-008-0064-6>

LOVREGLIO, R. *et al.* A pre-evacuation database for use in egress simulations. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 105, n. May 2018, p. 107–128, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2018.12.009>

LUCKO, Gunnar; ROJAS, Eddy M. Research Validation: Challenges and Opportunities in the Construction Domain. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 136, n. 1, p. 127–135, 2010. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000025](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000025)

MA, J. *et al.* Experimental study on an ultra high-rise building evacuation in China. **Safety Science**, [S. l.], v. 50, n. 8, p. 1665–1674, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.018>

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada.** Bookman ed. Porto Alegre: [s. n.], 2001. *E-book*.

MANSON, NJ. Is operations research really research? **ORiON**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 155–180, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.5784/22-2-40>

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)

MARTINS, Diego de Souza; RODRIGUES, Andréa Carla Lima; BRAGA, George Cajaty Barbosa. Modelagem computacional da dinâmica de evacuação em locais de reunião de público. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 147–164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000300330>

MENDONÇA, Heitor Tadeu Teixeira. **EDIFICAÇÕES CIVIS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DA BOATE KISS E DO EDIFÍCIO JOELMA.** 2014. - Centro Universitário de Formiga, [s. l.], 2014.

MILEFI, Dennis S.; SORENSEN, John H. **Communication of Emergency Public Warnings.** Washington: [s. n.], 1990.

MILETI, Dennis S. **Natural Hazard Warning Systems in the United States: A Research Assessment.** 1975. - The University of Colorado, [s. l.], 1975. Disponível em: <https://nehresearch.nist.gov/static/files/NSF/PB261547.pdf>

MILETI, Dennis S.; DARLINGTON, Joanne Derouen. The Role of Searching in Shaping Reactions to Earthquake Risk Information. **Social Problems**, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 89–103, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/sp.1997.44.1.03x0214f>

MILETI, Dennis S.; FITZPATRICK, Colleen. The Causal Sequence of Risk Communication in the Parkfield Earthquake Prediction Experiment. **Risk Analysis**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 393–400, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1992.tb00691.x>

MILETI, Dennis S.; GAILUS, Julie L. in the United States : Disasters By Design Revisited. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, [S. l.], v. 1999, p. 491–504, 2005.

MONTENEGRO, Mariana Lima Oliveira. **Análise de desempenho das saídas de emergência por meio de simulações computacionais: o caso de projetos de edifícios universitários**. 2016. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [s. l.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21567>

(MPRJ), Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. **Inquérito Policial - Centro de Treinamento George Helal**. [S. l.: s. n.].

NELSON, H.E., MOWRER, F.W., 2002. Emergency movement. In: DiNunno, P.J. (Ed.), *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. The National Fire Protection Association, Quincy, USA.

NILSSON, Daniel. **Exit choice in fire emergencies - Influencing choice of exit with flashing lights**. 2009. - Lund University, [s. l.], 2009.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 1620: Recommended Practice for Pre-incident Plan-ning. Quincy: NFPA, 2015.

OKAZAKI, Shigeyuki; MATSUSHITA, Satoshi. A study of simulation model for pedestrian movement. **First International Conference on Engineering for Crowd Safety**, [S. l.], n. 1, p. 271–280, 1993.

OSEI-KYEI, Robert; CHAN, Albert P. C. A best practice framework for public-private partnership implementation for construction projects in developing countries: A case of Ghana. **Benchmarking: An International Journal**, [S. l.], v. 25, n. 8, p. 2806–2827, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0105>

PAULS, Jake. Personal perspective on research, consulting and codes/standards development in fire-related human behaviour, 1969-1999, with an emphasis on space and time factors. **Fire and Materials**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 265–272, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1018\(199911/12\)23:6<265::AID-FAM698>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<265::AID-FAM698>3.0.CO;2-O)

**PARÁ. Decreto 2230 de 5 de novembro de 2018 - Institui o regulamento de segurança contra incêndio e emergências das edificações e áreas de risco e dá outras providências**. . Brasil, Pará, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

PEACOCK, R. D. *et al.* Movement on Stairs During Building Evacuations. **Fire Technology**, [S. l.], v. 53, n. 2, p. 845–871, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10694-016-0603-5>

POLÍCIA REGIONAL, 3 Delegacia de. **Delegacia de Polícia Civil - Relatório Final Boate Kiss**. Santa Maria: [s. n.], 2013.

PROULX, G. Occupant behaviour and evacuation. **Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium**, [S. l.], p. 219–232, 2001 a. Disponível em: <http://www.nrc.ca/irc/ircpubs>

PROULX, G. Occupant behaviour and evacuation. *In*: 2001b, **Proceedings of the 9th International Fire Protection Symposium**. [S. l.: s. n.] p. 219–232.

PROULX, G. *et al.* HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE PAPERS A Compendium of Research Papers. **Proceedings of the 4th International Symposium on Human Behaviour in Fire**,

[S. l.], v. 44, n. 0, p. 219–232, 2001. Disponível em:

[http://www.survivorsnet.org/research/WTC Study at Fire Symposium 2009.pdf](http://www.survivorsnet.org/research/WTC%20Study%20at%20Fire%20Symposium%202009.pdf)

PROULX, G. Evacuation from a single family house. *In: 2009, Proceedings of the 4th international symposium on human behavior in fire.* [S. l.: s. n.] p. 255–266. Disponível em: <http://archive.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc51385.pdf>

PROULX, G. .. *et al.* **Housing Evacuation of Mixed Abilities Occupants in Highrise Buildings.** [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://doi.org/10.4224/20375582>.

PROULX, Guylène. Evacuation time and movement in apartment buildings. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 229–246, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0379-7112\(95\)00023-M](https://doi.org/10.1016/0379-7112(95)00023-M)

PROULX, Guylène. Occupant response during a residential highrise fire. **Fire and Materials**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 317–323, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1018\(199911/12\)23:6<317::AID-FAM705>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<317::AID-FAM705>3.0.CO;2-Z)

REYNOLD, C. W. Steering Behaviors For Autonomous Characters. *In: PROCEEDINGS of the Game Developers Conference, 1999.* Miller Freeman Game Group, San Francisco, 1999.

Rio de Janeiro, 1997. BRASIL. **NR-23** – Proteção contra Incêndio. Aprovada pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, alterada pela Portaria n.º 221, de 6 de maio de 2011

RONCHI, E. *et al.* Human behaviour in road tunnel fires: Comparison between egress models (FDS+Evac, Steps, Pathfinder). **twelfth international Interflam Conference, Interflam 2010**, [S. l.], n. JANUARY, p. 837–848, 2010.

RUNEFORS, Marcus; JOHANSSON, Nils; VAN HEES, Patrick. How could the fire fatalities have been prevented? An analysis of 144 cases during 2011-2014 in Sweden: An analysis. **Journal of Fire Sciences**, [S. l.], v. 34, n. 6, p. 515–527, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734904116667962>

RÜPPEL, Uwe; SCHATZ, Kristian. Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations. **Advanced Engineering Informatics**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 600–611, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.08.001>

RUSCHEL, Fernanda. **Avaliação Da Utilização De Ferramentas De Simulação Computacional Para Reconstituição De Incêndios Em Edificações De Concreto Armado: Aplicação Ao Caso Shopping Total Em Porto Alegre-Rs.** 2011. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2011.

SÁ, Roberta Tabacznski. **Simulação numérica de incêndios em edificações.** 2018. - Universidade Federal de Pernambuco, [s. l.], 2018.

SANTOS, Gabriel; AGUIRRE, Benigno E. A critical review of emergency simulation models. *In: 2018, Journal of Chemical Information and Modeling.* [S. l.: s. n.] p. 1689–1699.

SARGENT, Robert G. Validation and verification of simulation models. *In: 1999, New York. Proceedings - Winter Simulation Conference.* New York: P. A. Farrington, H. B. Nembhard, D. T. Sturrock, and G. W. Evans, 1999. p. 39–48. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/167293.167311>

SCHLESINGER, et al. 1979. Terminology for Model Credibility, *Simulation*, 32, 3,, pp. 103–104.

SEKIZAWA, A. *et al.* Occupants' behaviour in response to the high-rise apartments fire in Hiroshima City. **Fire and Materials**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 297–303, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1018\(199911/12\)23:6<297::AID-FAM702>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1018(199911/12)23:6<297::AID-FAM702>3.0.CO;2-2)

SHEEBA, Angel A.; JAYAPARVATHY, R. Performance modeling of an intelligent emergency evacuation system in buildings on accidental fire occurrence. **Safety Science**, [S. l.], v. 112, n. November 2018, p. 196–205, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.10.027>

SHIELDS, T. J.; BOYCE, K. E.; MCCONNELL, N. The behaviour and evacuation experiences of WTC 9/11 evacuees with self-designated mobility impairments. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 44, n. 6, p. 881–893, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.04.004>

SHIELDS, T. J.; PROULX, G. The science of human behaviour: Past research endeavours, current developments and fashioning a research agenda. **Fire Safety Science**, [S. l.], p. 95–114, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.3801/iafss.fss.6-95>

SILVA, Daniel Paulo de Andrade. **Sinalização de emergência: parâmetros de visibilidade e aprimoramento do processo de projeto**. 2019. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [s. l.], 2019.

SIMON, Herbert A. **The Sciences of the Artificial**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3102825>

SONG, Weiguo *et al.* Simulation of evacuation processes using a multi-grid model for pedestrian dynamics. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [S. l.], v. 363, n. 2, p. 492–500, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2005.08.036>

STANITSAS, Marios; KIRYTOPOULOS, Konstantinos; LEOPOULOS, Vrassidas. Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 279, p. 123774, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123774>

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**. v. 80, p. 217-222. 2003.

SUVAR, Marius Cornel *et al.* Analysis of Human Behavior and Evacuation in Building Fires Using Computer Evacuation Models. **Environmental Engineering and Management Journal**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 921–928, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.30638/eemj.2019.089>

SYNEK, Stefan; KOENIGSTORFER, Joerg. Exploring adoption determinants of tax-subsidized company-leasing bicycles from the perspective of German employers and employees. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S. l.], v. 117, n. March, p. 238–260, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.011>

TAN, Samson *et al.* Incorporation of technical, human and organizational risks in a dynamic probabilistic fire risk model for high-rise residential buildings. **Fire and Materials**, [S. l.], n. March, p. 1–32, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fam.2872>

TANG, Fangqin; REN, Aizhu. GIS-based 3D evacuation simulation for indoor fire. **Building and Environment**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 193–202, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.09.021>

TAVARES, Rodrigo Machado. An analysis of the fire safety codes in Brazil: Is the performance-based approach the best practice? **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 44, n. 5, p. 749–755, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.03.005>

THOMPSON, Owain F.; GALEA, Edwin R.; HULSE, Lynn M. A review of the literature on human behaviour in dwelling fires. **Safety Science**, [S. l.], v. 109, n. June, p. 303–312, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.016>

THOMPSON, Owain F.; WALES, David. A qualitative study of experiences, actions and motivations during accidental dwelling fires Owain. **Fire and Materials**, [S. l.], v. 39, p. 453–465, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fam.2248>

TREMBLAY, Monica Chiarini; HEVNER, Alan R.; BERNDT, Donald J. Focus Groups for Artifact Refinement and Evaluation in Design Research. **Communications of the Association for Information Systems**, [S. l.], v. 26, p. 22, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.17705/1cais.02627>

VALENTIN, Marcos Vargas. **Saídas De Emergência Em Edifícios Escolares**. 2008. - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2008.

VENART, J. E. S. Flixborough: A final footnote. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, [S. l.], v. 20, n. 4–6, p. 621–643, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2007.05.009>

VENEZIA, Adriana; ONO, Rosaria. Parâmetros para qualidade do projeto arquitetônico sob o aspecto da segurança contra incêndio. In: 2014, **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. [S. l.: s. n.] p. 2061–2070. Disponível em: <https://doi.org/10.17012/entac2014.339>

WANG, Fuliang; LU, Shouxiang; LI, Changhai. Analysis of fire statistics of China: Fire frequency and fatalities in fires. In: 2005, **Fire Safety Science - Proceedings of the eighth international symposium**. [S. l.: s. n.] p. 353–362. Disponível em: <https://doi.org/10.3801/IAFSS.FSS.8-353>

WANG, Yingli *et al.* Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? **International Journal of Production Economics**, [S. l.], v. 211, n. February, p. 221–236, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>

WASIM, Muhammad; HUSSAIN, Raja Rizwan. Three-dimensional computer-aided finite element method retrofitting modeling and non-destructive testing techniques for the assessment of actual existing high-rise fire-damaged reinforced concrete building. **The Structural Design of Tall and Special Buildings**, [S. l.], v. 22, p. 927–940, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tal>

WHITE, Nathan *et al.* Fire hazards of exterior wall assemblies containing combustible components. **MATEC Web of Conferences**, [S. l.], v. 9, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20130902005>

WHITTLE, Colin *et al.* User decision-making in transitions to electrified, autonomous, shared or reduced mobility. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [S. l.], v. 71, n. December 2018, p. 302–319, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.12.014>

WU, Huanyu *et al.* Construction and demolition waste research: a bibliometric analysis. **Architectural Science Review**, [S. l.], v. 62, n. 4, p. 354–365, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1564646>

XIE, Wei *et al.* Evacuation performance of individuals and social groups under different visibility conditions: Experiments and surveys. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S. l.], v. 47, n. October 2019, p. 101527, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101527>

YANG, Lizhong; FANG, Weifeng; FAN, Weicheng. Modeling occupant evacuation using cellular automata - Effect of human behavior and building characteristics on evacuation. **Journal of Fire Sciences**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 227–240, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0734904103021003004>

YEUNG FAI YIP, John. **Developing a Partnering Performance Index (PPI) for Construction Projects - A Fuzzy Set Theory Approach**. 2007. - The Hong Kong Polytechnic University, [s. l.], 2007.

YU, M.; ZHU, T.; DONALDSON, S. Effects of Time Pressure on Behavioural Decision Making in Natural Disasters: Based on an Online Experimental System. **Journal of Geography & Natural Disasters**, [S. l.], v. 08, n. 01, p. 1–11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2167-0587.1000220>

ZHANG, Jun; SONG, Weiguo; XU, Xuan. Experiment and multi-grid modeling of evacuation from a classroom. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [S. l.], v. 387, n. 23, p. 5901–5909, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.06.030>

ZHANG, Xia; LI, Xiao; HADJISOPHOCLEOUS, George. A probabilistic occupant response model for fire emergencies. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 68, p. 41–51, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2014.05.017>

ZHENG, Xiaoping; ZHONG, Tingkuan; LIU, Mengting. Modeling crowd evacuation of a building based on seven methodological approaches. **Building and Environment**, [S. l.], v. 44, n. 3, p. 437–445, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.04.002>

ZHU, Kong Jin; SHI, Qin. Experimental Study on Choice Behavior of Pedestrians during Building Evacuation. **Procedia Engineering**, [S. l.], v. 135, p. 207–216, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.110>

## APÊNDICE A – PROCESSO DETALHADO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)

No Portal de Periódicos da Capes foi pesquisado inicialmente o termo “incêndio”, filtrando o tipo de recurso como somente artigos de Periódicos revisados por pares, nos últimos 5 anos e no idioma português. Esta busca resultou em 160 artigos, os quais tiveram títulos lidos a fim de identificar uma maior relação com a temática desejada. Deste número, 70% não tinham aderência ao tema desta pesquisa, apesar de terem em seu título, resumo ou palavras-chave o termo “incêndio”, 18% não estavam em português – apesar do filtro inserido inicialmente – e foram excluídos da análise. Somente 2,5% dos artigos tinham aderência ao tema da pesquisa; suas palavras-chave relacionadas a incêndio foram: Segurança contra incêndio (o termo mais comum); Mapa de distâncias; *National Fire Protection Association* (NFPA); Incêndio; Incêndios criminosos; Materiais de proteção à incêndio.

Na Plataforma Sucupira foram buscados periódicos que possuísem o termo “incêndio” em seu título, não sendo encontrado nenhum resultado. Foi realizada então a pesquisa pelo termo em inglês “fire”, que resultou na listagem de 4 periódicos: *Fire and Materials*; *Fire Safety Journal*; *Journal of fire protection engineering* e *Fire Science Reviews*. Os periódicos supracitados estão indexados, respectivamente, nas bases: *Wiley Online Library*; *Science Direct*; *Gale Academic OneFile*; *Springer*.

Na Revista Ambiente Construído, indexada no Scielo, foram encontrados 15 artigos relacionados à incêndios, entre 2009 e 2020, utilizando somente o termo “incêndio” como critério de busca. Destes, 9 pesquisas são referentes à análise de materiais em situação de incêndio. Os demais trabalhos são relacionados à simulação e automatização (3); projeto (2); normatização (1). A busca pelo termo em inglês, no mesmo periódico, retornou mais 2 trabalhos, 1 deles relativo a projeto e o outro relativo à análise de materiais em situação de incêndio, sendo essa a temática com maior número de publicações. As palavras-chave foram listadas: Fire, Gretener, Segurança contra incêndio; Incêndio em compartimento; Resistência ao fogo; Abandono de edifícios; Normas de saídas de emergência.

Foram identificados então quatro grupos de termos a serem utilizados na busca: Incêndio; Edificações; Comportamento Humano e Modelagem, os quais viriam a responder à questão de pesquisa da RSL: **Como é realizada a modelagem do comportamento humano em situações de incêndio em edificações?**

Após a construção dos termos de partida, foram realizadas buscas através de Tesouros, isto é, vocabulários controlados para a estruturação de uma estratégia de busca eficaz (CÁSSIO; ARAÚJO, 2020), na plataforma Engineering Village/Compendex – banco de dados amplamente utilizado na área das Engenharias – a fim de ampliar a busca com sinônimos utilizados nesta área de pesquisa. O idioma inglês foi adotado para o termo de busca, devido a sua abrangência em publicações mundiais. Desta forma, o termo de busca, denominado comumente de *string* de pesquisa, foi elaborado utilizando o operador booleano AND entre os grupos e OR entre os sinônimos de cada grupo, o que resultou na seguinte expressão:

(Fire OR Fires OR “Fire protection” OR “Fire resistance” OR Smoke OR “Fire alarm systems” OR “Fire control systems” OR “Fire detectors” OR “Fire extinguishers” OR “Fire Fighting” OR “Fire hazards” OR “Fire houses” OR “Fire insurance” OR “Fire injury” OR “Fire fatality” OR “Dwelling fire” OR “Fire mortality” OR “Fire incidence” OR “Fire safety”) AND (Building OR Buildings OR Construction OR “Building Evacuation” OR “Building Emergency”) AND (“Human behavior” OR “Human engineering” OR “Human reaction time” OR “Human resources”) AND (Modeling OR “3D modeling” OR “Three dimensional computer graphics” OR “Numerical modeling” OR “Unified modeling language” OR “Computer aided software engineering” OR “Computer graphics” OR “Computer Science” OR “Computer simulation” OR “Formal specification” OR “Formal verification” OR “Models” OR “Numerical models” OR “Interactive computer graphics” OR “Object oriented programming” OR “Rapid prototyping” OR “Simulation platform” OR “Software engineering” OR “Systems engineering”).

Utilizando como parâmetro a análise de bases que indexam artigos da área de conhecimento desta pesquisa (Engenharias I), bem como as bases nas quais foram indexados os artigos da busca exploratória inicial, foram determinadas as bases de busca a serem utilizadas inicialmente, sendo elas: Web of Science (WoS), Proquest, Scopus, Taylor&Francis, Wiley Online Library, Science Direct, Gale Academic OneFile, Springer, Scielo. O termo de busca foi então empregado em cada base de dados, e ajustado caso fosse necessário e a base apresentasse uma linguagem diferenciada, todavia, alguns problemas foram detectados e optou-se por excluir algumas das bases em questão.

A Scielo apresentou diversos problemas para interpretação do termo de busca, ao mesmo tempo, a base informa que os artigos também são indexados na WoS, assim sendo, optou-se por permanecer apenas com a WoS e excluir a Scielo do estudo, entendendo que não haveria prejuízo. A Science Direct possui uma plataforma que só admite 8 conectores, o que

inviabiliza a utilização do termo construído, até mesmo de forma resumida e foi excluída do estudo. A Springer apresentou problemas para extração dos artigos buscados, o que impossibilitou a utilização de seus resultados e resultou na exclusão desta base. A Gale Academic OneFile apresentou problemas durante a busca e, apesar de diversas tentativas de adequação, o resultado não foi satisfatório e a base acabou por ser excluída. Deste modo, restaram 5 bases de busca, as quais foram efetivamente utilizadas nesta RSL: Web of Science, Proquest, Scopus, Taylor&Francis, Wiley Online Library.

É importante ressaltar que Falagas *et al.*, (2008) e Wu *et al.*, (2019) citam Scopus e WoS como bases de cobertura abrangente na área de conhecimento desta pesquisa – bem como em outras áreas do conhecimento –, fato este que permitiu a Wu *et al.*, (2019) utilizarem somente a WoS como base de busca, adotando um termo de busca em inglês e que utilizava operadores booleanos, estratégia também adotada por esta pesquisa. Por fim, destaca-se que o Google Scholar, apesar de ser uma plataforma gratuita e amplamente utilizada para recuperação de informação, foi excluída deste trabalho, dadas as inconsistências apresentadas em sua pesquisa, o que já era comentado por Falagas *et al.*, (2008).

Finalizada a etapa de busca e importação dos artigos, passou-se a etapa de seleção deles. Para tanto, foram definidos critérios de exclusão dos artigos, sendo eles: (a) Ser artigo de revisão; (b) Artigos de congressos; (c) Artigos incompletos; (d) Configurar-se como editoriais, resumos ou chamadas de congressos, de conferências ou de periódicos; (e) Possuir 2 páginas ou menos; (f) Ser um trabalho que não está disponível para o pesquisador; (g) Não possuir como fonte de pesquisa edificações residenciais; (h) Não ser da área de engenharia/construção civil.

Após traçados os critérios de exclusão, a importação dos trabalhos pode ser realizada, etapa que propicia a exclusão também de trabalhos duplicados ou incompletos.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OCUPANTES DOS EDIFÍCIOS

Esta pesquisa faz parte de um projeto de doutorado, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFPA. O objetivo é identificar as possíveis atitudes dos moradores de edifícios em uma situação de incêndio. Pedimos que você responda de forma clara e sincera, não há resposta certa ou errada. A identificação é opcional.

### ETAPA I: PERFIL DO RESPONDENTE

- 1) Empreendimento/Unidade Habitacional (opcional):
- 2) Sexo:                     Masculino             Feminino
- 3) Profissão:
- 4) Grau de instrução:  
 Ensino fundamental completo                     Ensino médio completo  
 Ensino superior completo                          Pós-graduação completa
- 5) Há quanto tempo reside na edificação?  
 0 – 1 ano     1 – 3 anos  
 3 – 5 anos     Mais de 5 anos
- 6) Em relação à propriedade, qual sua situação no imóvel em que reside?  
 Proprietário                     Locatário
- 7) Já vivenciou um incêndio residencial anteriormente? Se sim, há quanto tempo?  
 Nunca  
 Há menos de 1 ano  
 De 1 a 2 anos  
 De 3 a 5 anos  
 Mais de 5 anos
- 8) Possui algum treinamento de incêndio anterior?     Sim             Não

## ETAPA II: QUESTÕES DE PESQUISA

9) Você sabe onde estão as saídas de emergência?  Sim  Não

10) Você está ciente do plano de abandono?  Sim  Não

11) Você está ciente dos elementos de combate à incêndio da sua edificação?

Sim  Não

12) Você considera que o primeiro comportamento humano durante um incêndio é o pânico?

Sim  Não

Para as perguntas 13, 14 e 15, você deve ordenar as respostas com base em sua prioridade, segundo sua opinião, utilizando a escala abaixo, que vai de 1 a 5. Os valores podem ser repetidos.

13) O que você faria se escutasse o alarme de incêndio?

(1) prioridade alta  
(2) prioridade  
(3) neutro  
(4) prioridade baixa  
(5) não é prioridade

	(1) prioridade alta	(2) prioridade	(3) neutro	(4) prioridade baixa	(5) não é prioridade
Avisar os outros					
Pegar os pertences					
Tentar apagar o fogo					
Pegar as crianças e sair					
Deixar o prédio imediatamente					
Ligar para a polícia/bombeiros					
Ignorar completamente o alarme de incêndio					
Esperar que a ajuda venha de outras pessoas					
Perguntaria aos vizinhos se há um incêndio (investigar)					
Ajudar outras pessoas durante o processo de abandono					

Outros (favor, especificar)

---

14) O quê você faria se visse fumaça ou chamas?

(1) prioridade alta  
(2) prioridade  
(3) neutro  
(4) prioridade baixa  
(5) não é prioridade

	(1) prioridade alta	(2) prioridade	(3) neutro	(4) prioridade baixa	(5) não é prioridade
Avisar os outros					

Pegar os pertences					
Tentar apagar o fogo					
Pegar as crianças e sair					
Deixar o prédio imediatamente					
Ligar para a polícia/bombeiros					
Ignorar completamente o alarme de incêndio					
Esperar que a ajuda venha de outras pessoas					
Perguntaria aos vizinhos se há um incêndio (investigar)					
Ajudar outras pessoas durante o processo de abandono					

Outros (favor, especificar) \_\_\_\_\_

15) Na sua opinião, quais fatores motivam os ocupantes de um edifício a evacuá-lo em caso de incêndio?

	(1) prioridade alta	(2) prioridade	(3) neutro	(4) prioridade baixa	(5) não é prioridade
Ver fumaça					
Barulhos estranhos					
Cheiro de queimado					
Ouvir o alarme de incêndio					
Ver outras pessoas deixando a edificação					

Fonte: adaptado de (GERGES *et al.*, 2017)

## **APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO APLICADO COM OS PROFISSIONAIS DOS CORPOS DE BOMBEIROS ESTADUAIS DO BRASIL**

### **ETAPA I – DADOS PESSOAIS**

- 1) Nome (opcional)
- 2) E-mail (opcional)
- 3) Patente ou cargo?
- 4) Estado no qual trabalha?
- 5) Tempo de serviço no CBM?

### **ETAPA II – AVALIAÇÃO DO PROCEDIMENTO**

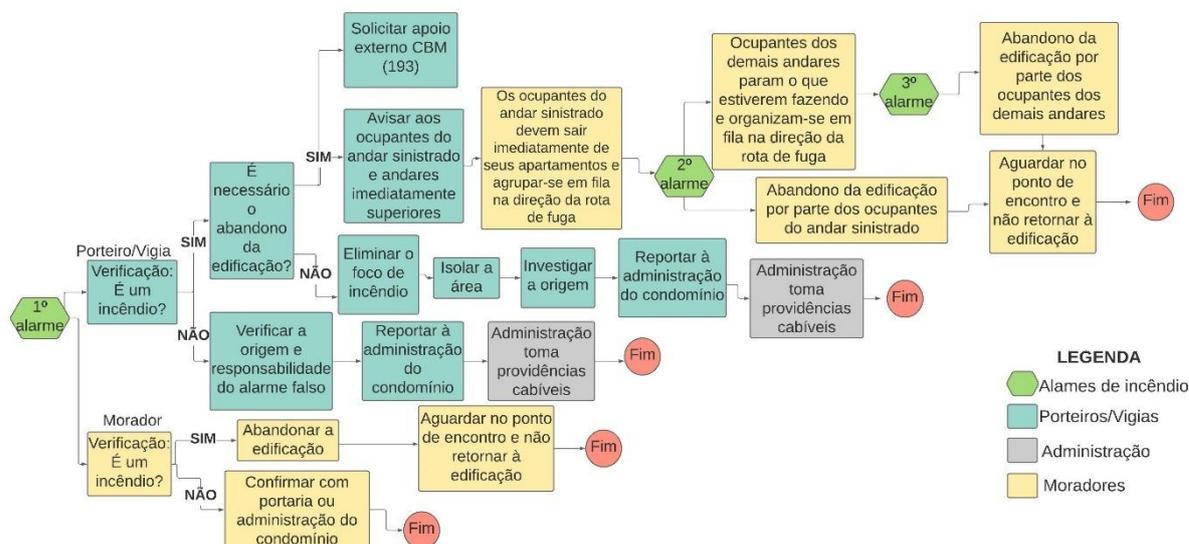
Analisar a imagem a seguir que apresenta o procedimento proposto a ser realizado em caso de incêndio em uma edificação residencial alta e, posteriormente, responder às questões que seguem.

Uma escala de 1 a 5 deverá utilizada:

- nota 1 - discordo totalmente
- nota 2 - discordo parcialmente
- nota 3 - nem concordo e nem discordo
- nota 4 - concordo parcialmente
- nota 5 - concordo totalmente

O procedimento supõe que a equipe de administração, portaria e vigilância faça curso de brigada de incêndio e que os moradores sejam treinados para entenderem o procedimento e as ações esperadas. Os balões em verde dizem respeito aos alarmes de incêndio, os balões em azul dizem respeito às ações que devem ser realizadas pela equipe de administração, porteiros ou vigias. Os balões em amarelo dizem respeito às ações a serem realizadas pelos moradores. Os balões em lilás dizem respeito às ações que devem ser realizadas pela administração.

### Procedimento a ser realizado em caso de incêndio



- 1) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento apresentado é aceitável?
  - 2) Numa escala de 1 a 5, como você avalia se o procedimento proposto é facilmente compreensível pelos ocupantes de edifícios residenciais?
  - 3) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto pode ser aplicado a diferentes edifícios residenciais no Brasil e no mundo?
  - 4) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o procedimento proposto segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?
  - 5) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o procedimento proposto é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais altos a agir em caso de incêndio?
- Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no procedimento? Orientações ou observações?

### ETAPA III – AVALIAÇÃO DOS CONTEÚDOS DO TREINAMENTO POR GRUPO DE OCUPANTES

A fim de implementar o procedimento apresentado anteriormente, é prevista a realização de treinamentos específicos para cada grupo de ocupantes das edificações residenciais:

- i) Porteiro/Vigia;
- ii) Moradores;
- iii) Comum a todos os ocupantes.

Para tanto, serão apresentados os conteúdos previstos para serem abordados em cada treinamento.

Pedimos que avalie a sua adequação, objetividade, abrangência e replicabilidade, utilizando também uma escala de 5 pontos.

Conteúdo do treinamento por grupo e orientações que devem ser seguidas

Porteiro/Vigia	Moradores	Todos os ocupantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manter atenção ao painel de alarme e saber operá-lo;</li> <li>■ Verificar qualquer indício de emergência;</li> <li>■ Ter acesso aos contatos de emergência (CBM e prestadores de serviço);</li> <li>■ Caso o incêndio seja de pequena proporção, deve eliminar o risco utilizando equipamento necessário;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, contactar imediatamente o CBM;</li> <li>■ Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, avisar imediatamente os moradores do andar sinistrado e dos andares imediatamente superiores porta a porta ou por meio do interfone;</li> <li>■ Ativar o 2º e o 3º alarmes através das botoeiras de incêndio dos andares ou da portaria;</li> <li>■ Quando do abandono do andar sinistrado, verificar se não ficaram retardatários;</li> <li>■ Realizar curso de brigadista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Devem conhecer a rota de fuga e os procedimentos para abandonar a edificação;</li> <li>■ Nunca ignorar o alarme de incêndio (buscar confirmar suspeita);</li> <li>■ Manter as portas corta fogo fechadas e desobstruídas;</li> <li>■ Saber utilizar a botoeira de incêndio do seu andar;</li> <li>■ Uma vez que seja abandonada a edificação, deve manter velocidade constante e evitar distrações;</li> <li>■ Caso o incêndio seja na sua residência, deve fechar portas e janelas antes de sair (se possível);</li> <li>■ Os moradores dos demais andares, após o 2º toque do alarme, deverão preparar-se para abandonar a edificação;</li> <li>■ Os moradores dos demais andares, após o 3º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação, de forma organizada, em fila;</li> <li>■ Ao chegar ao ponto de encontro devem permanecer lá até que o retorno à edificação seja autorizado pelo CBM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Jamais ignorar o alarme de incêndio;</li> <li>■ Evitar princípios de incêndio (atear pontas de cigarro ou fósforos em local inadequado);</li> <li>■ Ao se deparar com local cheio de fumaça, sair andando o mais rente possível ao piso para evitar asfixia (em caso de fumaça intensa, cobrir o rosto com um lenço molhado);</li> <li>■ Não guardar panos impregnados de gasolina, óleos, cera ou outros inflamáveis;</li> <li>■ Caso a roupa pegue fogo, não se deve correr. Dobre os braços sobre o rosto apertando-os: jogue no chão e role ou envolva-se numa cobertura ou num tecido qualquer;</li> <li>■ Em caso de necessidade de salvamento não ficar no peitoril da janela esperando. Aguardar orientações do CBM.</li> </ul>

6) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que os conteúdos do treinamento são aceitáveis?

7) Numa escala de 1 a 5, como você avalia que os conteúdos do treinamento são facilmente compreensíveis pelos ocupantes de edifícios residenciais?

8) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento proposto pode ser aplicado com diferentes ocupantes no Brasil e no mundo?

9) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera que o treinamento segue as normas e orientações aplicáveis a uma situação de incêndio em um edifício residencial alto?

10) Numa escala de 1 a 5, quanto você considera, no geral, que o treinamento é adequado para preparar os ocupantes de edifícios residenciais alto a agir em caso de incêndio?

Há algo que gostaria de acrescentar ou modificar no treinamento? Orientações ou observações?

## APÊNDICE D – CARTILHA

# TREINAMENTO CONTRA INCÊNDIOS

Esta cartilha orienta o que se deve fazer em caso de incêndio no prédio.

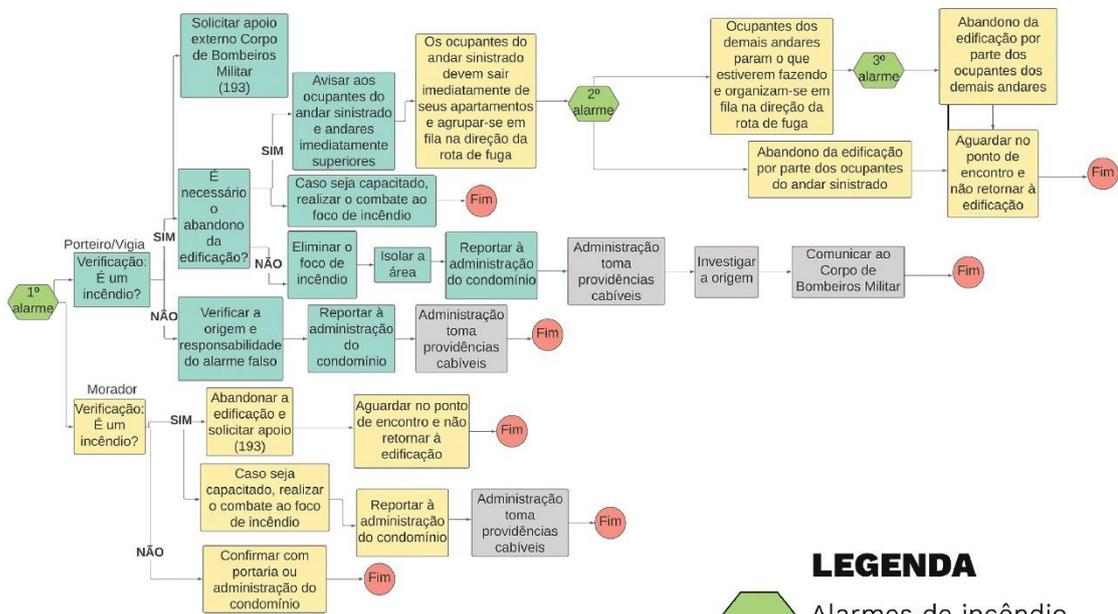
**Pedimos que leia com atenção e siga o procedimento indicado, em caso de necessidade!**





# FLUXOGRAMA do procedimento

O fluxograma é o passo a passo de como proceder caso o **alarme de incêndio** do prédio seja acionado



## LEGENDA

 Alarmes de incêndio

**Ações a serem desenvolvidas por:**

 Porteiros/Vigias

 Administração

 Moradores



## O que cada pessoa deve **saber ou fazer** em caso de **incêndio**:



### **PORTEIRO/VIGIA**

- Manter atenção ao painel de alarme e saber operá-lo
- Verificar qualquer indício de emergência
- Caso o incêndio seja de pequena proporção (foco de incêndio) deve eliminar o risco utilizando o equipamento necessário
- Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, contactar imediatamente o Corpo de Bombeiros através do 193
- Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, avisar imediatamente aos moradores do andar sinistrado e dos andares imediatamente superiores porta a porta ou por meio do interfone
- Ativar o 2º e o 3º alarmes através das botoeiras de incêndio dos andares ou da portaria
- Quando do abandono do andar sinistrado, verificar se não ficaram retardatários
- Realizar curso de brigadista



### **MORADORES**

- Devem conhecer a rota de fuga e os procedimentos para abandonar a edificação
- Nunca ignorar o alarme de incêndio (buscar confirmar suspeita)
- Saber utilizar a botoeira de incêndio do seu andar
- Uma vez que seja abandonada a edificação, devem manter velocidade constante e evitar distrações
- Se possível devem fechar portas e janelas antes de sair do seu apartamento
- Os moradores do andar sinistrado, após o 2º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação, de forma organizada e em fila
- Os moradores dos demais andares, após o 3º toque do alarme, deverão abandonar imediatamente a edificação de forma organizada, em fila
- Ao chegar no ponto de encontro, devem permanecer lá até que o retorno à edificação seja autorizado pelo Corpo de Bombeiros Militar



### **TODOS OS OCUPANTES**

- Jamais ignorar o alarme de incêndio
- Evitar princípios de incêndio (atear pontas de cigarro ou fosforo em locais inapropriados)
- Ao se deparar com locais cheios de fumaça, sair andando o mais rente possível ao piso, para evitar asfixia (em caso de fumaça intensa, cobrir o rosto com um pano molhado)
- Não guardar panos impregnados de gasolina, óleos, cera ou outros inflamáveis
- Caso a roupa pegar fogo, não se deve correr. Dobre os braços sobre o rosto apertando-os: jogue-se no chão e role ou envolva-se numa coberta ou num tecido qualquer
- Em caso de necessidade de salvamento, não ficar no peitoril da janela esperando. Aguardar orientações do Corpo de Bombeiros Militar
- Não utilizar os elevadores em caso de incêndio

# OBIGADO!

Esta cartilha é parte integrante da tese de doutorado de **Raíse Saraiva**, desenvolvida no PPGEC/UFPA.

Para contato, observações ou sugestões, favor utilizar o e-mail [raisse@unifesspa.edu.br](mailto:raisse@unifesspa.edu.br)



## APÊNDICE E – PLANILHA DE LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DAS INST. TÉCNICAS BRASILEIRAS

ESTADO	Possui IT de gerenciamento de risco, programa de segurança contra incêndio ou plano de intervenção de incêndio?	É exigida brigada de incêndio para edificações residenciais?	É exigido plano de emergência para edificações residenciais?	É exigido elevador de emergência para edifícios residenciais?	Se baseia em normas internacionais?	Possui recomendações para o abandono da edificação que possam orientar o treinamento?
AC	Não	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Não	-
AL	Sim	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 60m	Sim	-
AP	Não	Recomendatória - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
AM	Sim	Sim	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
BA	Sim	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Não	-
CE	Não	Sim	Não	Não	Não	-
ES	Não	Não	Não	Não	Sim	-
GO	Não	Recomendada	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
MA	Sim	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
MT	Sim	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
MS	Sim	Inconclusivo	Não	Inconclusivo	Não	-
MG	Sim	Sim - altura acima de 54m	Não	Não	Sim	-
PA	Sim	Sim	Sim - altura maior que 80m e área superior a 1200m <sup>2</sup>	Não	Sim	-
PB	Não	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Não	-
PR	Sim	Não	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
PE	Não	Não	Não	Inconclusivo	Sim	-
PI	Sim	Sim	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
						* O plano de abandono deve identificar todos os participantes com funções específicas e suas respectivas responsabilidades (a identificação deve ser nominal, pelo cargo ou função) * Especificar o tipo de abandono:

RJ	Sim	Não	Sim - área maior que 900m <sup>2</sup> e altura maior que 30m			<p>a) abandono orientado: tipo de abandono no qual alguns ocupantes da edificação e/ou brigada de incêndio são treinados para, durante uma emergência, se posicionarem em locais preestabelecidos para orientar a população sobre quais rotas de escape devem ser seguidas. Aplica-se às edificações com predomínio de população flutuante que desconhece o plano de abandono da edificação, tais como: edificações de reunião de público, de concentração de público (shoppings, lojas de departamentos, etc.) e residencial transitória;</p> <p>b) abandono coordenado: tipo de abandono no qual alguns ocupantes da edificação e/ou brigada de incêndio são treinados para, durante uma emergência, atuarem de acordo com uma função específica e responsabilidades, pré-definidas no plano de abandono. Aplica-se às edificações com predomínio de população fixa que conhece o plano de abandono da edificação, tais como: edificações industriais, escolares, salas comerciais e escritórios</p> <p>* Os procedimentos de abandono devem ser definidos da forma que: a) a população não tenha que percorrer distâncias excessivas para sair da edificação ou área de risco, devendo ser adotadas as rotas mais diretas possíveis; b) o ordenamento e direcionamento do abandono deve ser dimensionado de forma que o fluxo de pessoas seja compatível com a capacidade das rotas de saída e saídas de emergência; c) sejam garantidos procedimentos de abandono específicos para o auxílio e/ou retirada de pessoas com deficiência e pessoas com mobilidade reduzida.</p>
RN	Sim	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	* Prevê 2 alarmes: 1 para alerta e outro para abandono geral
RS	Não	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-

RO	Não	Recomendatória - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	-
RR	Não	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Não	Não	-
SC	Sim	Não	Sim - área maior que 750m <sup>2</sup> e altura maior que 60m	Sim - altura maior que 60m	Sim	-
SP	Sim	Sim	Não	Sim - altura maior que 80m	Sim	<p>* Caso o incêndio seja onde você está feche todas as portas antes de sair; No caso de haver brigada, é responsabilidade de um ou dois brigadistas verificar se não ficaram ocupantes retardatários e providenciar o fechamento de portas e/ou janelas, se possível</p> <p>* Ao ouvir o alarme de incêndio efetue imediatamente o abandono da edificação</p> <p>* Ao primeiro toque de alarme os ocupantes do andar sinistrado, que já devem estar cientes da emergência, são os primeiros a sair em fila e sem tumulto, após o primeiro toque, com um brigadista liderando a fila e outro encerrando a mesma</p> <p>* Ao soar o primeiro alarme os ocupantes dos demais andares devem parar o que estiverem fazendo, pegar apenas documentos pessoais e agruparem-se no saguão em fila organizada direcionada à porta de saída de emergência</p> <p>* Após o segundo toque do alarme deve-se iniciar a descida, dando preferência às demais filas quando cruzarem com elas, até a saída (andar térreo), onde devem se deslocar até o ponto de encontro.</p> <p>* Cada pessoa portadora de deficiência física, permanente ou temporária, deve ser acompanhada por dois brigadistas ou voluntários, previamente designados pelo Chefe da Brigada</p>
SE	Não	Sim - área acima de 750m <sup>2</sup> ou 12m de altura	Não	Sim - altura maior que 80m	Não	<p>* O responsável máximo da brigada determina o início do abandono, devendo priorizar os locais sinistrados, os pavimentos superiores a esses, os setores próximos e os locais de maior risco</p>

TO	Sim	Sim - área acima de 750m2 ou 12m de altura	Não	Não	Não	-
DF	Não	Inconclusivo	Não	Inconclusivo	Não	-

**APÊNDICE F - SLIDES UTILIZADOS NO TREINAMENTO DO EDIFÍCIO C**

**Treinamento contra incêndios em edifícios residenciais altos**

Raíse Saraiva  
Eng<sup>a</sup> Civil  
Mestra pela UFC, Doutoranda pela UFPA

Jan/22

1

The slide features a red background with a white vertical bar on the left. The bar contains the logo of the PPGEC (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança) and the UFPA logo. The main text is in bold black font.



**Equipamentos de segurança**



2

The slide has a white background with a red vertical bar on the left. The title is in bold black font. Below the title are three photographs showing different types of fire safety equipment: a fire alarm pull station, a fire alarm control panel, and a fire extinguisher cabinet.

## Equipamentos de segurança



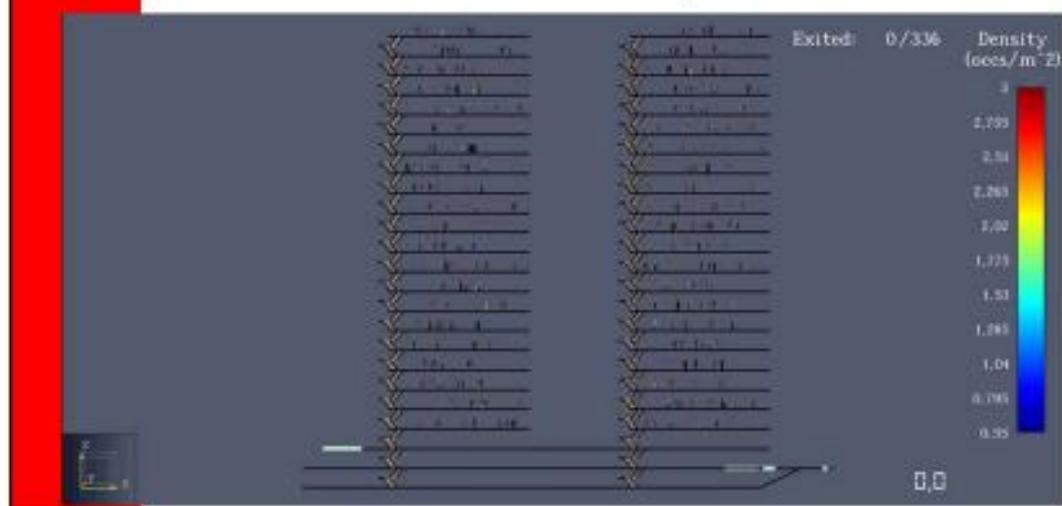
Porta corta fogo folha simples



Imagens da internet

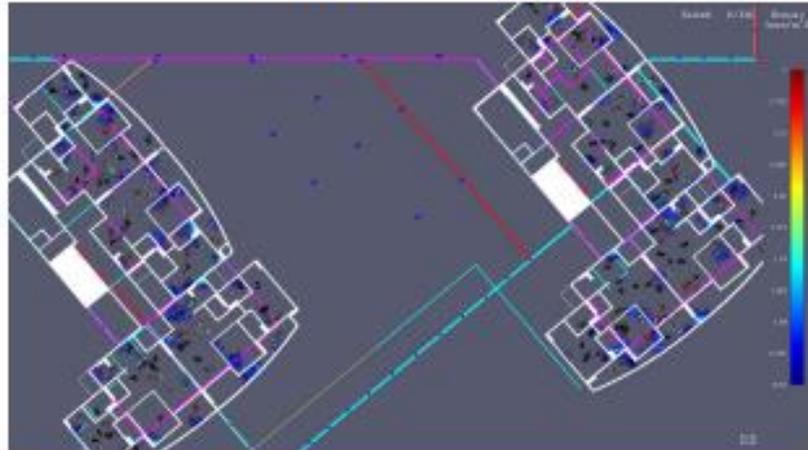
3

## Simulação



4

## Simulação



Tempo simulado de saída (total): 509,7 s

5

## Rota de Fuga

Planta baixa do pavimento tipo

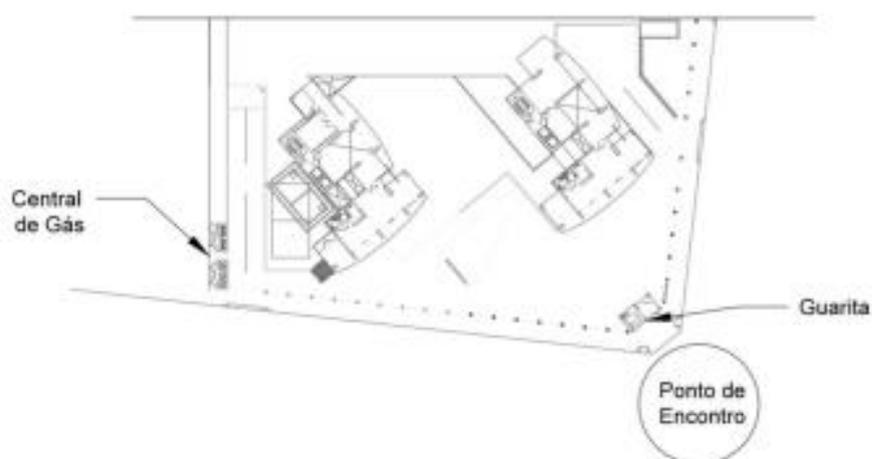


As setas em vermelho indicam a rota de fuga

6

## Ponto de encontro

Planta baixa do pavimento térreo



## Orientações Gerais – Todos os ocupantes

- Jamais ignorar o alarme de incêndio (sempre investigar);
- Evitar princípios de incêndio (atear pontas de cigarro ou fósforo em locais inapropriados);
- Não guardar panos impregnados de inflamáveis (gasolina, óleos, cera);
- Manter as portas corta-fogo fechadas e desobstruídas

## Orientações Gerais – Moradores

- Devem conhecer a rota de fuga e os procedimentos para abandonar a edificação;
- Saber utilizar a botoeira de incêndio do seu andar;
- Uma vez que seja necessário abandonar a edificação, devem manter velocidade constante e evitar distrações;
- Se possível, fechar portas e janelas antes de sair do seu apartamento.

9

## Orientações Gerais – Vigia/Porteiro

- Manter atenção ao painel de alarme e saber operá-lo;
- Verificar qualquer indício de emergência;
- Ter acesso aos contatos de emergência (CBM e prestadores de serviços);
- Caso o incêndio seja de pequena proporção (foco de incêndio), deve eliminar o risco utilizando o equipamento necessário;
- Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, contactar imediatamente o Corpo de Bombeiros;

10

## Orientações Gerais – Vigia/Porteiro

- Uma vez que seja necessário o abandono da edificação, avisar imediatamente aos moradores do andar sinistrado e dos andares imediatamente superiores porta a porta ou por meio do interfone;
- Ativar o 2º e o 3º alarmes através da botoeira de incêndio dos andares ou da portaria;
- Quando do abandono do andar sinistrado, verificar se não ficaram retardatários;
- Realizar curso de brigadista.

11

## Orientações Gerais – Como proceder

- Ao se deparar com locais cheio de fumaça, sair andando o mais rente possível ao piso, para evitar asfixia;
- Em caso de fumaça intensa cobrir o rosto com um pano úmido;
- Caso a roupa pegue fogo não corra, dobre os braços sobre o rosto apertando-os, jogue-se no chão e role ou envolva-se numa coberta ou num tecido qualquer;
- Em caso de necessidade de salvamento não ficar no peitoril da janela esperando. Aguardar orientações do Corpo de Bombeiros Militar.

12

