



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Cristiano Corrêa

**Mapeamento dos Incêndios em Edificações: O Edifício Modal e suas
aplicações, com foco na cidade de Recife**

Recife

2017

Cristiano Corrêa

Mapeamento dos Incêndios em Edificações: O Edifício Modal e suas aplicações, com foco na cidade de Recife

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção de grau de Doutor em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Jéferson Rêgo e Silva

Co-Orientador: Prof. Dr. Tiago Ancelmo Pires de Oliveira

Recife

2017

Cristiano Corrêa

Mapeamento dos Incêndios em Edificações: O Edifício Modal e suas aplicações, com foco na cidade de Recife

Tese apresentada a Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, com ênfase na área de Estruturas e Construção Civil.

Recife, 01 de Dezembro de 2017.

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. José Jéferson Rêgo e Silva

Examinador externo: Prof. Dr. George Cajaty Braga

Examinador externo: Prof. Dr. Roger Josep Zemp

Examinadora externa: Prof^a Dr^a. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani

Examinador externo: Prof. Dr. Romilde Almeida de Oliveira

RESUMO

A presente tese propõe um mapeamento dos incêndios em edificações através de uma sistemática simples e exequível, inspirada na recomendação da Liga dos Comandantes Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares – LIGABOM e que está coadunada com a NBR 14023/97. Este mapeamento é compatível com os dados publicados anualmente no relatório intitulado *World Fire Statistic*, com dados de mais de 30 países e raríssimos registros do Brasil e da América Latina. É apresentado também o conceito de ‘Edifício Modal’, como uma representação das edificações que sofreram incêndio em um determinado território e tempo. Para exemplificar foi eleito o município de Recife, no período de 2011 a 2013, com ênfase qualitativa no primeiro ano, estabelecendo como edifício modal uma residência unifamiliar com aproximadamente 97 metros quadrados, um único pavimento e carga-incêndio (mobiliário) própria. Verificou-se ainda que contrariando as pesquisas da América do Norte e Europa Ocidental, o incêndio neste lapso temporal na cidade de Recife, inicia-se geralmente na cozinha e dormitórios e não na sala como preconiza a literatura mundial. Buscando compreender melhor o fenômeno, a tese expõe um ensaio de incêndio natural em um dos dormitórios deste edifício modal, que foi monitorado por 24 termopares e filmado por câmara térmica e convencional. Concluindo que a proposição de um edifício modal pode ser útil para: técnicos, pesquisadores e tomadores de decisão, compreenderem o fenômeno local e intervirem mais eficazmente no problema.

Palavras Chaves: Incêndio em edificações. Mapeamento de incêndios. Edifício Modal. Incêndios em Recife.

ABSTRACT

The actual thesis proposes a mapping for the fires on buildings through a simple and doable system, inspired on recommendations by *Liga dos Comandantes Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares – LIGABOM* and in line with NBR 14023/97. This mapping is compatible with data published in the report called *World Fire Statistic*, with data from more than 30 countries and very rare registers in Brazil and Latin America. We also presented the concept of 'Modal Building', as a representation of the buildings that have suffered fire in a specific territory and time. To sample it, we've chosen the city of Recife, during the time from 2011 to 2013, with qualitative emphasis in the first of those years, setting as a modal building a one-family-house, with an average of 97 square meters, only one floor, and specific charge-fire (furniture). We've noticed also, even against the researches in North America and Occidental Europe that during this period, in the city of Recife, fire generally starts in the kitchen and in the bedrooms, not in the living room as said in the world literature. To better understand the phenomena, the thesis exposes a natural sample-fire in a bedroom of this modal building that has been monitored by 24 thermocouples and recorded by both a thermal camera and a conventional one. We finally concluded that the proposition of the modal building can be useful for technicians, researchers and decision-makers, to understand the local phenomena and more effectively step in the problem.

Key-words: Fire in buildings. Fire mapping. Modal Building. Fires in Recife

RESUMEN

La presente tesis propone un mapeamiento de los incendios en edificaciones a través de una sistemática sencilla y realizable, inspirada en la recomendación de la Liga de los Comandantes Generales del Cuerpo de Bomberos Militares – LIGABOM y que está en sintonía con la NBR 14023/97. Este mapeamiento es compatible con los datos publicados anualmente en el relatorio intitulado *World Fire Statistic*, con datos de más de 30 países y rarísimos registros de Brasil y de Latinoamérica. Se presenta también el concepto de ‘Edificio Modal’, como una representación de las edificaciones que han sufrido incendio en un determinado territorio y tiempo. Para ejemplificar, se ha elegido el municipio de Recife, en el período de 2011 a 2013, con énfasis cualitativa en el primer año, estableciendo como edificio modal una residencia unifamiliar con aproximadamente 97 metros cuadrados, un único piso, y carga-incendio (mobilia) propia. Se ha verificado, aun contrariando las investigaciones de Norteamérica y Europa Occidental, que el incendio en este lapsus temporal en la ciudad de Recife se inicia generalmente en la cocina y en los cuartos, y no en la sala, como pregoniza la literatura mundial. Buscando comprender mejor el fenómeno, la tesis expone un ensayo de incendio natural en uno de los cuartos de este edificio modal, que ha sido monitorado por 24 termopares y filmado por cámara térmica y convencional. Se concluye que la proposición de un edificio modal puede ser útil para técnicos, investigadores y tomadores de decisión, para que comprendan el fenómeno local e intervengan más eficazmente en el problema.

Palabras Clave: Incendio en edificaciones. Mapeamiento de incêndios. Edificio Modal; Incendios en Recife.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Brasão do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco	28
Figura 2 – Ocorrência de Incêndios pelo mundo no ano de 2010 (IAFRS/CTIF, 2012)	33
Figura 3 – Incêndios na Grã-Bretanha (2010-2012)	34
Figura 4 – Mortes em Incêndios na Grã-Bretanha (2000-12)	34
Figura 5 - Interface Gráfica da Moda Estatística de Czuber, apresentada por Zatt (2014)	42
Figura 6 - Interface Gráfica da Moda Estatística de King, apresentada por Zatt (2014)	43
Figura 7 - Representação da evolução de temperaturas associada aos diferentes parâmetros de um incêndio real compartimentado	45
Figura 8 - Incêndios em 32 países no ano de 2010, adaptado do CTIF, 2012.	54
Figura 9 - Incêndios Atendidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco.	54
Figura 10 – Incêndios na RMR por Subgrupo, em 2013.	63
Figura 11 – Incêndios em Edificações na RMR, por classificação, em 2012 e 2013	65
Figura 12 – Incêndios em Edif. no Recife nos bairros com maior frequência (2011)	68
Figura 13 – Distribuição dos Incêndios em Edificações no Recife por bairros (2011)	69
Figura 14 – Incêndios em Edificações não residenciais em Recife (2011)	70
Figura 15 – Incêndios em Edificações residenciais em Recife (2011)	71
Figura 16 – Elementos estruturais dos Incêndios em Edific. Resid. no Recife (2011)	72
Figura 17 - Parede externa do quarto, com danos no revestimento e nos tijolos cerâmicos, devido à ação do fogo	73
Figura 18 – Área Construída dos Incêndios em edificações residenciais no Recife (2011)	74

Figura 19 – Mapa do Recife, com a plotação dos Incêndios em Edificações com mortes em 2011	82
Figura 20 – Edifício Modal – Incêndios em Recife (2011)	88
Figura 21 - Esboços do compartimento ensaiado	90
Figura 22 - Dormitório antes do experimento de incêndio	91
Figura 23 - Distribuição dos termopares no compartimento ensaiado	93
Figura 24 - Cronologia do Experimento	95
Figura 25 - Temperatura aferidas na haste de termopares colocada no centro do compartimento	96
Figura 26 - Temperaturas aferidas nos objetos	98
Figura 27 - Temperaturas aferidas nas paredes interna e externamente	99
Figura 28 - Temperaturas aferidas nas paredes externas	101
Figura 29 - Imagens Térmicas da Entrada da Equipe de Combate a Incêndios	102
Figura 30 - Imagens Térmicas no Ambiente do Experimento.	102
Figura 31 - Imagens Térmicas do Resfriamento de Estruturas	103
Figura 32 - Imagens do cômodo após o incêndio.	105
Figura 33 – Gráfico mostrando a temperatura atingida pelas mesas de cabeceira, ou criados mudos, durante o experimento.	107
Figura 34 – Maçaneta da gaveta da mesa de cabeceira com destaque para expansão da tinta intumescente ocorrida após ação do calor.	108
Figura 35 – Mesa de cabeceira intumescida, ao lado do beliche já consumido pelo fogo.	109
Figura 36 – Coluna de ar formada entre a janela e a porta mantendo as chamas direcionadas para um dos lados.	110
Figura 37 – Mesas de cabeceira, ou criados mudos, após 48 minutos de teste.	111
Figura 38 – Mesa de cabeceira intumescida após experimento.	112
Figura 39 - Mesa de cabeceira não intumescida após experimento.	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perdas Diretas e Mortes em Incêndios (OLIVEIRA, 2013).	35
Tabela 2 – Mortes em Incêndios em algumas cidades do mundo (IAFSR/CTIF, 2012).	37
Tabela 3 - Quantidade de Incêndios Hipotéticos em determinado Município	40
Tabela 4 – População e Territórios de Países, contemplados no estudo ‘ <i>World Fire Statistic – Report nº 17</i> ’ e do Estado de Pernambuco, em 2010.	56
Tabela 5 – Atendimentos de Ocorrências e Incêndios atendidos pelos Corpos de Bombeiros de 08 (oito) Países, contemplados no estudo ‘ <i>World Fire Statistic – Report nº 17</i> ’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.	57
Tabela 6 – Classificação de Ocorrências de Incêndios atendidas, pelos Corpos de Bombeiros de 08 (oito) Países, contemplados no estudo ‘ <i>World Fire Statistic – Report nº 17</i> ’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.	58
Tabela 7 – Distribuição dos Recursos para Combate a Incêndios nos Corpos de Bombeiros de 08 Países, contemplados no estudo ‘ <i>World Fire Statistic – Report nº 17</i> ’ e do Estado de Pernambuco, em 2010.	60
Tabela 8 – Atendimentos X Recursos, para Combate a Incêndios nos Corpos de Bombeiros de 08 Países, contemplados no estudo ‘ <i>World Fire Statistic – Report nº 17</i> ’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.	61
Tabela 9 - Classificação dos Incêndios em Edificações	64
Tabela 10 - Incêndios em Residência na Região Metropolitana (2012-2013)	66
Tabela 11 – Incêndio em Edificações nos Bairros de Recife (2011)	67
Tabela 12 – Objetos queimados nos Incêndios em edificações em Recife no ano de 2011	76
Tabela 13 – Óbitos por Causas Externas em Recife (2009-2013), com ênfase a Incêndios	77
Tabela 14 – Incêndios e Mortes em Cidades com população entre 1,10 e 1,65 milhões de habitantes	84
Tabela 15 - Média da área do edifício residencial modal – Incêndios em Recife (2011)	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
1.2	DESCRIÇÃO DA PESQUISA	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	COMBATE A INCÊNDIO NO ESTADO DE PERNAMBUCO	21
2.1.1	Primeiro Serviço de Combate a Incêndio em Pernambuco.	23
2.1.2	Serviço de Combate a Incêndio na Província Portuguesa de Pernambuco	25
2.2	ESTATÍSTICAS DE INCÊNDIOS ESTRUTURAIS NO BRASIL: DO 'ANUÁRIO' AOS DIAS ATUAIS	29
2.2.1	'Anuário' de Bombeiros	30
2.2.2	Década de 1990 e as Estatísticas de Incêndios	30
2.2.3	Normatização dos Registros de Atividades de Bombeiros	31
2.2.4	Liga dos Comandantes Gerais e as Estatísticas	32
2.3	INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES	33
2.4	MORTES EM INCÊNDIOS	36
2.5	MODA ESTATÍSTICA	39
2.5.1	Moda Estatística de Pearson	40
2.5.2	Moda Estatística de Czuber	41
2.5.3	Moda Estatística de King	43
2.6	EXPERIMENTOS DE INCÊNDIOS REAIS	44
2.7	PRINCIPAIS PONTOS DA REVISÃO	46
3	METODOLOGIA	47
3.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ATENDIMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES	47
3.1.1	Mapeamento - Incêndios em Pernambuco	48
3.1.2	Mapeamento - Incêndios na Região Metropolitana do Recife – RMR	48
3.1.3	Mapeamento - Incêndios em Recife	49
3.2	MAPEAMENTO DAS MORTES EM INCÊNDIOS	50
3.3	ESTABELECIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL	51
3.4	METODOLOGIA DO INCÊNDIO EXPERIMENTAL	51
4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	53
4.1	MAPEAMENTO DE INCÊNDIOS	53
4.1.1	Apresentação dos Incêndios em Pernambuco	53

4.1.1.1	Incêndios em Pernambuco e alguns Países do Mundo	55
4.1.1.2	Resposta a Incêndios em Pernambuco e em alguns Países do Mundo	60
4.1.2	Apresentação dos Incêndios na Região Metropolitana do Recife	63
4.1.2.1	Incêndios em Edificações na Região Metropolitana do Recife – RMR	64
4.1.3	Apresentação dos Incêndios em Recife	66
4.1.3.1	Incêndios em Recife por Bairros	67
4.1.3.2	Incêndios por tipo de Ocupação das Edificações no Recife	69
4.1.3.2.1	<i>Incêndios em Edificações Residenciais</i>	70
4.1.3.2.1.1	<i>Incêndios em Edificações Residenciais e seus elementos construtivos</i>	71
4.1.3.2.1.2	<i>Área Construída dos Incêndios em Edificações Residenciais</i>	73
4.1.3.2.1.3	<i>Ignição dos Incêndios em Edificações Residenciais</i>	74
4.1.3.2.1.4	<i>Causas e Carga Incêndio dos Sinistros em Edificações Residenciais</i>	75
4.2	MORTES EM INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES NO RECIFE	77
4.2.1	Habitação precária no Bairro de Santo Amaro	78
4.2.2	Incêndio em Presídio	78
4.2.3	Incêndio derivante de descarga elétrica de Alta Tensão	79
4.2.4	Incêndio em Residência no bairro da Linha do Tiro	80
4.2.5	Incêndio em Residência em Areias	81
4.2.6	Incêndios com mortes em Recife e em outras cidades.	83
5	DESENVOLVIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL	85
5.1	ÁREA CONSTRUÍDA E DISTRIBUIÇÃO DE CÔMODOS	85
5.2	CARGA INCÊNDIO DA EDIFICAÇÃO MODAL	86
5.3	NATUREZA CONSTRUTIVA	86
5.4	DINÂMICA DOS INCÊNDIOS EM RECIFE	87
5.5.	ESTABELECIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL	87
6	INCÊNDIO EM DORMITÓRIO DE RESIDÊNCIA - UM ESTUDO EXPERIMENTAL	89
6.1	RESULTADOS DO EXPERIMENTO	94
6.2	PEÇA INTUMESCIDA EM MEIO AO EXPERIMENTO	107
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	114

REFERÊNCIAS	121
ANEXO – RELATÓRIO BÁSICO E DE INCÊNDIO DO CBMPE	130

Tese: Mapeamento dos Incêndios em Edificações: O Edifício Modal e suas aplicações, com foco na cidade de Recife

1 INTRODUÇÃO

Os aglomerados urbanos fazem parte da paisagem geográfica do Brasil, cidades com substanciais adensamentos populacionais, repletas de riscos naturais e principalmente antrópicos, repercutindo nos diversos tipos de sinistros como: derramamentos e extravasamento de produtos perigosos, acidentes automobilísticos de diversas modalidades, colapso estruturais, entre outros eventos indesejados, coexistem com estas cidades. Entre estes eventos destacam-se os Incêndios em Edificações ou Incêndios Estruturais.

A quantidade de Incêndios em Edificações sejam eles: comerciais, de prestação de serviço, industriais ou residenciais, exprimem valores preocupantes, a exemplo do município de Recife, que registrou mais de 400 incêndios em edificações, durante o ano de 2012 (PERNAMBUCO, 2013). Nesse contexto os prejuízos multifacetados são acentuados, destacando-se os econômicos com a interrupção de atividades e mesmo cadeias produtivas promovendo a “deterioração de postos de trabalho” (RACHANIOTIS e PAPPIS, 2006), além de montantes financeiros significativos que se destinam a reconstrução de estruturas danificadas ou mesmo destruídas, como destaca Braga (2008):

(um) problema de grande magnitude em todo mundo, com perdas diretas avaliadas em 0,1% do Produto Interno Bruto (PIB) para países como Japão, Espanha e Polônia, até quase 0,3% do PIB para países como Áustria e Noruega, e mortes de até quatro mil e trezentas pessoas, em 2003, nos Estados Unidos da América. (BRAGA, 2008).

Não menos evidentes são os prejuízos sociais relacionados com os incêndios em edificações, que causam, além do desemprego temporário ou mesmo a extinção de postos de trabalho, o desalojamento de famílias que perdem, regra geral, o bem material mais precioso que possuem, sua residência. Quanto aos efeitos sociais dos incêndios (McFERRAN, 2011) chama atenção aos conflitos e esfacelamentos familiares derivantes de mortes e feridos graves. Não sendo

estimada aqui a sensação de insegurança e desamparo que permeia todos os expectadores desses incêndios, principalmente quando atendidos de forma tardia ou morosa.

A perda do patrimônio cultural, por vezes único, em uma cidade com fachadas, monumentos e edifícios históricos, é algo importante a ser considerado em incêndios estruturais (GOUVEIA, 2006).

Esta tese tem por finalidade propor uma forma simples, clara e exequível de realizar o mapeamento dos incêndios em edificações, estabelecendo um modelo representativo do conjunto de incêndios em um determinado local e lapso temporal. Este modelo é intitulado 'Edifício Modal', visto basear-se na moda estatística revelada pelo mapeamento.

Ao estabelecer o 'Edifício Modal' se tem a possibilidade de compreender o problema que é planetário, através da lupa do acontecimento em determinado território, podendo revelar padrões e dinâmicas que diferem do senso comum e mesmo do senso acadêmico e técnico. Buscando consistência a essa premissa, utilizou-se de uma grande cidade brasileira na qual foi estabelecido o mapeamento e 'construído' o edifício modal.

O cenário ou "*locus*" desta pesquisa é o município de Recife, capital política e econômica do Estado de Pernambuco, Brasil. O município conta com uma população estimada acima de 1,6 milhões de habitantes, sendo o núcleo da chamada Região Metropolitana do Recife – RMR. O conjunto de municípios que circundam a capital compõe, ao todo, uma população com mais de 3,9 milhões de pessoas que representa, percentualmente, mais de 41% de toda a população do Estado de Pernambuco (IBGE, 2017).

Recife é geograficamente pequena para padrões brasileiros, com apenas 219 quilômetros quadrados. Desta maneira, reflete uma consistente densidade demográfica, 7.039,64 habitantes por quilômetro quadrado (2010), que é inferior apenas as cidades de São Paulo, Belo Horizonte e Fortaleza quando comparada com as demais 26 capitais de Estados e Distrito Federal (IBGE, 2013).

Os incêndios, pequenos ou grandes, nos núcleos urbanos do Brasil, são derivantes, em parte, do crescimento não planejado das cidades, acompanhado de infraestrutura insuficiente de Segurança Contra Incêndio. Incêndios causados por vazamento de gás de botijões (cilindros) com ou sem explosões, curto circuitos em instalações elétricas por excesso de carga, manuseio de explosivos e produtos perigosos em locais inadequados, esquecimento de ferro de passar roupa, fogões e eletrodomésticos, velas acesas, são alguns dos motivos aparentemente pequenos que não raramente tornam-se tragédias. Assomam-se a essas causas a eclosão e manutenção das favelas e cortiços ou “conglomerado de subhabitações”, compostas por construções precárias feitas quase exclusivamente com materiais combustíveis com toda sorte de instalações e equipamentos em péssimas condições tornando-se “um barril de pólvora” (DEL CARLO, 2008).

Com muitas edificações, conjuntos de prédios e mesmo bairros construídos em encostas de morros, várzeas de rio, aterros sobre o mangue, e outras formas não tradicionais e muitas vezes irregulares de construção, Recife sofre especialmente os efeitos destes sinistros (SILVA, *et al.*, 2015).

Uma verticalização crescente das construções, sobretudo comerciais e residenciais, traz consigo um novo ingrediente aos riscos de uma operação de combate as chamas e salvamentos. Há a necessidade do uso, quase exclusivo, das escadas de emergência para a chegada das equipes de resgate e evacuação da população fixa e flutuante, sobretudo quando dos “incêndios de progresso rápido” (OLIVEIRA, 2005).

Outro fator importante evidenciado durante a pesquisa refere-se à frota de veículos existente e circulante na cidade do Recife e mesmo na Região Metropolitana do Recife. Tal questão baseia-se na ligação muito forte entre as cidades que compõem a RMR, havendo um movimento “pendular” considerável, entre os locais de moradia e trabalho/estudo dos milhões de habitantes ali residentes. Esta ligação e a grande frota revelam um grande obstáculo para a chegada das equipes de primeira resposta.

Segundo o Departamento de Trânsito de Pernambuco – DETRAN-PE, em 1990 a frota da Região Metropolitana do Recife (automóveis, veículos de carga, ônibus e outros) era de 251.423 veículos. Esta quantidade contrasta-se com 1.301.313 veículos em fevereiro de 2017 (DETRAN/PE, 2017), significando um aumento de mais de 450%, algo que merece no mínimo uma reflexão quanto à qualidade do tráfego na capital pernambucana.

A Resposta aos incêndios em edificações no Recife parte dos quartéis do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco - CBMPE, atendendo-os a partir de suas bases na cidade, ou de outras formas, em municípios vizinhos em especial Jaboatão dos Guararapes, Abreu e Lima, São Lourenço da Mata, Ipojuca e Igarassu. Essas bases ou quartéis somados não chegam a dez endereços, o que é obviamente um fator limitante à chegada das equipes em um tempo mais adequado, sobretudo com o crescimento da frota e as consequentes dificuldades de mobilidade narradas acima.

Chama-se atenção à necessidade de uma estrutura mínima para o abrigo das equipes em regime de prontidão, para os materiais e equipamentos, por vezes complexos e volumosos e, principalmente, veículos pesados (com peso não inferior a 10 toneladas). Em Pernambuco, quase que exclusivamente, os veículos carregam consigo além das equipes e materiais, uma bomba hidráulica e um considerável suprimento de água que varia de 5 a 40 metros cúbicos.

Simplesmente afirmar que existe uma necessidade social para ativação de várias outras bases de bombeiros na capital pernambucana é algo que esbarra na inexistência de recursos para um massivo aumento de instalações contra incêndio, pois esse é um serviço que demanda um esforço financeiro consistente. Como exemplo, o Corpo de Bombeiros da cidade de Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, estima que o custo anual para o funcionamento de uma “estação de fogo” é de cerca de 1,36 milhões de dólares (cerca de 5 milhões de UAE Dirhams) (BADRI; MORTAGY; ALSAYED, 1998).

Ainda que os recursos fossem bem superiores aos existentes, San-Miguel-Ayanz (2013) destaca ao comentar sobre os mega-incêndios florestais

mediterrâneos, que os recursos, apenas, são bem empregados em sistemas que otimizam os serviços de combate a incêndios. O tempo como fator de sucesso em operações de combate a incêndio é denotado por pesquisadores como Duarte (2008) e coautores: "A pergunta a ser feita não é se o incêndio irá ser controlado e extinguido, a pergunta a ser feita é Quando? Quando o incêndio atingir 20 kW, 40 kW ou 600 kW?" (DUARTE; RÊGO SILVA; PIRES, 2008).

Assim o mapeamento dos incêndios em edificações, através de uma metodologia simples, replicável e adequada, é um fator importante para a diminuição do tempo resposta e, conseqüentemente, para a mitigação de perdas humanas e materiais. Além disto, nesta pesquisa se busca dados consistentes dos incêndios em edificações na cidade de Recife, usando como lapso temporal 03 (três) anos, com ênfase qualitativa no primeiro, estabelecendo um edifício modal que incendiou na cidade.

Este modelo possui a área da edificação, sua natureza construtiva, sua ocupação ou finalidade, os objetos que entraram em combustão (carga incêndio), possíveis locais do foco inicial, entre outros pontos fundamentais para o estudo do fenômeno.

Examinaram-se com atenção as ocorrências de incêndio em edificações que provocaram mortes no período da pesquisa, visto sua relevância, pois estes são os sinistros mais indesejáveis possíveis, atentando contra um dos alicerces da sociedade: a manutenção da vida humana.

Através deste mapeamento foi estabelecido o 'Edifício Modal' o qual retrata de forma simplificada o tipo de edificação mais atingida por incêndios na cidade.

Como parte da pesquisa, foi realizado um experimento de incêndio real em um dormitório, um dos locais mais indicados para o foco inicial dos sinistros, em uma instalação em alvenaria do Centro de Treinamento do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco. Utilizando para tanto a mobília prevista no modelo para o quarto com dimensões compatíveis. Tal ensaio proporcionou dados evolutivos de temperatura e dinâmica do incêndio relevantes, como

também promoveu imagens do desenvolvimento do fenômeno com o uso de câmaras VHS e térmica, servindo de ferramenta para um debate acadêmico em torno da questão.

Compreende-se ainda, que o exercício investigativo de mensuração, análise e reflexão dos mapeamentos dos incêndios, o estabelecimento de modelos representativos destes fenômenos (Edifício Modal) e suas possibilidades e limitações podem trazer reais contribuições à melhoria da prestação do serviço público ora em debate. Apontam para a identificação dos pontos nevrálgicos e conseqüentemente propositura de melhoria, com resultados diretos na diminuição e até neutralização de danos materiais e dos incalculáveis prejuízos humanos deles derivantes.

Finalmente, o correto mapeamento dos incêndios e o estabelecimento de modelos locais podem promover um instrumento importante para a propositura de políticas públicas de prevenção, como a revisão de normas e a educação securitária preventiva, adequadas aquele território.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral:

Desenvolver e aplicar uma metodologia de mapeamento e análise dos incêndios em edificações, apontando para a construção de um 'Edifício Modal', desenvolvido através da moda estatística e que represente um conjunto de sinistros em determinado território e lapso temporal.

Inicialmente usou-se a cidade de Recife, Pernambuco, Brasil no triênio de 2011 a 2013, para exemplificar o postulado nesta tese.

1.1.2 Objetivos Específicos:

Desenvolver parâmetros para o mapeamento dos Incêndios em Edificações;

Realizar um mapeamento dos incêndios em edificações na cidade de Recife, no triênio (2011 - 2013);

Promover parâmetros claros e exequíveis para o estabelecimento de um modelo representativo da moda estatística dos incêndios em edificações em determinado tempo e território, sendo este modelo chamado de 'Edifício Modal'.

Estabelecer um 'Edifício Modal' com características construtivas, tipo de ocupação e carga-incêndio, representativo dos incêndios no triênio em estudo (2011-2013) na cidade de Recife;

Realizar ensaios de fogo em compartimento do 'Edifício Modal' encontrado, observando características de temperaturas, liberação de gases inflamáveis e dinâmicas da propagação do incêndio.

1.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Após a rápida introdução feita anteriormente, com a apresentação do problema estudado, suas implicações e desdobramentos. E a delimitação dos objetivos gerais e específicos do trabalho.

Será apresentada no item 2 a revisão bibliográfica que permeia esta tese, contemplando a gênese do serviço de combate a incêndio no Brasil e principalmente em Pernambuco. Discutindo a inexistência de estatísticas de incêndios estruturais no país. Rememorando os principais trabalhos sobre o problema dos incêndios em edificações, com especial atenção para os estudos sobre os casos que geraram letalidade. Trazendo à discussão os conceitos relacionados com a moda estatística, fundamentais para o estabelecimento do 'Edifício Modal', e, finalmente referendando os manuscritos que relatam experiências de incêndios reais.

A metodologia é dissecada no item seguinte, onde se relata os caminhos metodológicos para a aferição dos resultados.

O item 4 é reservado para a análise estatística dos incêndios em Pernambuco, na Região Metropolitana do Recife e finalmente na capital pernambucana.

O desenvolvimento do 'Edifício Modal' é descrito em detalhes no item 5 desta tese.

O estudo experimental de incêndio em escala real, baseado em um dos cômodos do 'Edifício Modal' é a pauta do item 6.

As conclusões e recomendações da pesquisa são descritas através do item 7.

Restando os itens 8 e 9, respectivamente dedicados as referências e ao anexo (relatório básico e de incêndio), usado como objeto para as primeiras aferições.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Buscando discutir o tema desta tese, far-se-á uma visitação aos temas base que permeiam a pesquisa.

2.1 COMBATE A INCÊNDIO NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Prometeu sobe ao céu com um galho de uma planta - o funcho -, rouba uma semente do fogo de Zeus e a traz para a terra ardendo no funcho. Prometeu distribui o fogo entre os homens, (...). O fogo roubado por Prometeu, que vem de uma semente de fogo, é um fogo que morre, deve ser vigiado para ser preservado. Tem um apetite semelhante ao dos mortais, faminto. (MINDLIN, 2002, p.152).

A importância do domínio do fogo como uma das mais espetaculares inovações tecnológicas vividas pela humanidade fica evidenciada no trecho acima, que de maneira metafórica expressa o tamanho da conquista e do risco que este domínio representa.

O fogo em essência é a reação química de combustão, ou ainda, de oxidação auto-sustentável onde são liberados luz, calor, fumaça e gases (SÃO PAULO, 2006). Portanto, com esta luz e principalmente calor, os primeiros seres humanos aqueceram-se, cozeram seus alimentos, afugentaram seus predadores, forjaram metais e realizaram mais uma gama de inovações que os ajudaram a aperfeiçoar suas relações com a Terra.

De tal forma, em essência, o fogo em suas várias formas tornou-se um instrumento poderoso à nossa espécie. Tão grande, porém, quanto este domínio tecnológico, são as preocupações com este fenômeno quando fora do controle humano. Incêndio é definido como o fogo que foge ao controle, progredindo de forma violenta e causando destruição (CORRÊA, 2006, p.36).

Sumariamente pode-se afirmar que o domínio do fogo foi uma das maiores conquistas da história da humanidade, contudo a perda deste domínio (incêndio) gera “um expoente no embate entre o homem e a natureza e vem

causando prejuízos e temores às sociedades ao longo da história” (SILVA e JESUS, 2010, p.2). Por sua vez Rybczynski (1996, p.104) argumenta que: “o incêndio pode ser considerado como um dos grandes males da civilização; (...) o homem tem enfrentado, ao longo da história, grandes e famosas catástrofes ligadas a incêndios.”

Visto o comentado acima, difícil é precisar a origem da arte de conter incêndios ou, como costumeiramente emprega-se, o Combate a Incêndios (CI). (LOBO, 2002). Remotamente ainda no Código de Hamurabi, imperador babilônico do século XVII a.C, são previstas um conjunto de regras de prevenção a incêndios (IBGE, 2010, *apud* CORRÊA, 2011, p. 38).

Segundo a mesma fonte, na China no ano 564 a.C., já existiam relatos de um grupamento de pessoas encarregadas de combater incêndios. Na Grécia, trezentos anos antes do início da era cristã, a atividade era exercida por grupos de escravos treinados. O primeiro registro oficial, porém, de uma brigada de contenção de incêndios é em 27 a.C. quando o Imperador Romano Augusto a institui, formada por soldados e escravos (NATIVIDADE, 2009, p.412).

Na Idade Média, tinha-se no incêndio um conceito relativo, pois se considerava que tal sinistro era algo inevitável e muitas vezes uma providência divina. Chegando o século XVI, espalha-se na Europa a produção dos artesãos. Nesse momento os incêndios tornam-se mais frequentes. Na metade do século XVII, se tinha como materiais básicos de CI, machados, enxadões, baldes e outras ferramentas.

Jan Van der Heyden, em 1672, inventa a “bomba de incêndio”, possibilitando um salto qualitativo na luta contra as chamas. Anos após o mesmo inventor ganha notoriedade, ao desenvolver mangueiras de incêndio de couro com conexões em bronze que, acopladas à bomba, puseram fim ao uso do balde com o lançamento de jatos de água direcionáveis.

Com relação ao 1º Corpo de CI moderno, fontes apontam em direções difusas. Alguns afirmam que o primeiro Corpo de Bombeiros Profissional foi criado em Berlim, Alemanha, em 1851 (IBGE, 2010, *apud*, CORRÊA, 2011, p. 39). Afirma-

se também, que no fim do século XVIII, em Paris (França), surge uma companhia de sessenta “guarda bombas”, uniformizados e pagos, sujeitos a disciplina militar e que deste marco histórico avante, os serviços se multiplicaram pelas grandes cidades da época, sejam administrados pelo Estado, sejam por iniciativa de companhias de seguro. Existe inclusive a hipótese que o primeiro Corpo de Bombeiros moderno tenha surgido em terras lusitanas em 1728, com o nome de Companhia de Fogo do Porto, criado por decreto de Dom João 5º (PEREIRA; PITA, 2007, p. 62).

2.1.1 Primeiro Serviço de Combate a Incêndio em Pernambuco

Desde o advento das capitanias hereditárias, que o nome Pernambuco ecoava como um pólo de desenvolvimento na então colônia portuguesa do Brasil. Baseado na agricultura e no comércio, o território que hoje se conhece por Estado de Pernambuco passou a ser cobiçado por nações européias. Ajuntando-se a isto a posição geográfica, a região Nordeste do Brasil, e em especial este Estado, à época chamado província, sofreram intensas dominações holandesas, no século XVII (DIAS, 2005, p.02).

É neste contexto que, após inúmeras derrotas no interior nordestino, no fim do mês de novembro de 1631, Olinda, que era, juntamente com Igarassu, pólo de desenvolvimento da colônia Portuguesa, e nesta data sofrendo invasão de holandeses, é incendiada quase que por completo, inaugurando a história de grandes sinistros em territórios pernambucanos, segundo Mello (2001, p. 52).

Tal fato tem por origem a chegada da esquadra de D. Antonio de Oquendo (Representante da Coroa Portuguesa), gerando enorme precipitação, por parte dos holandeses, que, superestimando o poder bélico da dita esquadra, abandonaram Olinda e atearam fogo na cidade, enquanto recolhiam-se para Recife, por julgar mais estratégico. Provavelmente este foi o primeiro grande incêndio em terras pernambucanas e brasileiras. Tal fato histórico foi evidenciado pelo autor português da época, Fernandes Gama. (GAMA, 1921, p.232).

Assim o Governo Batavo fortalece suas posições em Recife tendo como principal mola propulsora de desenvolvimento o Porto da cidade, que rapidamente ganha um complexo de armazéns e edifícios comerciais, além de servir como sede das residências oficiais dos líderes invasores. Os métodos logísticos precários, com os quais as mercadorias mais diversas eram armazenadas com muito pouco ou nenhum critério de segurança, acrescentando-se as intenções criminosas que visavam os prêmios de seguro, sendo, à época, hábito entre os holandeses a aquisição de apólices, criam a atmosfera para ocorrências de incêndios.

Desta feita é criado o primeiro serviço de Combate a Incêndios das Américas, como se pode observar no texto do livro “Tempo dos Flamengos”, do Professor José Antonio Gonsalves de Mello, quando faz tradução do documento original *Dagelijksche Notule*, ou simplesmente *Dag Notulen*, de 07 de agosto de 1636:

Outro serviço público importante foi o que criou o serviço de extinção de incêndios no Recife. Vê-se, também, que nesta ocasião o Recife já deveria contar com o número relativamente grande de construções, pois a cidade foi dividida, para referido fim, em dois distritos: o do Norte e o do Sul. Encarregados deles (na qualidade de brantmeesters) foram inicialmente Johan Schaep, do primeiro e do segundo Cristoffel Eyerschettel, aos quais foi incumbido: devem exercer a fiscalização segundo as instruções e fazer uma relação do que cada casa deve dar para a manutenção das vigias (MELLO, 2001: 60).

Quanto à abrangência, importância e legitimidade das *Dag. Notulen*, Miranda (2011), em sua tese de PhD pela Universidade de Leiden-Holanda, esclarece:

As *Dagelijkse Notulen* constituem um registro diário dos atos do governo da WIC '(West-Indische Compagnie – Companhia Holandesa das Índias Ocidentais)' no Brasil, formado pelo Conselho Político (1630-1637), Alto e Secreto Conselho (1637-1644) e Alto Governo (1644-1654). (MIRANDA, 2011, p. 20)

Assim, alguns pesquisadores (MELLO, 2001; CAVALCANTI, 2007; CORRÊA, 2011) apontam o pioneirismo do Serviço de Extinção de Incêndio na América ao Estado de Pernambuco, pois a *Dag Notulen* em destaque é instituída duzentos e vinte anos antes da fundação do “Corpo de Bombeiros Provisórios da Corte” (NATIVIDADE, 2009, p.412), decretada por Dom Pedro II em 1856.

Portanto em Pernambuco o primeiro grande, e criminoso, incêndio bem como o primeiro serviço organizado de combate a incêndios, contraditoriamente foram gerados por mãos holandesas.

2.1.2 Serviço de Combate a Incêndio na Província Portuguesa de Pernambuco

Quando da expulsão dos Holandeses, invasores que administraram a Província de Pernambuco por mais de duas décadas e implantaram o serviço de extinção de incêndios, houve a interrupção da execução do mesmo. Este serviço passa a ser realizado, de forma improvisada, por pessoas não profissionais (CORRÊA, 2011, p. 24).

Após a retomada de todas as posições, das mãos holandesas, Pernambuco volta a fazer parte do Brasil Colônia Portuguesa. As obras em infra-estrutura deixadas pelos holandeses catalisam o potencial do Porto do Recife, e elevam-no a um dos principais da Colônia, em pleno século XVIII. Porém, a situação de armazenagem, transporte e comercialização dos inúmeros produtos, em muito se distancia de uma prática segura, ficando evidente a preocupação com o atendimento de sinistros nos idos de 1788. Em 18 de fevereiro de 1788, o então Governador da província Dom Tomas José de Melo oficia ao Ministro de Ultramar, em Lisboa, pedindo a remessa de uma bomba para a extinção de incêndios. Meses depois, em 03 de novembro do mesmo ano, em novo ofício informa a chegada da dita bomba, conforme se vê:

Logo que se deu fundo a charrua de S. Majestade em que V. Exa. fez vir a bomba para apagar fogo, dei toda pressa para que desembarcasse e não seguiu sem fazer conduzir adiante de mim para o Colégio em que resido, mas não eram passadas dez horas quando se ateou um grande incêndio em um armazém cheio de alcatrão, palhas de coqueiro, caibros e madeiras (...) cercadas de casa (...); porém fazendo eu conduzir a bomba e água necessária para laborar, conseguiu-se, felizmente, que só ardesse a propriedade em que estava situado o armazém ficando ilesas as que lhe ficavam em redor (PEREIRA DA COSTA, *apud*, CAVALCANTI, 2007, p.29).

Como é visto a partir do fragmento acima os acontecimentos de incêndios e vidas em risco eram frequentes, sendo neste mesmo ano, 1788, especificamente em 21 de fevereiro, promulgado um regimento para os serviços dos navios ancorados no Porto do Recife, com o fim de socorrerem-se mutuamente por ocasiões de incêndios a bordo, entre outros sinistros (CAVALCANTI, 2005, p.30).

As estruturas portuárias padeciam com o binômio falta de estrutura logística e intenções criminosas, atingindo patrimônio e vidas humanas. Em 1855 já existe uma sofisticada organização de anúncio e combate dos sinistros. A forma de alarme desenvolvida nessa época era bem peculiar; os sinos da igreja mais próxima soavam informando o acontecimento de focos de fogo ou perigo a vidas, sendo repetidos os toques pelas igrejas no entorno, estas faziam soar o alarme a outras mais afastadas que repetiam o toque, até que todos os envolvidos fossem alertados. Esse hábito perdurou até o final do século XIX. (IAHGP, 1925, p.328).

Em que pese a engenhosidade da comunicação, nestes eventos não existia um grupo organizado e treinado, mas sim uma tentativa de ajuntar esforços para combater as chamas e salvar vidas.

Uma tentativa de diminuir o problema foi a lei provincial assinada em 8 de janeiro de 1855, por José Bento da Cunha Figueiredo, Presidente da Província, que normatizava um ajuntamento de esforços para o atendimento a incêndios.

É óbvio que por melhor que fosse a intenção de todos os envolvidos, um sistema rudimentar e complicado como este não era eficiente para prevenir ou sequer conter os incêndios. (CAVALCANTI, 2007, p.33)

Entre as tragédias constantes, destaca-se o incêndio do teatro Santa Isabel. Observando que em 1869, ano do evento, Recife continuava a ser uma cidade com ligações profundas com seu Porto. Os principais empreendimentos comerciais e boa parte de sua população estava concentrada nos Bairros da Boa Vista, Santo Antonio e São José, na verdade ilhas ou extensões de terra circunvizinhas à zona portuária, e tendo como grande centro cultural desta

cidade o dito teatro, que, além de abrigar as manifestações artísticas, era o ponto de encontro e debate dos intelectuais e poderosos. Mais do que um prédio que ardia em chamas, um símbolo daquelas pessoas decaía em brasa. O autor recifense Mário Sette em sua obra “Maxambombas e maracatus”, narra:

Tarde de 20 de setembro de 1869. Os sinos da igreja de São Francisco tocam a rebate. Outras igrejas imitam. A fumaça e as chamas bem altas indicam o Bairro de Santo Antônio (...) E a notícia corre tremenda, desoladora: o Teatro Santa Isabel está pegando fogo (...), vem a bomba do Arsenal da Marinha com os imperiais marinheiros, acodem os trabalhadores da capatazia da Alfândega. Escravos trazem baldes com água de um chafariz perto. Galopam praças da cavalaria (...) As labaredas lambem cenários, bombinelas, ribalta, velórios, espelhos, madeira, bastidores, cortinas, móveis (...) só ficam as paredes externas. Fora-se o Teatro Santa Isabel. (SETTE, 1981, p.93).

É nessa comoção após a perda do teatro e tudo o que ele representava, que é posta em cheque a eficiência do arranjo de esforços implementado em 1855, para combater e prevenir incêndios, e quase um ano após acalorada reação popular, o então Vice-Presidente da Província de Pernambuco, Francisco de Assis Pereira Rocha, sanciona a Lei nº 958 de 12 de julho de 1870, criando a Companhia de Sapadores Bombeiros (termo ainda hoje utilizado em Portugal)¹ na cidade do Recife. No documento é retratada uma companhia com oitenta praças² comandada por um Capitão (Engenheiro indicado pela Presidência da Província) com a responsabilidade de extinguir incêndios e realizar salvamentos de pessoas e bens, sendo subdividida em quatro frações de 20 homens onde um era o Sargento nomeado pelo comandante. Essa fração era responsável por um bairro do Recife. A legislação falava ainda do material: bombas, tonéis ou pipas montadas sobre rodas (veículos), escadas, machados, e todos os instrumentos cedidos ao serviço (CAVALCANTI, 2007, p.44-46). Destaca-se que esta lei não saiu do papel, por falta dos recursos necessários à implantação e ativação do serviço de extinção de incêndios. (PEREIRA, *apud*, CORRÊA, 2011, p.28).

¹ Sapadores Bombeiros, termo que designa os profissionais que trabalham no combate a chamas utilizando instrumentos hidráulicos (Bombeiros) e material de sapa como: pás, machados, enchadas etc.

² Praças, designação genérica para militares ou paramilitares que não ocupam postos de Oficiais.

De fato a Companhia de Bombeiros do Recife, apenas passa a existir quando é promulgada a Lei nº 1.860, de 11 de agosto de 1885. Seu texto já previa convênio de parceria entre o Governo da Província e as empresas de seguros existentes na época, com manutenção do serviço regido através da Lei nº 1.654, de 1882. Talvez este seja, oficialmente, um dos primeiros exemplos de Parceria Público-Privada (PPP) do Estado de Pernambuco.

Mesmo assim, após a promulgação da legislação acima mencionada, somente dois anos depois, a 23 de setembro de 1887, o Governo Provincial nomeava o Capitão Joaquim José de Aguiar, Comandante da Companhia de Bombeiros do Recife, sendo ativada em 20 de outubro de 1887 (CORRÊA, 2011, p.28). Essa data ainda é um marco histórico, sendo computada a idade corporativa do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco a partir deste fato.

A estatística oficial aponta que no primeiro ano de completa ativação (janeiro a dezembro de 1888) foram registrados 24 incêndios sendo 11 classificados como médios ou grandes (CAVALCANTI, 2007, p. 57).

Em que pese o embrião institucional do Corpo de Bombeiros do Estado de Pernambuco ser inegavelmente a Companhia instituída pela Lei nº 1.860, de 11 de agosto de 1885, a importância do serviço estabelecido no Brasil holandês, especificamente na cidade de Recife, é reconhecida na identidade corporativa, uma vez que, no século XXI, a instituição adotou o ano 1636, da época dos *Brantmeesters* - Mestres de fogo holandeses, na heráldica de seu brasão.

Figura 1 – Brasão do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco



2.2 ESTATÍSTICAS DE INCÊNDIOS ESTRUTURAIS NO BRASIL: DO 'ANUÁRIO' AOS DIAS ATUAIS

No Brasil a Segurança Contra Incêndio em Edificações já conta com uma literatura substancial, sobretudo no tocante ao comportamento de estruturas em situação de incêndio. Existem ainda pesquisas publicadas norteando metodologias de mapeamento de riscos de incêndio (SILVA e AZEVEDO, 2015) e parâmetros para projetos seguros (ONO, 2007). Todavia, os dados estatísticos deste tipo de incêndio não são contemplados, na profundidade adequada, pelos estudos mais conhecidos (CORRÊA, *et al.*, 2015).

A ausência de estatísticas consolidadas é percebida no *World Fire Statistic* (CTIF, 2013; CTIF, 2015) que reúne dados de mais de trinta países e que, até o ano de 2015 (dados de 2014), não possuía quase nenhuma citação dos incêndios no Brasil, mesmo com: seus grandes centros urbanos, território continental e população de aproximadamente 200 milhões de habitantes. Infelizmente, também estão ausentes do dito relatório outros importantes países da América Latina, como Argentina, Colômbia e México, deixando claro uma deficiência de dados que possam subsidiar um olhar para a questão no Subcontinente.

Estes relatórios da *International Association Fire and Rescue Service - IFRS*, tem uma rede de colaboradores e três pólos coordenando o estudo, a saber: Alemanha (*Berlin Fire and Rescue Academy – GFPA*), Rússia (*Academy of State Fire Service, Russia*) e Estados Unidos (*National Fire Protection Association – NFPA*) (CTIF, 2015).

Discutindo a falta de dados consolidados de incêndios em edificações no Brasil, observa-se que sem estes não há como dimensionar um problema, oculto ou nebuloso para as políticas públicas.

2.2.1 'Anuário' de Bombeiros

As ocorrências atendidas pelos Corpos de Bombeiros, inclusive os incêndios em edificações, começaram a ser computadas e divulgadas nacionalmente por meio do documento chamado 'Anuários Estatísticos' do IBGE (DUARTE, 1996 e DUARTE; RIBEIRO, 2008), sendo estes e outros dados referentes ao serviço de combate a incêndios, como a localização de estações de bombeiros, quantidade de pessoal, entre tantos dados, pauta do documento.

Moore (1994) em *whorkshop* sobre o tema, explicou as aferições feitas pelo IBGE:

Na série histórica de Anuários Estatísticos de 1937 a 1994, as informações sobre ocorrências de incêndios tornam-se sistemáticas a partir de 1951; os dados sobre efetivos dos Corpos de Bombeiros têm início no ano de 1966; as informações referentes aos municípios das capitais deixaram de ser divulgadas a partir de 1976 e no ano de 1990 os dados foram divulgados apenas para o total do Brasil, sem haver qualquer detalhamento por Estados ou por Municípios. (DUARTE, 1996)

Estes dados nos anuários foram divulgados até o ano de 1991, com dados de 1990. Na época foi alegada uma dificuldade de aferição pelo IBGE, relacionada ao custo de coleta e a fidedignidade dos dados, para a interrupção naquele ano, não sendo mais realizado desde então.

2.2.2 Década de 1990 e as Estatísticas de Incêndios

Com o fim da divulgação dos 'Anuários Estatísticos' nacionais, a descrição do problema da não aferição sistemática dos incêndios aflorou visivelmente e pesquisadores começaram a alertar para a necessidade da criação de um sistema nacional, como foi o caso de Negrisola (1992) ao discutir, no Seminário Nacional de Bombeiros em 1992, a proposição do dito sistema.

Destaca-se nesta época, o debate promovido pelo Comitê 24 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que reuniu membros da Academia (universidades), sociedade civil e Corpos de Bombeiros Estaduais, tendo como um dos pontos culminantes o 'Workshop Estatística de Incêndio' realizado no dia 07 de dezembro de 1995 (DUARTE, 1996), na cidade de São Paulo.

Nesta década, em 1997, foi criada no âmbito do Ministério da Justiça a Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), órgão que entre outras, tem por finalidade “implementar, manter e modernizar o Sistema Nacional de Informações de Justiça e Segurança Pública”. Apesar dos Corpos de Bombeiros estarem inseridos na Segurança Pública o sistema pouco ou nada contempla os milhares de atendimentos realizados por estes, inclusive os atendimentos a incêndios (BRASIL, 1997). Registram-se alguns dados quinze anos depois, ainda incipientes e sem detalhamento, das ocorrências de incêndio atendidas pelos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil no estudo: Perfil das Instituições de Segurança Pública, realizado pela SENASP (2013).

2.2.3 Normatização dos Registros de Atividades de Bombeiros

Os debates sobre o final da emissão dos ‘Anuários de Bombeiros do Brasil’ e a orfandade de informações deixada, continuaram em pauta por mais alguns anos. De forma a reposicionar a questão, no último mês de 1997 foi editada a NBR 14.023 sob o título ‘Registro de Atividades de Bombeiros’.

Esta norma tem por objetivos: “revelar a extensão do prejuízo e dos problemas de emergências; indicar os problemas que requerem ações adicionais e pesquisa; acompanhar o desenvolvimento do tratamento médico de emergência; orientar ações de prevenção e proteção, manuseio de materiais perigosos etc.; orientar o desenvolvimento efetivo de códigos, regulamentações e normas” (ABNT, 1997), nascendo assim com um largo e ambicioso espectro.

A norma traz uma série de definições, conceitos e critérios mínimos de aferição, lastreando um possível ‘Sistema Nacional de Coleta e Análise de Dados de Bombeiros’ (ABNT, 1997).

Destaca-se que a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, durante a pesquisa, foi perguntada sobre a vigência da norma respondendo: “A Norma ABNT NBR 14023 que está em vigor é de 1997, confirmada em 2014. Não houve revisões após essa data”. (ABNT, 2017)

Se informações sobre quantidade de pessoal e estrutura física dos Corpos de Bombeiros, relacionados no antigo anuário, não estão contempladas na norma, esta por sua vez não se restringe aos dados dos incêndios estruturais, contemplando dados de outros incêndios e mesmo atendimentos diversos realizados pelos Corpos de Bombeiros.

2.2.4 Liga dos Comandantes Gerais e as Estatísticas

A incipiência dos dados sobre incêndios em edificações (entre outros), principalmente devido à autonomia de aferição e método os quais os vários Corpos de Bombeiros estabeleceram para consolidar suas estatísticas ao longo da História, levou, em 2007, o Conselho Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil (LIGABOM) a estabelecer um modelo de aferição que permita uma ‘padronização’ nacional (LIGABOM, 2007). Esta recomendação, que também coadunada com a NBR 14.023, foi adotada por algumas das instituições. Apesar desta iniciativa recente, o Brasil ainda não possui um estudo estatístico nacional que expresse os números de forma detalhada, ou ainda um ‘Sistema Nacional de Coleta e Análise de Dados de Bombeiros’, proposto há muito por Negrisolo (1992) e ainda não operacionalizado.

Neste particular Duarte e Ribeiro (2008), ao estudarem a coleta de dados de incêndio no Brasil, afirmam: “Cada (Corpo de) bombeiro, de acordo até mesmo com a cultura da região onde se encontra, busca um determinado número e tipo de informação que considera mais importante”. Esta tese propõe que os formulários e conseqüentemente os dados aferidos em pesquisas devem ser compatíveis com a recomendação emitida pela LIGABOM e a NBR - 14.023, sob pena de pulverizar os já dispersos dados dos incêndios no país.

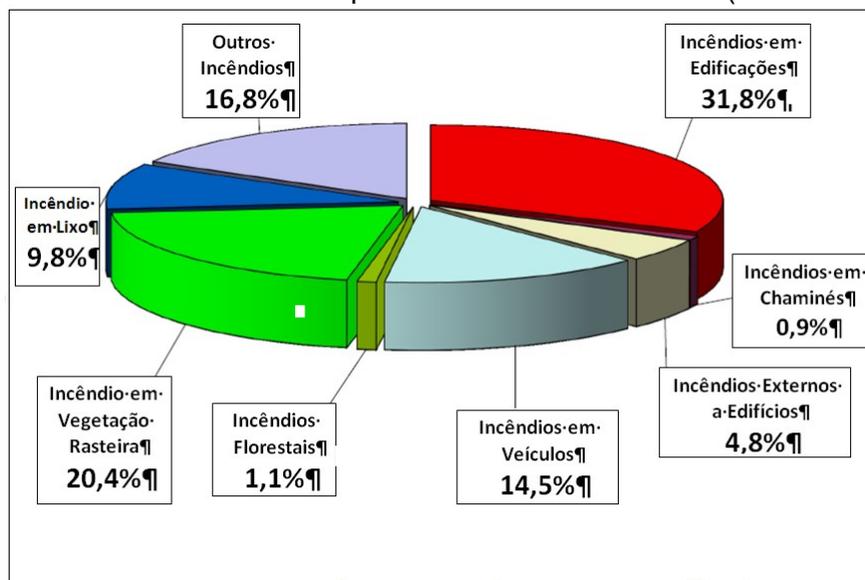
Por fim entende-se que o estabelecimento de modelos estatísticos de incêndios pode gerar objetos teóricos, hoje inexistentes, da dinâmica dos incêndios no Brasil. Fomentando a criação destes modelos pode-se, além dos benefícios já citados, ofertar novos parâmetros para testes de materiais de construção,

ensaios de resistência térmica, melhoria no projeto de produtos entre outros ensaios customizados à realidade brasileira.

2.3 INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES

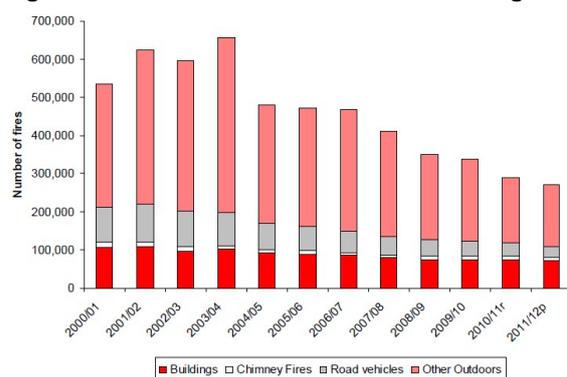
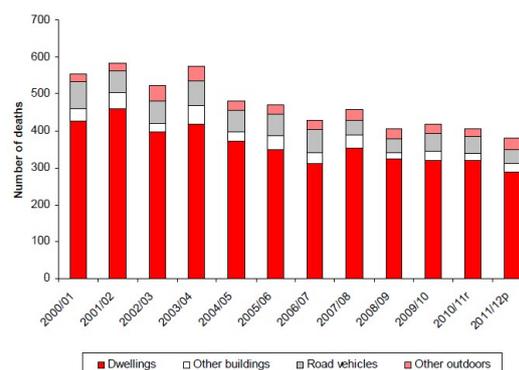
Incêndios em Edificações (comerciais, de prestação de serviço, industriais ou residenciais) são extremamente frequentes em todo mundo. Estima-se que este tipo de incêndio corresponda a aproximadamente um terço (1/3) de todas as ocorrências registradas. A Figura 2 confirma tal afirmação em um levantamento realizado em trinta e dois (32) países (IAFRS/CTIF, 2012, p.35).

Figura 2: Ocorrência de Incêndios pelo mundo no ano de 2010 (IAFRS/CTIF, 2012).



Fonte: IAFRS – CTIF (2012), com tradução livre do autor.

Oliveira (2013) ao descrever incêndios na Grã-Bretanha apresenta o número de incêndios havidos na Figura 3, enquanto na Figura 4 são vistos os números de mortes relacionadas com incêndios por grupo/local registrado na Grã-Bretanha (UK) de acordo com as estatísticas de incêndio do Departamento de Comunidades e Governo Local. A maioria das mortes foram em habitações queimadas (Figura 4).

Figura 3 – Incêndios na Grã-Bretanha e**Figura 4** – Mortes em Incêndios na Grã-Bretanha (2000-12)

Fonte: Extraído de Oliveira, 2013.

Os Estados Unidos da América (EUA) registrou 1,6 milhões de incêndios em 2005 com 3677 mortes, 83% dessas mortes ocorreram em incêndios em residências (Seito, *et al.*, 2008).

A cada ano, centenas de mortes e bilhões de dólares em perdas de propriedade ocorrem devido a incêndios (BUCHANAN, 2001). Drysdale (1998) relata que na Grã-Bretanha (UK) perdas diretas, tais como propriedade física, a vida humana, e na linha de produção devido incêndios exceder mais de £ 1 bilhão de libras esterlinas e mais de 800 mortes a cada ano.

Nos EUA as perdas financeiras devido a incêndios aproximam-se de 85 bilhões de dólares, de acordo com Quintiere (1998). O Canadá tem um custo anual devido a incêndios na ordem de 11 bilhões de dólares canadenses com base em 1991 e valores de acordo Schaeffer *et al.* (1995). A Dinamarca, em 1998, teve gastos com incêndios que chegam a 10.825 milhões de coroas dinamarquesas (MOLLER, 2001).

Os custos dos incêndios representaram 0,813% do Produto Interno Bruto (PIB) dos EUA, 0,864% do PIB Dinamarca e 0,729% do PIB do Reino Unido de acordo com Ramachandran (1998).

A Tabela 1 apresenta as despesas com perdas diretas e de óbitos devidos a incêndios nos anos de 2005 até 2007, segundo a Associação de Genebra (*apud*, OLIVEIRA, 2013).

Tabela 1 – Perdas Diretas e Mortes em Incêndios 2005-2007 (OLIVEIRA, 2013).

País	Perdas Diretas (em bilhões de Euros)				Mortes em Incêndios			
	2005	2006	2007	%PIB	2005	2006	2007	Mortes/100.000 habitantes
Alemanha	2.9	3.3	3.4	0.13	605	510	-	0.68
EUA	8.3	9.0	11.4	0.10	4000	3550	3750	1.23
França	3.4	3.3	3.4	0.19	660	620	605	1.02
Grã-Bretanha	2.1	1.8	1.8	0.30	515	515	465	0.82
Japão	2.3	2.4	2.1	0.12	2250	2100	2050	1.67

Os estudos e investigações acadêmicas, sobre os incêndios em edificações no Brasil são ricos na descrição de métodos de mapeamento de riscos (PIGNATTA e SILVA; COELHO FILHO, 2007), parâmetros para projetos seguros (ONO, 1997 e 2007), entre outros fatores relacionados à segurança contra incêndio.

Os dados estatísticos deste tipo de incêndio, contudo, padecem de investigações, sendo averiguado na literatura disponível apenas mapeamentos geográficos e análises estatísticas relacionadas a incêndio em vegetação (SOARES; SANTOS, 2002; SANTOS, 2004; MAGALHÃES, *et al.*, 2011; SOARES, *et al.*, 2013), sobretudo em áreas de preservação ambiental. Destaca-se que no estudo mundial já citado (IAFRS/CTIF, 2012) nenhum dado do Brasil ou de outro país da América Latina é descrito, ensejando a possibilidade de inexistência ou inconsistência de estatística nacional consolidada na área.

É inegável que após os grandes incêndios estruturais da década de 1970, sobretudo no Edifício András e Joelma, vivenciou-se uma 'reformulação das medidas contra incêndio no Brasil' (ZAGO; MORENO JÚNIOR; MARIN, 2015, p.50), contudo a contabilização analítica dos incêndios em edificações não acompanhou estas importantes iniciativas, de forma a contemplar nacionalmente uma estatística detalhada e segura.

Portanto aferir e analisar os incêndios em edifícios no Brasil, mapeando suas localizações, peculiaridades construtivas, tipo de ocupação, estimando o local dos focos primários, a população fixa e flutuante, as cargas incêndios consumida e existente, pode contribuir consideravelmente na implantação de políticas públicas de minimização do problema.

Compreender a lógica e a dinâmica do incêndio em edificação no Brasil, estabelecendo modelos e padrões, fortalecerá as bases da legislação contra incêndio, instrumentalizarão os serviços de combate com informações importantes e darão sedimento aos tomadores de decisão, que hoje agem sem uma base estatística consistente, podendo incidir em erros conceituais ou de execuções.

2.4 MORTES EM INCÊNDIOS

A preservação da vida é um fator preponderante em incêndios, sendo uma das pautas mais importantes no estabelecimento de Riscos de Incêndio. Fitzgerald (2004) estabelece parâmetros plurais de segurança contra incêndio em edificações, em um trabalho minucioso onde não apenas a proteção ativa (equipamentos para detecção, alarme e combate) e passiva (intervenções estruturais, compartimentações e intumescência) são levadas em conta. Mas também uma série de fatores humanos, como grau de treinamento dos ocupantes, idade das pessoas do interior das edificações, período de permanência, entre outros.

Ainda com base nas preocupações de sobrevivência e evacuação Hanea e Ben (2009) estudaram alguns incêndios letais na Holanda, país com maior densidade populacional da União Européia, buscando encontrar elementos comuns que possam subsidiar políticas públicas mais eficazes naquele país.

Ao analisar algumas cidades, dos 32 (trinta e dois) países estudados, no *Report* nº 17, vê-se uma clara relação entre grandes adensamentos populacionais e mortes derivadas de incêndios. Em Nova Deli (Índia) com seus 16 milhões de habitantes e uma média (2006-2010) de 376 mortes anuais no

quinquênio em estudo e Moscou com seus 11,5 milhões de habitantes e uma média anual de 351 vítimas fatais; São Petersburgo com 4,5 milhões de moradores e média de 260 vidas perdidas em incêndio ao ano e até mesmo Tóquio com 12,22 milhões de pessoas e uma média de 131 mortes por ano. (IAFSR/CTIF, 2012, p.45).

Tabela 2 – Mortes em Incêndios em algumas cidades do mundo (IAFSR/CTIF, 2012).

CIDADE	PAÍS	POPULAÇÃO (Millhões)	Média anual de Mortes em Incêndios (2006 a 2010)
Nova Deli	Índia	16,0	376 (23,50 mortes p/milhão)
Tóquio	Japão	12,2	131 (10,74 mortes p/milhão)
Moscou	Rússia	11,5	351 (30,52 mortes p/milhão)
Nova York	Estados Unidos	8,25	86 (10,42 mortes p/milhão)
Londres	Reino Unido	7,58	45 (5,94 mortes p/milhão)
Hong Kong	China	6,98	13 (1,86 mortes p/milhão)
São Petesburgo	Rússia	4,50	260 (55,55 mortes p/milhão)

Naturalmente uma legislação mais rigorosa no que tange a segurança contra incêndio, um aparelho de resposta rápido e eficaz para combater as chamas e uma mentalidade prevencionista disseminada, podem diminuir os números de incêndios e principalmente a sobrevida quando estes acontecem. Dados registrados em Hong Kong, Londres e Nova York com população de 6,98; 7,58 e 8,25 milhões de habitantes respectivamente e que tiveram médias anuais de mortes em incêndios no quinquênio (2006-2010) de 13, 45 e 86 (IAFRS/CTIF, 2012, p.45), demonstram que a diminuição destes números trágicos pode e deve ser perseguida.

Kobes, *et al.*, (2010) fazendo uma revisão na literatura sobre mortes em incêndios, afirmam que a face mais crucial da segurança contra incêndio (SCI) é a possibilidade e viabilidade de rotas de escape. O trabalho apresenta ainda a constatação que alguns paradigmas clássicos da SCI não são consistentes e que esta é uma área ainda carente de pesquisas e estudos. Este trabalho de revisão revela, entre outras ilações, que a 'psiconomia' (conhecimento derivante da psicologia e economia) é algo que influencia significativamente o

desempenho da resposta dos ocupantes da edificação em situações de incêndio. (KOBES *et al.*, 2010, p. 11)

Outro trabalho relevante sobre mortes em incêndio foi realizado nos Estados Unidos da América, mais especificamente na cidade texana de Victoria, onde foram analisados incêndios com vítimas fatais, no período de 1990 a 1995 (BRENNAN, 1999). No período foram constatados, pelo departamento de investigação local, 150 mortes, das quais 134 foram atribuídas a incêndios (94 eventos) acidentas ou de causa indeterminada e 18 advindos de incêndios (15 sinistros) intencionais. Nesse estudo verificou-se que as pessoas com menos de 5 anos e mais de 65 foram as mais atingidas e que eram fatores agravantes a condição de estarem dormindo ou sob efeito de álcool.

O problema de imobilidade após a constatação do incêndio, seja por dificuldade estruturais ou psicológicas, foi verificado em 3/4 das pessoas que estavam adormecidas e na metade das acordadas. Finalmente o estudo conclui que a influência de fatores individuais durante o início dos incêndios, tanto de vítimas fatais como de sobreviventes, são algo indispensável para modelar a resposta e direcionar a educação para na busca da Segurança Contra Incêndio (BRENNAN, 1999, p.305).

No Brasil ainda é raro estudos que tratem do mapeamento e análise de incêndios em edificações que promovem mortes. No contexto pernambucano recentemente foi publicado trabalho (CORRÊA, *et al.*, 2016) que discutia os incêndios letais e sua interface com o território e o trânsito. Os mesmos autores discutiram em outro trabalho os incêndios em edificações na cidade de Recife (CORRÊA *et al.*, 2015) e em um terceiro trabalho discutiu-se mais profundamente a questão dos incêndios com letalidade, sua frequência, localização na cidade, composição das estruturas incendiadas e dinâmicas. (CORRÊA; RÊGO SILVA; PIRES, 2017).

2.5 MODA ESTATÍSTICA

A moda estatística é denominada, juntamente com a média e a mediana, como uma medida de tendência central. A medida de tendência central por sua vez pode ser definida como: “um valor no centro ou no meio de um conjunto de dados” (TRIOLA, 1999).

Para efeito desta tese a moda a ser estudada é aquela que define “o valor que ocorre com maior frequência num conjunto de dados, isto é, o mais comum” (SPIEGEL, *apud*, ZATT, 2014).

O primeiro registro histórico de uso da moda estatística foi relatado por Wallis e Roberts, no seu clássico ‘Curso de Estatística’, e se refere ao cerco dos plateus pelos poleponésios no ano de 428 a.C., onde para escaparem, juntamente com os atenienses, também sitiados, do dito cerco, os plateus necessitavam forçar a passagem pelas muralhas inimigas. Para tanto deviam construir escadas que a alcançassem adequadamente o topo das muralhas, contudo não fossem excessivamente grandes, pois o excesso de tamanho e peso poderia ser um fator de desvantagem na batalha. Assim vários plateus contaram e recontaram a quantidade de fileiras de tijolos que tinham nos muros, e a partir da contagem mais frequente (a moda) as escadas foram construídas. (ZATT, p.131, 2014).

A moda estatística como conceito foi postulado inicialmente por Karl Pearson em 1895, que baseou-se na perspectiva de que um objeto frequentemente encontrado ou comportamento repetido socialmente, eram considerados como algo que ‘está na moda’, trazendo o conceito para a matemática. (GONÇALVES, *apud*, ZATT, 2014, p.132).

A mesma autora destaca que um conjunto de dados pode ser unimodal, bimodal, trimodal, ou plurimodal a partir da quantidade de modas semelhantes que apresente. Ou finalmente amodal, caso não apresente uma moda definida.

As três principais sistematizações da moda estatística apresentadas nesta tese, com base na autora de referência (ZATT, 2013 e 2014), são: Moda de Pearson, Moda de Czuber e Moda de King.

2.5.1 Moda Estatística de Pearson

Pearson constatou a existência de uma relação entre a média e a mediana que se adequava a conjunto de dados discretamente assimétricos (ZAT, 2014). Postulando que:

$$Mo = 3 Me - 2\bar{X}$$

Onde:

Mo – Moda Estatística; Me – Mediana; \bar{X} – Média

Outro conceito importante apresentado por Pearson é o de Moda Bruta (X_i), que nada mais é que o ponto médio, do intervalo modal de determinado conjunto de dados.

Exemplificando, em um caso hipotético de incêndios em edificações ocorridos em uma cidade com a distribuição a seguir:

Tabela 3 - Quantidade de Incêndios Hipotéticos em determinado Município

Nº de Incêndios (X)	Nº de dias (fi.)	X_i	fac	$X_i f_i$
5 /- 10	2	7,5	2	15
10 /- 15	8	12,5	10	100
15 /- 20	11	17,5	21	192,5
20 /- 25	6	22,5	27	135
25 /- 30	2	27,5	29	55
30 /- 35	1	32,5	30	32,5
	30	-	-	530

O intervalo modal seria de 15 a 20 incêndios diários e Moda Bruta igual a 17,5 incêndios.

A Média é definida pela equação:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i}$$

$$\text{Média} = \bar{X}$$

$\sum X_i f_i$ = somatório dos produtos frequência por ponto médio classe a classe

$\sum f_i$ = somatório da f_i .(total)

Assim a média no caso hipotético seria:

$$\bar{X} = 530 / 30 = 17,67 \text{ incêndios por dia.}$$

A Mediana (Me) apresentaria a seguinte formulação:

$$Me = li + \frac{Po - fai}{fi} \cdot h \quad \text{onde} \quad Po = \frac{\sum fi}{2}$$

Legenda:

Me = mediana

li = limite inferior da classe de localização da Me

Po = localização da classe da Me

fai = frequência acumulada classe inferior à da Me

fi = frequência simples da classe da Me

h = intervalo de classe

Assim para o exemplo em estudo, temos:

$$Po = 30 / 2 = 15, e;$$

$$Me = 15 + (15 - 10) / 11 \times 5 = 17,27 \text{ Incêndios por dia.}$$

Finalmente Pearson propõe sua moda, como:

$$\text{Moda de Pearson} = 3(Me) - 2(\bar{X})$$

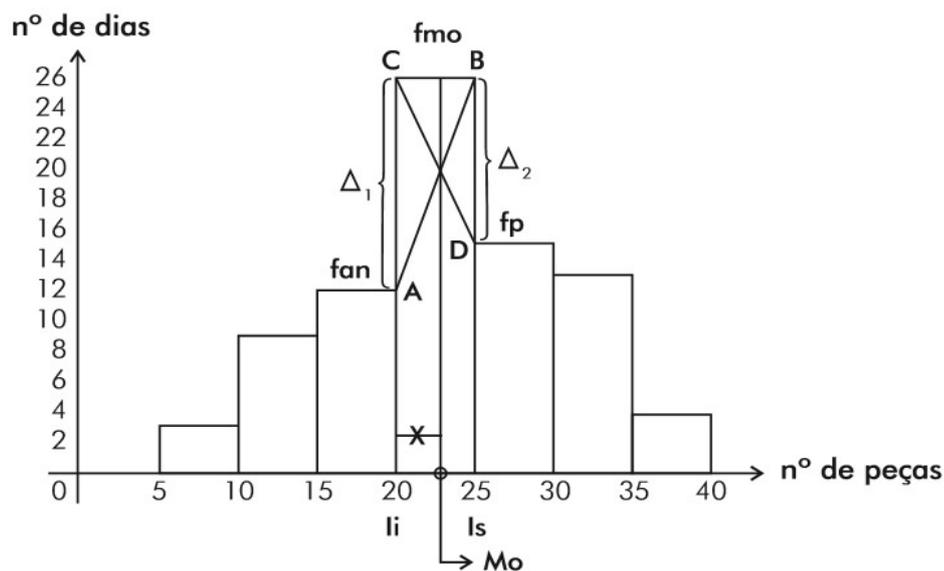
Neste caso hipotético:

$$\text{Moda de Pearson} = 3 (17,27) - 2 (17,67) = 16,47$$

2.5.2 Moda Estatística de Czuber

A Moda Estatística de Czuber tem uma interface gráfica da qual é derivada sua formulação numérica, apenas para ilustrar, observa-se a seguir a geometria desta moda, apresentada por Zatt (2014) para efeito de ilustração das vendas de peças durante 80 dias em um determinado estabelecimento comercial:

Figura 5 - Interface Gráfica da Moda Estatística de Czuber, apresentada por Zatt (2014)



Onde:

fmo = frequência modal
 fan = frequência anterior à modal
 fp = frequência posterior à modal
 h = intervalo de classe
 li = limite inferior da classe modal
 Mo = moda

Após as deduções matemáticas têm-se:

$$Mo = li + \frac{fmo - fan}{2fmo - (fan + fp)} \cdot h$$

Aplicando a Moda Estatística de Czuber, ao exemplo hipotético dos incêndios em um determinado município, vê-se:

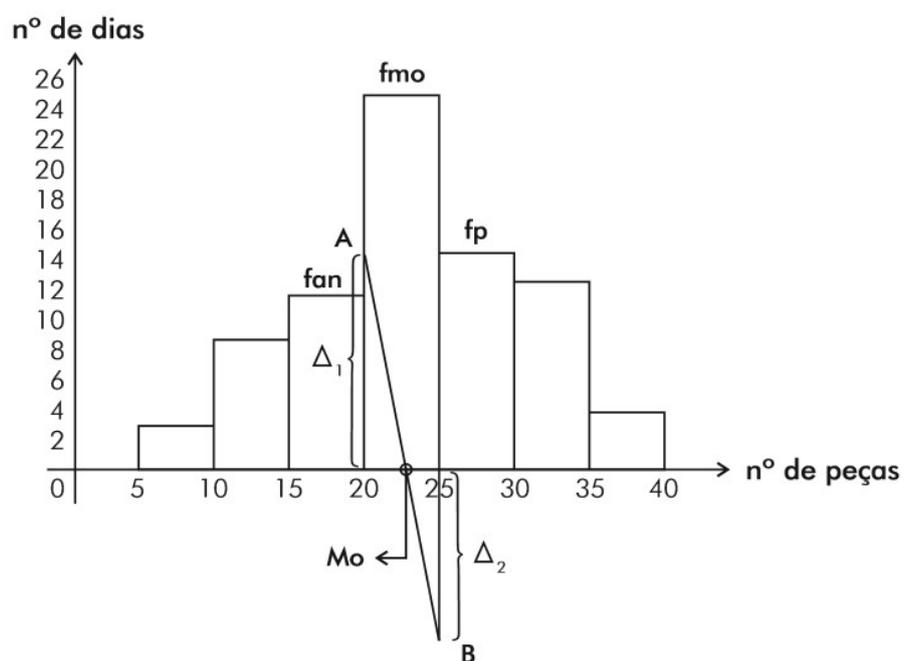
$$Mo = 15 + [11 - 8 / 2 \times 11 - (8 + 6)] \times 5$$

$$Mo = 16,88 \text{ (Moda de Czuber)}$$

2.5.3 Moda Estatística de King

King também postulou uma moda, inicialmente pela interface gráfica, evoluindo para uma formulação numérica, também neste caso se Zatt (2014) apresentou um a geometria para a venda de peças por uma loja, conforme segue:

Figura 6 - Interface Gráfica da Moda Estatística de King, apresentada por Zatt (2014)



A partir das deduções advindas da formulação geométrica, King propõe a seguinte equação:

$$Mo = li + \frac{fp}{fan+fp} \cdot h$$

Assim para o exemplo hipotético dos incêndios, tem-se:

$$Mo = 15 + (6 / 11 + 6) \times 5$$

$$Mo = 16,76 \text{ (Moda de King)}$$

Esta tese se utiliza destes conceitos para o estabelecimento do 'Edifício Modal', representativo dos incêndios em edificações na cidade de Recife, no período de 2011 a 2013.

2.6 EXPERIMENTOS DE INCÊNDIOS REAIS

É verdade que em muitos estudos são utilizados componentes estruturais submetidos a grandes temperaturas com o uso de fornos e painéis radiantes na busca de decifrar o comportamento destas estruturas em situação de incêndio (ZAGO *et al.*, 2016; PIRES *et al.*, 2012; LAIM *et al.*, 2014). A interação e a dinâmica dos componentes da carga-incêndio, o comportamento das ondas térmicas, o fluxo e efeitos dos gases inflamáveis, no entanto, impõem maior dificuldade em ser simulados precisamente em fornos ou laboratórios, sendo necessário a construção de experimentos específicos.

Os experimentos de incêndios naturais são eventos ainda raros no Brasil e na América Latina. Visto seus consideráveis riscos e custos, alguns estudos utilizam edificações que sofreram incêndios para através dos testemunhos e análises do cenário estimar o evento (SILVA FILHO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2007). Nestes casos o monitoramento da dinâmica do incêndio é perspectivo, geralmente recorrendo também à simulação através de software de fluidodinâmica computacional, como o *Fire Dynamics Simulator* (FDS) e o *SmartFire*.(TABACZENSKI, *et al.*, 2017)

Contudo algumas iniciativas de experimentos de incêndios reais merecem destaque, como o experimento realizado por Lorenzi e autores (2013), que estudaram o incêndio em uma casa mobiliada construída em chapas de aço com preenchimento de poliuretano. Destaca-se que o início deste sinistro se deu na sala da casa e buscava validar a segurança contra incêndio de uma tecnologia construtiva em expansão no sul do Brasil.

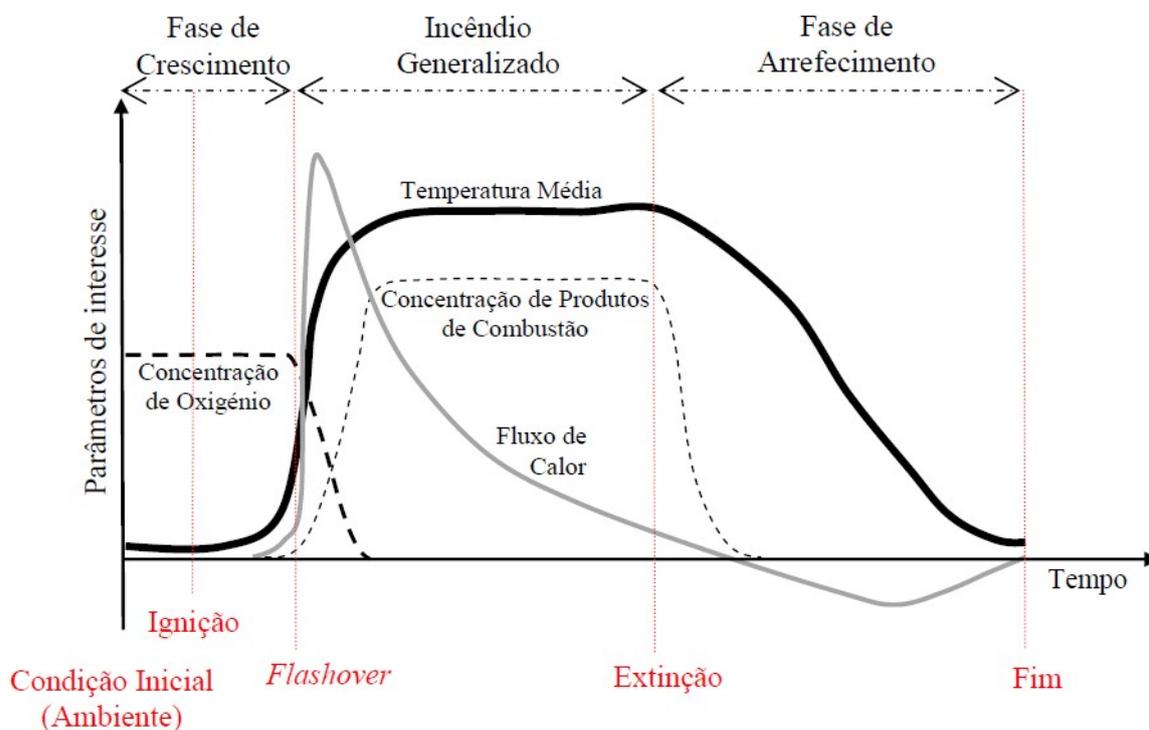
Na América do Norte e Europa Ocidental, onde a questão da Segurança Contra Incêndio é tratada com maiores investimentos, têm-se experiências interessantes como o grande experimento realizado pelo Instituto Nacional de

Padrões e Tecnologia – EUA (NIST), com o apoio do Corpo de Bombeiros de Nova York (FDNY) e da Agência Federal de Gestão de Emergências (FEMA). Nestes, uma série de 14 experimentos de incêndio real foram conduzidos em um prédio de 7 pavimentos, em que foram ensaiadas varias dinâmicas de desenvolvimento e combate as chamas. Todos os 14 eventos iniciaram com um incêndio na respectiva sala mobiliada (NIST, 2009).

Cardington no Reino Unido foi uma iniciativa de grande visibilidade. Na ocasião, uma equipe multidisciplinar analisou o incêndio natural em oito compartimentos previamente preparados, com revestimentos, carga-incêndio e condições de ventilação distintas, tendo como principal objetivo a busca do refinamento dos Eurocodes (LENNON; MOORE, 2003).

Resumidamente, em todos estes estudos, a curva de temperatura possui as características clássicas apresentadas na Figura 7:

Figura 7 - Representação da evolução de temperaturas associada aos diferentes parâmetros de um incêndio real compartimentado



Fonte: Extraído de Torero (2011).

2.7 PRINCIPAIS PONTOS DA REVISÃO

Neste capítulo de revisão, foram discutidos os primeiros serviços de Combate a Incêndio no mundo, no Brasil com especial interesse no Estado de Pernambuco, *lôcus* desta pesquisa.

As deficiências nas aferições estatísticas de incêndio no país, com foco nos incêndios estruturais, foram visitadas através da revisão dos trabalhos que tratam do tema, sendo esta preocupação cerne da tese aqui apresentada.

Manuscritos que tratam do fenômeno dos incêndios em edificações também foram analisados, buscando sedimentar o conhecimento construído na pesquisa.

A mais lamentável face dos incêndios, as mortes advindas destes, foi explorada através da literatura recente sobre o tema.

Os conceitos ligados a moda estatística, também foram visitados, buscando subsidiar o estabelecimento do modelo intitulado 'Edifício Modal', edificação representativa de um conjunto de estruturas que sofreram incêndio em um determinado intervalo de tempo e território.

Por fim alguns relatos de experimentos de incêndio foram trazidos, como subsídio para o planejamento, execução e debate do experimento concretizado na pesquisa. Finalizando assim esta breve revisão.

3. METODOLOGIA

O método desta tese baseia-se na concepção hipotético-dedutiva (LAKATTOS, 2011), presumindo que não existe no Brasil e em parte significativa da América Latina uma metodologia própria para o mapeamento dos incêndios em edificações. Este mapeamento, hipoteticamente, fornecerá subsídios para o enfrentamento da questão destes incêndios, que por vezes permanece silente visto a inexistência de dados mapeados e auditáveis.

Os métodos de análises estatísticas, com ênfase naqueles que podem contribuir para trabalhos no campo das operações de combate a incêndio, são empregados nesta pesquisa. Métodos analíticos e de geolocalização também são pauta do estudo, buscando entrelaçar a localização dos incêndios com características socioeconômicas locais, bem como compreender ainda quais as reais medidas para a minimização dos incêndios, sobretudo aqueles que produzem consideráveis prejuízos materiais e sociais, inclusive mortes.

O lapso temporal trabalhado foi o triênio 2011, 2012 e 2013.

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ATENDIMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES

A tomada de decisões supõe uma base consistente de dados dos incêndios, seus motivos, origem, temperaturas, reações químicas incompletas, velocidade de propagação, materiais queimados, carga incêndio etc. (DEL CARLO, 2008a)

Esta análise principiou com a aferição de dados já tabulados pelo setor de inteligência estatística do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco e principalmente por uma pesquisa documental (LAKATTOS, 2011) nos formulários de atendimento as ocorrências atendidas pela instituição.

3.1.1 Mapeamento Incêndios em Pernambuco

Inicialmente foram apresentados os dados dos incêndios em Pernambuco, buscando contextualizar a análise na cidade de Recife, sua principal cidade do ponto de vista populacional e econômica, sendo ainda a capital financeira e política do Estado federado.

A análise comparativa dos incêndios em Pernambuco foi empregada, na apresentação destes resultados, inicialmente inferindo o tamanho percentual das diversas modalidades de incêndio, com ênfase nos incêndios em edificações. Os comparando com as percentualidades encontradas em mais de 32 países e apresentados no já destacado *World Fire Statistic* (2012).

Também em análise comparativa são elencados oito países com população e territórios semelhantes aos encontrados no Estado Federado de Pernambuco, presentes no *World Fire Statistic* (2012). Verificando-se coincidências e divergências entre estas nações e o Estado de Pernambuco, cabe notar que em todo texto deixa-se claro que a comparação deve ser de caráter preliminar, visto a diferença (política, administrativa, econômica, de autonomia) entre um país e um estado no Brasil.

Para efeito metodológico foi buscado dados comparativos (população, quantidade incêndios, quantidade de bombeiros, entre outros), referentes às datas das aferições, respectivamente 2011 para Pernambuco e 2010 para os oito países.

3.1.2 Mapeamento de Incêndios na Região Metropolitana do Recife – RMR

Após rápida contextualização dos números relacionados ao grupo incêndios atendidos pelo CBMPE, são discutidos os incêndios em edificações na Região Metropolitana que circunda a cidade de Recife, no triênio 2011-2013.

Neste ponto é trazida à baila a classificação dos incêndios em edificações utilizada pela Ligabom, descrevendo os principais grupos de edificações atingidas por incêndios.

Os incêndios em edificações nos anos de 2012 e 2013 na RMR, são apresentados através de dados percentuais, conforme a classificação apresentada, verificando-se uma certa aderência no biênio.

Observado que o grupo percentualmente mais citado é o residencial, estes são descritos quanto ao município no qual ocorreram, também sendo apresentados, dentro do biênio (2012-13), por subclassificação (Unifamiliar, Multifamiliar, Coletivo e Outros).

Neste ponto vê-se que Recife é o município que mais concentra incêndios residenciais, apresentando números superiores ao somatório de todos os demais, fortalecendo a hipótese (Método Hipotético Dedutivo) de que o *locus* de pesquisa é significativo.

3.1.3 Mapeamento de Incêndios em Recife

Inicialmente os incêndios Gerais (todos os tipos) são apresentados, em números absolutos para a cidade de Recife.

Posteriormente a distribuição por bairro é apresentada, inicialmente em números absolutos e em seguida graficamente com o auxílio de cores, para discorrer a concentração dos sinistros em cada bairro, auxiliando também na localização geográfica dos eventos.

Os incêndios em edificações na cidade no ano de 2011 são separados em dois seguimentos: residenciais e não residenciais (reunindo todos as demais classificações). Neste ponto vê-se uma decisão pela moda dos edifícios residenciais, numericamente mais citados, dentre os incêndios em edificações, nos três anos estudados.

Dentre os incêndios em edificações residenciais em Recife no ano de 2011, faz-se um novo exercício de eleição por frequência de acontecimento (moda conceitual), convergindo para edificações unifamiliares.

Ainda com base no preenchimento do relatório da Ligabom, afere-se para a cidade de Recife no ano de 2011, os elementos construtivos mais freqüentes nas edificações atingidas por incêndios.

No mesmo relatório (Ligabom) tem-se o campo área construída, sendo apresentadas algumas opções de intervalos, além do ícone indeterminado. Assim, dentro dos resultados, são apresentados apenas o levantamento dos incêndios em edificações residenciais em 2011 no Recife.

A localização do início do incêndio é pauta de outro campo, do relatório em anexo, ficando os dados apresentados desta aferição, também expostos nos resultados.

Por fim, e não menos importante foram relacionados em listagem extensa, todos os objetos identificados como carga-incêndio consumida ou potencial, em todos os relatórios de incêndios residenciais em Recife em 2011, sendo aferido ao lado de cada item quantos sinistros computaram a citação daquele item.

3.2 MAPEAMENTO DAS MORTES EM INCÊNDIOS

A apresentação das mortes em incêndios (Recife – 2011) é feita de forma algébrica inicialmente e em seguida complementada com a descrição analítica, onde: a localidade, a Região Política Administrativa, a distância do Posto de Bombeiro, o horário do sinistro, a idade da(s) vítima(s) e as circunstâncias do ocorrido são descritas.

É feito ainda o exercício comparativo com as letalidades semelhantes ocorridas em cidades com população igualmente semelhantes (CTIF, 2012).

3.3 ESTABELECIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL

Com base nos resultados advindos do mapeamento de incêndio em edificações é estabelecido o 'Edifício Modal', uma edificação que se baseia na moda estatística, para a definição de: tipo de ocupação da edificação, elemento construtivo predominante, mobiliário (carga-incêndio) existente, entre outros.

Cabe destaque que o tamanho do 'Edifício Modal' foi estabelecido através da média ponderada dos intervalos elencados (4.3.1), utilizando o valor central de cada intervalo como referência no estabelecimento deste cálculo.

Destaca-se que a nomenclatura 'Edifício Modal', com este sentido descrito, não é encontrado na literatura de Segurança Contra Incêndio, sendo uma inovação desta tese.

3.4 METODOLOGIA DO INCÊNDIO EXPERIMENTAL

Observado o 'Edifício Modal' e a dinâmica do incêndio, derivante do mapeamento, foi estabelecido um ensaio experimental, que teve por base a necessidade de entendimento mais pleno do típico incêndio na cidade de Recife, *locus* da pesquisa.

Sendo estabelecido um dos dormitórios do 'Edifício Modal', como local a ser ensaiado, muito em função de ser um dos ambientes mais frequentemente apontado como de início do incêndio, e, o local onde mais foram encontradas vítimas fatais no ano de 2011.

A estrutura utilizada foi nas instalações de treinamento do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, onde uma sala foi reformada para o evento, ganhando mobiliário compatível com o dormitório da edificação modal, toda adquirido em uma loja de móveis usados na cidade, buscando a condição de fidedignidade com os sinistros ocorridos diariamente.

O ambiente foi instrumentado com 24 termopares, em uma haste no centro da sala (8 distribuídos a cada 30 cm de altura), nas peças de mobiliário e nas faces interna e externa das paredes.

Havia ainda o monitoramento por imagens convencionais e câmara térmica.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Neste capítulo são expostos os resultados desta pesquisa, iniciando pelo mapeamento dos incêndios em Recife (apresentando antes os números do Estado e Região Metropolitana).

4.1 APRESENTAÇÃO DO MAPEAMENTO DOS INCÊNDIOS

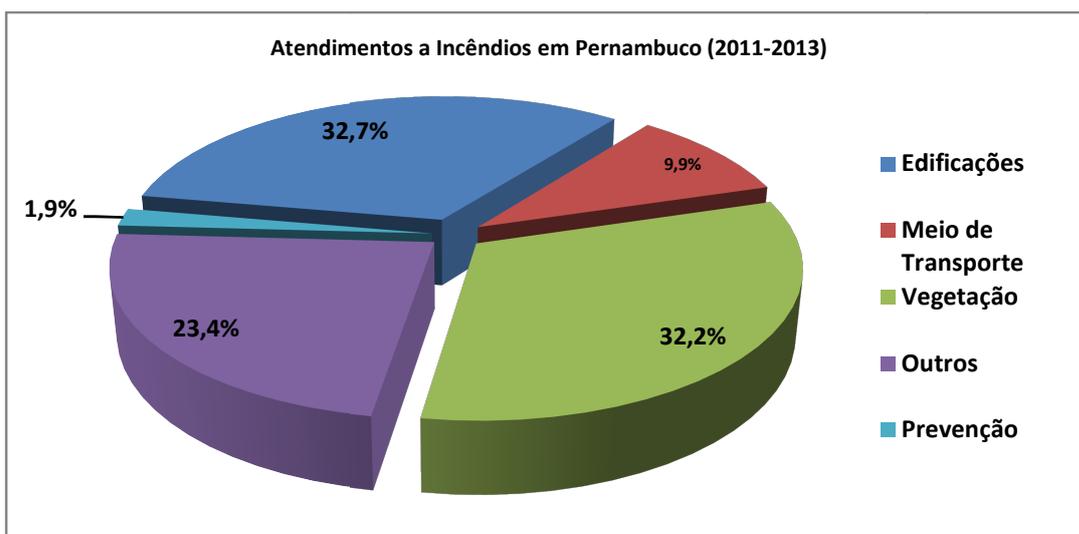
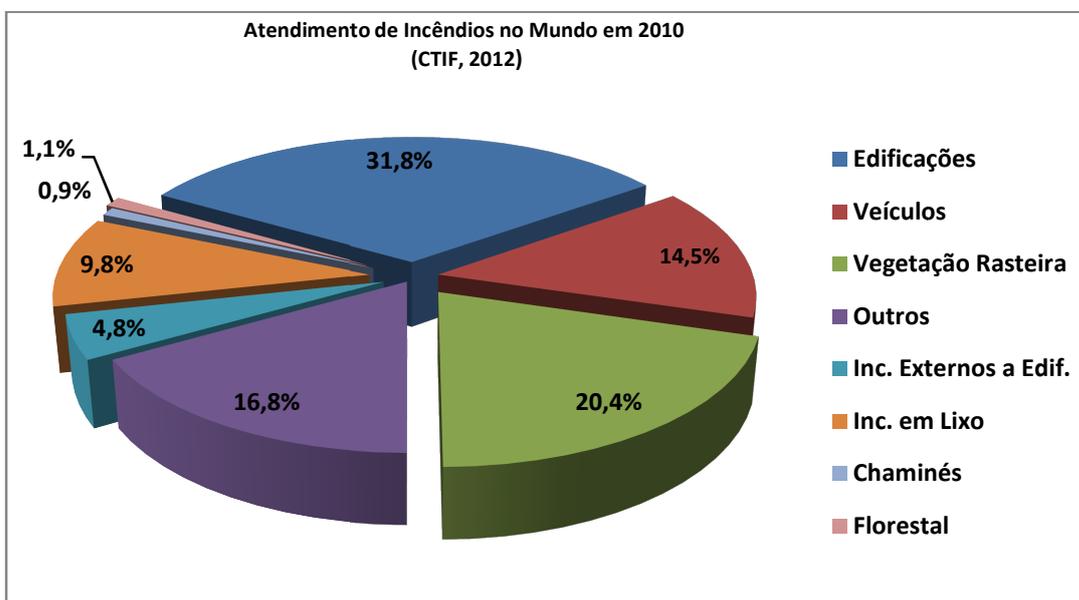
Como defendido em todo corpo desta tese o mapeamento dos incêndios no Brasil é uma necessidade, esta pesquisa busca apresentar os resultados de aferições e sistematizações que podem ser aderidas e comparadas com os números mundiais.

4.1.1 Apresentação dos Incêndios em Pernambuco

A clássica atividade dos Bombeiros no Brasil e no mundo, de combater incêndios, é estudada com minúcia pelo *W.F.S.Report* nº17 do CTIF/IAFSS, já apresentado neste texto.

Buscando uma comparação preliminar entre os dados dos países inventariados e o cenário local (Estado de Pernambuco) a pesquisa investigou o triênio 2011-2013 os comparando com os dados do '*World Fire Statistic*' em 2010, conforme verifica-se a seguir:

Figura 8 e 9 - Gráficos: Incêndios em 32 países no ano de 2010, adaptado do CTIF, 2012; e; Incêndios Atendidos pelo Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco.



Fonte: Adaptado da Figura 6 do Report nº17 – CTIF, 2012, p. 35; e; Seção de Estatística Operacional do CBMPE.

A similaridade dos incêndios em edificações é bastante significativo, ambos representam o tipo de incêndios com maior número de ocorrências, com cerca de 32% de todos os atendimentos de combate as chamadas.

Incêndios veiculares (CTIF/IAFSS) compatibilizados com os incêndios em meio de transporte (Pernambuco) apresentam números que correspondem a 14,5% em nível global e a quase 10% em nível local, demonstrando uma pequena diferença de perfis.

O *World Fire Statistic* (CTIF/IAFSS) divide os incêndios de vegetação em dois grupos, a saber: Florestais (*Forest*), compreendido por aqueles ocorridos em florestas devidamente caracterizadas como tal e incêndio em vegetação rasteiras intituladas '*Grass*', no Brasil conforme a padronização nacional, sugerida pela LIGABOM (2007), descrita na metodologia, a classificação é tida simplesmente como 'Incêndio em Vegetação', comparando os números de Pernambuco 32,15% com o somatório dos '*Forest*' e '*Grass*' do estudo mundial 21%, vê-se uma quantidade significativamente maior no âmbito local.

Importante observar uma característica da classificação do CTIF/IAFSS de especificar os Incêndios em Lixo ou '*Rubbish*', com numerosos 9,8%. Deve-se considerar que a ausência desta especificidade na classificação adotada pelo Corpo de Bombeiros de Pernambuco, pode explicar pelo menos em parte esta diferença, visto que incêndios em terrenos baldios que possuem vegetação rasteira e lixo podem estar sendo classificados simplesmente como Incêndio em Vegetação. Cabendo novas investigações para o aprofundamento da questão.

4.1.1.1 Incêndios em Pernambuco e alguns Países do Mundo

Compreendendo as reais diferenças existentes, do ponto de vista da organização dos serviços de bombeiros, da cultura prevencionista, da organização social existente entre um Estado Federado e um país com povo, território e governo singulares, faz-se um exercício de comparação analítica dos atendimentos a incêndios, no que couber, entre nações com população e/ou territórios semelhantes a Pernambuco e este mesmo Estado Federado.

O Estado de Pernambuco em 2010 tinha população, aferida em senso demográfico, de 8.796.448 habitantes (IBGE, 2015) e território de 98.149,119 quilômetros quadrados, possibilitando a inferência comparativa com Portugal, Bélgica, República Tcheca, Hungria, Bielorrússia, Áustria, Sérvia e Bulgária, visto suas semelhanças populacionais, conforme se nota na tabela a seguir:

Tabela 4 – População e Territórios de Países, contemplados no estudo ‘*World Fire Statistic – Report nº 17*’ e do Estado de Pernambuco, em 2010.

PAÍS – ESTADO FEDERADO	POPULAÇÃO EM 2010 (x 1000 habitantes)	TERRITÓRIO (em km ²)
Portugal	11.000	92.090
Bélgica	10.667	30.528
República Tcheca	10.517	78.866
Hungria	9.999	93.030
Bielorrússia	9.500	207.600
Pernambuco	8.796	98.149
Áustria	8.388	83.879
Sérvia	7.566	88.361
Bulgária	7.364	110.910

Fonte: Adaptado do Report nº17 – CTIF (2012), p. 25; e; IBGE, (2015).

Observa-se que além da semelhança populacional seis dos oito países selecionados, tem territórios que variam entre 78 e 118 mil quilômetros quadrados, e tendo por referência os pouco mais de 98 mil existentes em Pernambuco, afere-se também ‘certa’ semelhança territorial.

Ao observar o conjunto de atendimentos totais realizados pelos Corpos de Bombeiros, compreendendo aqui Corpos de Bombeiros como os serviços de Salvamento e Combate a Incêndios locais, e mais especificamente de incêndios, vê-se:

Tabela 5 – Atendimentos de Ocorrências e Incêndios atendidos pelos Corpos de Bombeiros de 08 (oito) Países, contemplados no estudo ‘*World Fire Statistic – Report nº 17*’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.

PAÍS – ESTADO FEDERADO	Atendimentos dos Corpos de Bombeiros em 2010	Incêndios Atendidos em 2010
Portugal	1.179.000	26.800
Bélgica	-**	27.095***
República Tcheca	-**	17.937
Hungria	82.034	16.756
Bielorrússia	46.901	10.023
Pernambuco	26.394*	4.445*
Áustria	202.996	34.364
Sérvia	38.333	17.304
Bulgária	41.198	25.030

Fonte: Adaptado do Report nº17 – CTIF, 2012, p. 21; e; Seção de Estatística Operacional do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, 2013.

* Estatísticas do ano de 2011, visto ser este o primeiro ano contemplado com publicação intitulada ‘Estudo Estatístico’.

** Dados não contidos no Report nº17.

*** Dados de Incêndios na Bélgica, apenas aferidos em 2008.

Verifica-se uma quantidade de atendimentos bastante elevada em alguns países como Portugal e Áustria, que podem ser explicados, pelo menos em alguma medida, pelas suas estruturas e diretrizes operacionais. Em Portugal, por exemplo, o serviço de transporte de pacientes para intervenções em hospitais é realizado, em parte, por ambulâncias de bombeiros, contudo o tamanho das estruturas de resposta, quantidade de bombeiros, descentralização de serviços, entre outros, são motivações significativas que merecem debate e pesquisa.

O número de incêndios atendidos variou de 10 a 27 mil nos países os quais são usados neste estudo, enquanto em Pernambuco apenas 4.445 foram atendidos, um indício, em princípio, que o aparelho público de resposta a Combate a Incêndios em Pernambuco carece de ampliação e descentralização. Assim têm-se uma subnotificação, derivante da presença de

serviço de Combate a Incêndio, público e organizado (Corpo de Bombeiros), apenas em parte dos 185 municípios de Pernambuco.

Pois em um território com uma ocupação, quase sempre, não programada, cidades com alta densidade demográfica, que coabitam com complexo de edificações subnormais (DEL CARLO, 2008b), e ao mesmo tempo uma verticalização construtiva e esbeltez (relação entre as dimensões da base e a altura da edificação) acentuada, as demandas advindas de incêndio tendem a ser grandes.

Observando as especificidades dos incêndios atendidos no ano de 2010 no mundo e em 2011 em Pernambuco, podem ser verificados na tabela a seguir:

Tabela 6 – Classificação de Ocorrências de Incêndios atendidas, pelos Corpos de Bombeiros de 08 (oito) Países, contemplados no estudo ‘*World Fire Statistic – Report nº 17*’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.

PAÍS – ESTADO FEDERADO	Distribuição dos Incêndios Atendidos em 2010 – 2011						
	Inc. Veículo	Inc. Chami- nés	Inc. Edif.	Inc. Flor.	Inc. Veg. Rast.	Inc. Lixo	Outros Inc.
Portugal	4.000	1.100	8.500	13.200	-	13.100	13.117
Bélgica	-	-	-	-	-	-	-
República Tcheca	2.155	304	5.259	732	558	5.202	3.727
Hungria	1.384	-	7.255	-	7.428	-	646
Bielorrússia	-	-	-	511	1.038	-	8.476
Pernambuco	402*	-	1.545*	1.411*		-	1.087**
Áustria	1.374	1.273	8.988	514	1.528	-	2.564
Sérvia	1.593	1.142	6.255	254	2.957	2.996	2.107
Bulgária	1.958	217	3.320	76	8.231	635	10.593

Fonte: Adaptado do Report nº17 – CTIF, 2012, p. 23; e; Seção de Estatística Operacional do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, 2013.

* Estatísticas do ano de 2011, visto ser este o primeiro ano contemplado com publicação intitulada ‘Estudo Estatístico’.

**Somatório de Outros Incêndios e Prevenções de Incêndio, visto este último subgrupo não estar contemplado no Report nº17.

Comparando os números totais de incêndios, visíveis nas tabelas 5 e 6, vê-se incongruências discretas nos somatórios, com exceção da Áustria que

apresentou pouco mais de 50% na tabela 6 do total de incêndios declarados na tabela 5, para este particular a hipótese sugerida, é a existência de outras classificações de incêndios na computação austríaca, não sendo compatibilizadas com o '*World Fire Statistic*', estando os outros eventos de incêndio cobertos nesta classificação particular.

Outra incongruência numérica relevante pode ser verificada nos dados de Portugal constantes nas duas tabelas (5 e 6), onde os Incêndios totais atendidos são aferidos em 26.800 (tabela 5) e quando dissecados na classificação da CITF/IAFSS (tabela 6), chegam a 53.017. A hipótese mais provável é relacionada à classificação de ocorrência de incêndios em Portugal, pois somados os incêndios em edificações, vegetação, chaminés e veiculares, chega-se aos mesmos 26.800, estando na hipótese levantada, os incêndios em lixo e outros incêndios contabilizados em outro grupo de ocorrências.

Quanto ao padrão de atendimento verifica-se uma predominância de incêndios em edificações na República Tcheca, Áustria e Sérvia, sendo também este o perfil do estado federado de Pernambuco, em que pese a diferença quantitativa de eventos, já relatada anteriormente.

Portugal, Bulgária e Hungria tem como subgrupo mais numeroso o incêndio em vegetação, estando Portugal usando a terminologia 'Florestal' e Bulgária e Hungria com a especificidade 'Vegetação Rasteira'.

A Bielorrússia com expressivos números na classificação 'Outros Incêndios', não deixa claro a distribuição dos incêndios atendidos em seu território.

Destaca-se ainda que a Hungria seja o país que apresenta uma distribuição percentual mais parecida com o Estado de Pernambuco, tendo o país Europeu Incêndios em Edificações, Vegetação e Veicular estimados em 43,4%; 44,4% e 8,3%, enquanto Pernambuco tem atendimentos respectivos com percentuais de 34,8%; 31,7% e 9,0%.

4.1.1.2 Resposta a Incêndios em Pernambuco e em alguns Países do Mundo

Buscando compreender as diferenças numéricas entre os atendimentos de incêndios em Pernambuco e em países com população e por vezes territórios semelhantes, observam-se as estruturas e recursos humanos empenhados na resposta deste tipo de sinistro, reiterando que as diferenças entre um Estado Federado e um país, devem ser consideradas na análise.

A quantidade de bases ou, no caso particular de Pernambuco, quartéis, a quantidade de bombeiros disponíveis, são comparados a seguir:

Tabela 7 – Distribuição dos Recursos para Combate a Incêndios nos Corpos de Bombeiros de 08 Países, contemplados no estudo ‘*World Fire Statistic – Report nº 17*’ e do Estado de Pernambuco, em 2010.

PAÍS – ESTADO FEDERADO	Estações de Bom- beiros	Bombeiros		Proporção de Estações de Bombeiros Por 100 mil hab.	Proporção Bombeiros Profissionais por 100 mil hab.	Proporção Bombeiros por 100 mil hab
		Profis- sionais	Volun- tários			
Portugal	473	4.100	45.000	4,30	37,27	446,36
Bélgica	252	5.519	12.231	2,62	51,74	166,40
República Tcheca	7.925	12.420	73.422	75,35	118,09	816,22
Hungria	112	9.037	12.036	1,12	90,38	210,75
Bielorrússia	-	11.351	8.055	-	119,48	203,89
Pernambuco*	22*	2.547*	-	0,25*	28,95*	28,95*
Áustria	890	2.447	259.984	10,61	29,17	3.128,65
Sérvia	720	2.271	8.500	9,52	30,02	142,36
Bulgária	672	7.766	457	9,13	105,46	111,66

Fonte: Report nº17 – CTIF, 2012, p. 29; IBGE (2015); e; Diretoria de Gestão de Pessoas do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco.

* Dados calculados a partir da população de 2010, estações de Bombeiros e número de Bombeiros em Pernambuco, no mês de fevereiro de 2011. Tendo por fontes o IBGE e Diretoria de Gestão de Pessoas do Corpo de Bombeiros Militar.

As diferenças entre as quantidades de bombeiros existentes nos oito países estudados e principalmente a quantidade de bases ou quartéis são visíveis em desfavor do serviço análogo, existente em Pernambuco, traduzindo, em grande parte a baixa taxa de atendimentos a sinistros e em especial a incêndios. Exemplo gritante advém da Áustria com uma população inferior a Pernambuco

e quantidade de bases de bombeiros que chegam a ser mais de quarenta vezes mais numerosas. Ou ainda a Bielorrússia, país do Leste Europeu que possui quase seis vezes mais bombeiros profissionais que Pernambuco, não sendo computado nesta comparação o contingente de bombeiros voluntários.

Buscando outra comparação vê-se a seguir um quadro produzido a partir das quantidades de atendimentos realizados e distribuídos, através de média simples, pelas bases e bombeiros:

Tabela 8 – Atendimentos X Recursos, para Combate a Incêndios nos Corpos de Bombeiros de 08 Países, contemplados no estudo ‘*World Fire Statistic – Report nº 17*’ em 2010 e do Estado de Pernambuco, em 2011.

PAÍS – ESTADO FEDERADO	Atendi- mentos realiza- dos pelos Bom- beiros	Incêndios Atendidos pelos Bom- beiros	Quantidade de Bases ou Quarteis	Proporção de Atendimentos por Estações de Bombeiros	Quantidade de Bombeiros Profissionais	Proporção de Incêndios atendidos por Estações de Bombeiros	Proporção de Incêndios atendidos por Bombeiros Profissionais
Portugal	1.179.000	26.800	473	2.492,60	4.100	56,66	6,54
Bélgica	-**	27.095***	252	-**	5.519	107,52	4,91
República Tcheca	-**	17.937	7.925	-**	12.420	2,26	1,44
Hungria	82.034	16.756	112	732,45	9.037	90,38	1,85
Bielorrússia	46.901	10.023	-	-**	11.351	-**	0,88
Pernambuco*	26.394*	4.445*	22*	1.199,72*	2.547*	202,05*	1,75*
Áustria	202.996	34.364	890	228,08	2.447	38,61	14,04
Sérvia	38.333	17.304	720	53,24	2.271	24,03	7,62
Bulgária	41.198	25.030	672	61,31	7.766	37,25	3,22

Fonte: Report nº17 – CTIF, 2012; IBGE (2015); Diretoria de Gestão de Pessoas do CBMPE; e; Seção de Estatística Operacional do CBMPE.

Diante desta realidade faz-se necessário considerar a diferença existente entre um Corpo de Bombeiros de um Estado Federado em uma região (Nordeste) economicamente pobre do Brasil, imerso na América Latina, com países europeus alguns com índices e indicadores que inspiram uma consistente cidadania. Pode-se observar ainda na tabela acima, que a diferença nos números de atendimentos e, sobretudo, atendimentos a incêndios no Estado de Pernambuco são substancialmente inferiores aos Países usados na comparação, sobretudo pela deficiência no número de bombeiros e principalmente o número de unidades de bombeiros. Demonstra-se uma emergência na descentralização dos serviços, como também a necessidade de

um consistente aporte de pessoal e de recursos materiais, pois a quantidade média de atendimentos realizada por cada bombeiro e por cada base de bombeiros se iguala e, em alguns casos, suplanta o parâmetro internacional.

Destaca-se que este é um serviço que exige investimentos na instalação e manutenção sendo estimado em estudos internacionais (BADRI *et al.*, 1998), em 1,36 milhões de dólares, o custo da manutenção de uma 'estação de fogo'. Não sendo conhecido pelo autor desta tese, estudo análogo (Custo de serviço de Bombeiros) em Pernambuco ou mesmo no Brasil.

Ao compararem-se os atendimentos realizados pelos bombeiros em Pernambuco com o compitido dos atendimentos realizados no mundo, utilizando o critério percentual, têm-se uma semelhança consistente, sobretudo nos incêndios em edificações.

Todavia comparando os números absolutos dos atendimentos dos bombeiros pernambucanos com os serviços análogos de oito países, os quais possuem população e território semelhante, têm-se uma diferença substancial em desfavor do Estado Federado.

Buscando-se examinar diferenças na estrutura de primeira resposta a sinistros nos oito países e em Pernambuco, vê-se indícios que os números inferiores de atendimentos e focalmente atendimentos de combate a incêndio, relacionam-se com uma quantidade relativamente pequena de bombeiros profissionais e principalmente bases ou quartéis, os quais abriguem este importante serviço público.

Intui-se, a partir dos dados coletados na pesquisa, que a população pernambucana vivencia uma carência deste serviço, sendo a necessidade superior a capacidade e efetividade do atendimento, por parte do Estado.

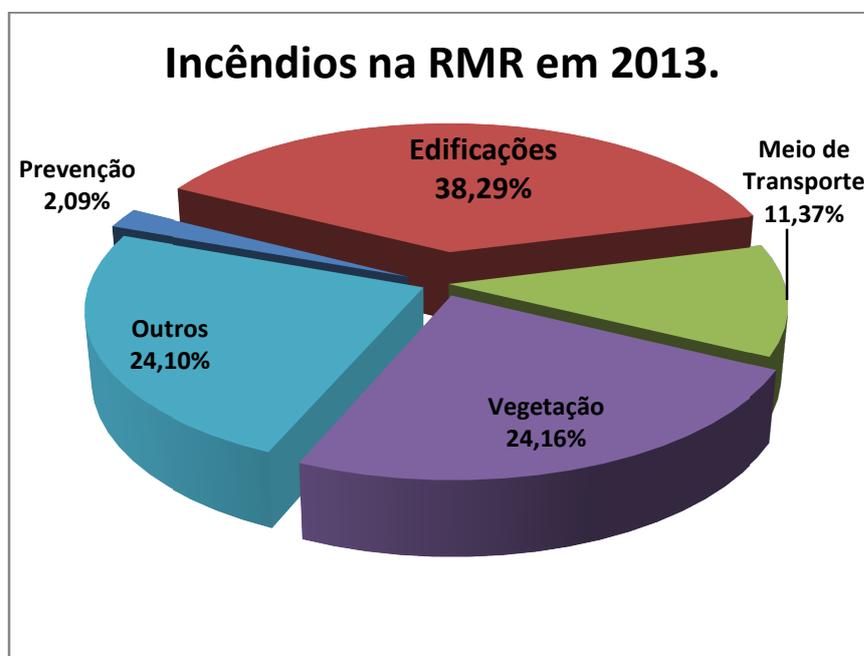
4.1.2 Apresentação dos Incêndios na Região Metropolitana do Recife

Detendo-se apenas no Grupo Incêndio, os sinistros na Região Metropolitana do Recife aumentam em 2012 em relação ao ano anterior e diminuíram no ano posterior, tal recuo advém, em grande parte, do excessivo número de incêndios em vegetação ocorridos em 2012, derivante do ápice de um período seco na Região.

Esta excepcionalidade de 2012 promoveu o primeiro registro anual em que os incêndios em vegetação foram mais numerosos que os em edificações, tanto no Estado de Pernambuco como na RMR.

Em 2013, com um retorno a média histórica de chuvas e temperaturas (APAC, 2014), tem-se, também, um retorno dos percentuais de subgrupo de incêndios a níveis corriqueiros, isto é incêndios em edificações mais numerosos que em vegetação.

Figura 10 – Incêndios na RMR por Subgrupo, em 2013



Assim dos 3.403 incêndios atendidos em 2013 na RMR, o subgrupo mais numeroso (38,29% - 1.303 eventos) corresponde a edificações: residenciais, comerciais, depósitos, hospitalares, industriais, escolares, entre outras.

4.1.2.1 Incêndios em Edificações na Região Metropolitana do Recife – RMR

Nesta pesquisa adota-se a classificação das edificações proposta na Tabela 9 que é utilizada pela Ligabom (2007).

Tabela 9 - Classificação dos Incêndios em Edificações

Classificação	Exemplos
Residenciais	Unifamiliar-Casa; Multifamiliar-Apartamento; Coletivo-Pensionato.
Especiais*	Armazém, Galpão ou similar**; Lixão, Entulho e similar; Terreno Baldio, Lote vago ou similar.
Comerciais	Agência de Veículos; Barbearia, Salão de Beleza; Loja de Departamento; Padaria.
Depósitos	Plástico ou similar; Borracha, pneu.
Industriais	Algodão, tecido ou similar; Alimentícia, massas ou similar, Química, Petroquímica.
Concentração de Público	Estádios; Igrejas e similares; Restaurantes; e; Bares e lanchonetes.
Hospitalares	Hospitais, Clínica, policlínicas ou similares.
Escolares	Creche; Ensino Fundamental e médio; Ensino Superior; Ensino Técnico.
Transitórias	Hotel; Motel; Pousada; Apart-hotel.
Outras	Edificações não especificadas em outra classificação.

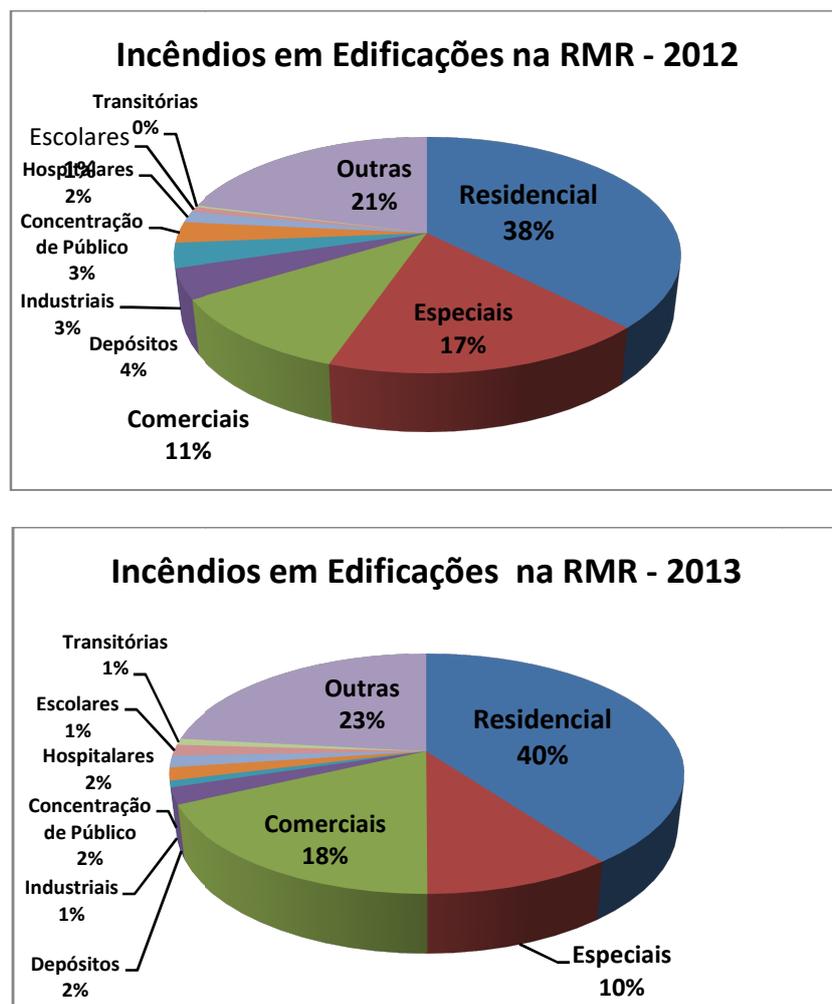
Fonte: Relatório Operacional de Atendimento a Incêndios – LIGABOM (2007).

* Apesar de ser classificada como incêndios em edificações, alguns itens, não caracterizam-se como edificações propriamente ditas, onde por vezes aproxima-se do “*Rubbish*”(incêndio em lixo) do Report nº17 (IAFRS/CTIF, 2012).

** Para efeito deste estudo serão analisados, qualitativamente, apenas os Incêndios em Edificações Especiais que se relacionem a Armazéns e Galpões.

Vê-se claramente uma predominância de incêndios em residenciais, computando-se respectivamente 38% e 40% dos totais em 2012 e 2013. Assim para esta região metropolitana é importante uma ênfase nos incêndios em domicílios. Ao observar os atendimentos de Incêndios em Edificações na RMR, nos anos de 2012 e 2013, vê-se a seguinte representação gráfica.

Figura 11 – Incêndios em Edificações na RMR, por classificação, em 2012 e 2013



Nem todos os endereços estão claramente grafados, possibilitando uma localização precisa, contudo, observando aqueles incêndios em residências ocorridos na RMR (2012-2013) e considerando os endereços localizados têm-se:

Tabela 10 - Incêndios em Residência na Região Metropolitana (2012-2013)

Município			Tipo de Residência			
	2 0 1 2	2 0 1 3	Unifamiliar Casa	Multifamiliar Apartamentos	Coletivo Pensionato	Outros
Abreu e Lima	0	1	00	00	00	01
Cabo de Stº Agostinho	18	12	27	01	00	02
Camaragibe	0	2	02	00	00	00
Igarassú	1	0	01	00	00	00
Ipojuca	4	4	08	00	00	00
Itapissuma	1	0	01	00	00	00
Itamaracá	0	2	02	00	00	00
Jaboatão dos Guararapes	57	52	84	21	00	04
Olinda	46	31	55	7	00	15
Paulista	16	20	21	10	00	04
Recife	169	189	283	67	02	13
São Lourenço da Mata	2	0	02	00	00	00

A cidade de Recife concentra a maioria dos incêndios em residências da Região Metropolitana, sendo estes mais predominantes em Edificações Unifamiliares ou simplesmente ‘casas’, edificadas quase sempre com um único pavimento e destinando-se a habitação de uma só família. Destaca-se que este é o único Tipo de Edificação (TIPO A – COSCIPE, 1996) a qual não há previsão de sistema preventivo contra incêndio (fixo ou móvel), nos principais códigos e normas de segurança contra incêndio do Brasil (SÃO PAULO, 2011; RIO DE JANEIRO, 1976; MINAS GERAIS, 2008; DISTRITO FEDERAL, 1988; RIO GRANDE DO SUL, 2013; PARANÁ, 2014; SANTA CATARINA, 1994).

4.1.3 Apresentação dos Incêndios em Recife

Incêndios em Recife são constatados diariamente, chegando a somar 3.746 no triênio em Estudo, assim distribuídos por ano: em 2011 - 946; em 2012 - 1.505; e; em 2013 - 1.295 Incêndios.

4.1.3.1 Incêndios em Recife por Bairros

Os bairros são divisões geográficas muito utilizadas nos municípios brasileiros. Os Incêndios e mais especificamente os Incêndios em Edificações são apresentados por bairro na tabela a seguir. Escolhe-se por parâmetro a divisão por bairros, adotada pela prefeitura da cidade (RECIFE, 2014):

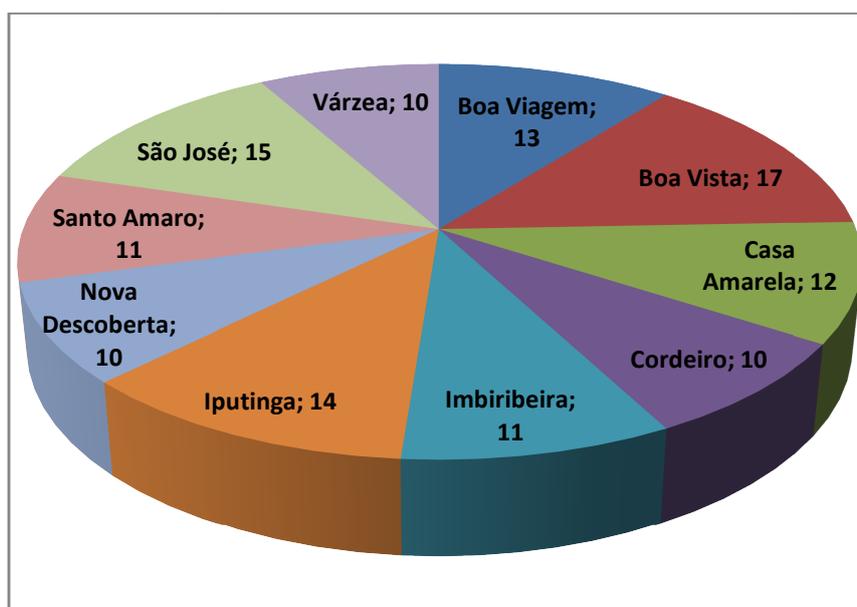
Tabela 11 – Incêndio em Edificações nos Bairros de Recife (2011)

Bairro	Incêndios em Edificação	Bairro	Incêndios em Edificação
Aflitos	4	Estância	1
Afogados	9	Graças	4
Água Fria	8	Guabiraba	2
Alto do Mandu	1	Hipódromo	1
Alto José Bonifácio	3	Ibura	1
Alto José do Pinho	2	Ilha de Joana Bezerra	5
Alto Santa Terezinha	1	Imbiribeira	11
Apipucos	2	Ipsep	3
Areias	8	Iputinga	14
Arruda	2	Jaqueira	1
Bairro do Recife	1	Jardim São Paulo	4
Barro	1	Linha do Tiro	9
Beberibe	6	Macaxeira	1
Boa Viagem	13	Madalena	5
Boa Vista	17	Mangabeira	1
Bomba do Hemetério	2	Mangueira	2
Brasília Teimosa	2	Monteiro	1
Brejo da Guabiraba	1	Mustardinha	2
Cajueiro	1	Nova descoberta	10
Campina do Barreto	5	Pina	7
Campo Grande	8	Prado	3
Casa Amarela	12	Rosarinho	1
Casa Forte	2	San Martin	2
Caxangá	4	Sancho	1
Cidade Universitária	3	Santo Amaro	11
Coelhos	3	Santo Antônio	7
Cordeiro	10	São José	15
Córrego do Genipapo	1	Soledade	1
Curado	1	Tamarineira	3
Derby	4	Tejipió	3
Dois Irmãos	1	Torre	8
Dois Unidos	3	Torrões	3
Encruzilhada	6	Totó	1
Engenho do Meio	3	Várzea	10
Espinheiro	1	Vasco da Gama	5

Vê-se claramente que os incêndios em edificações em Recife são dispersos, estando presentes no ano de 2011 na maioria dos bairros da cidade.

O gráfico em sequência apresenta os bairros com maior quantidade de incêndios em Edificações na cidade de Recife. Pode-se observar que dos 310 incêndios em edificações na cidade, pouco mais de 120 concentram-se em apenas 10 bairros:

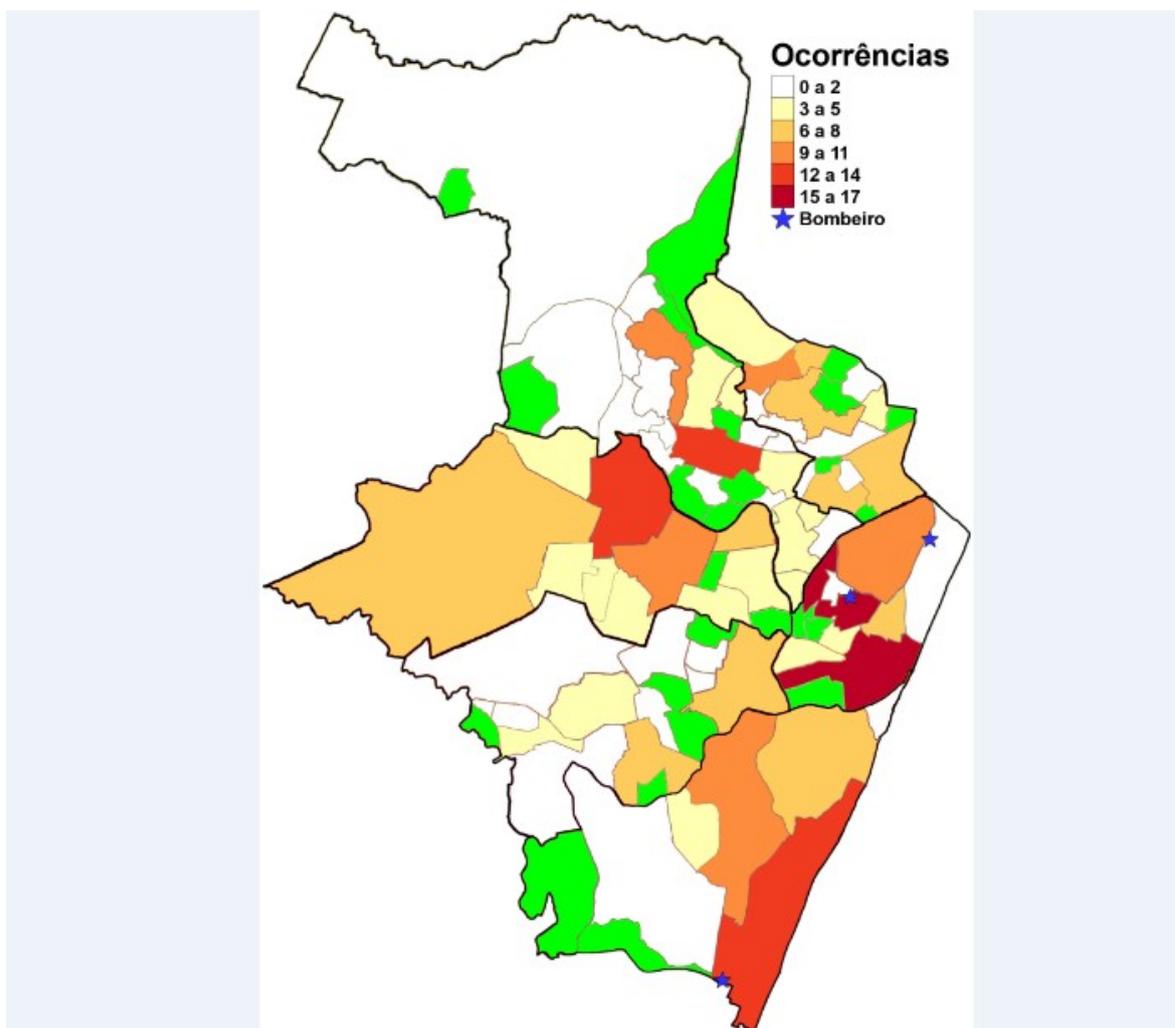
Figura 12 – Incêndios em Edif. no Recife nos bairros com maior frequência (2011)



A concentração de incêndios nestes bairros deve ser ponto inicial de debate sobre uma possível descentralização do serviço de combate a incêndio, bem como implementação de medidas preventivas para inibir os incêndios em ambientes edificados.

Observando a disposição geográfica dos incêndios em Recife, vê-se a seguir:

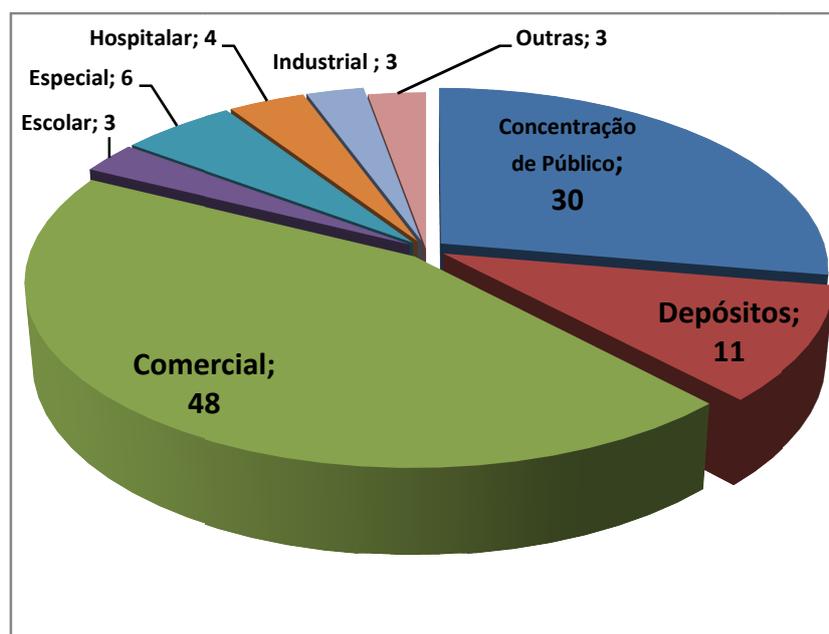
Figura 13 – Distribuição dos Incêndios em Edificações no Recife por bairros (2011)



4.1.3.2 Incêndios por tipo de Ocupação das Edificações no Recife

Observando o tipo de ocupação das edificações e utilizando como parâmetro a divisão em: Residenciais, Comerciais, Concentração de Público, Escolares, Hospitalares, Industriais e Outras (recomendado pelo 'formulário nacional' - LIGABOM), vê-se um predomínio consistente de incêndios em edificações residenciais com o número absoluto de 202 ocorrências. Têm-se o gráfico a seguir para os demais tipos de incêndios em edificações do Recife (2011):

Figura 14 – Incêndios em Edificações não residenciais em Recife (2011)



As edificações comerciais e de concentração de público são aquelas com maior número de incêndios, quando excetuam-se as residenciais.

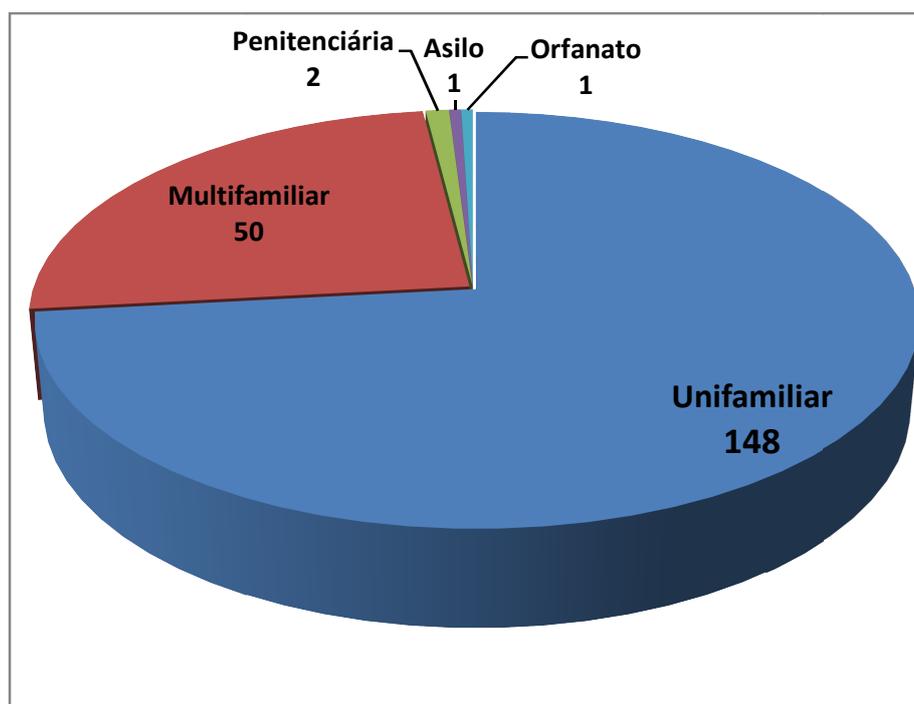
As edificações comerciais têm nas lojas, mercearias e similares a maior quantidade de incêndios (12), as padarias sucedem com sinistros, sobretudo nas cozinhas, fornos e estoques de madeira (7), seguidas de agências e oficinas veiculares (5).

Edificações de concentração de público sofreram incêndios em 2011 em Recife, principalmente advindos das cozinhas e curtos circuitos de bares e restaurantes (20), totalizando este segmento 2/3 desta subclassificação de incêndio.

4.1.3.2.1 Incêndios em Edificações Residenciais

Como já dito, os incêndios em edificações residenciais são a maioria esmagadora dos incêndios em ambientes edificadas na cidade do Recife. Em 2011 pode-se constatar a distribuição destes incêndios no gráfico a seguir:

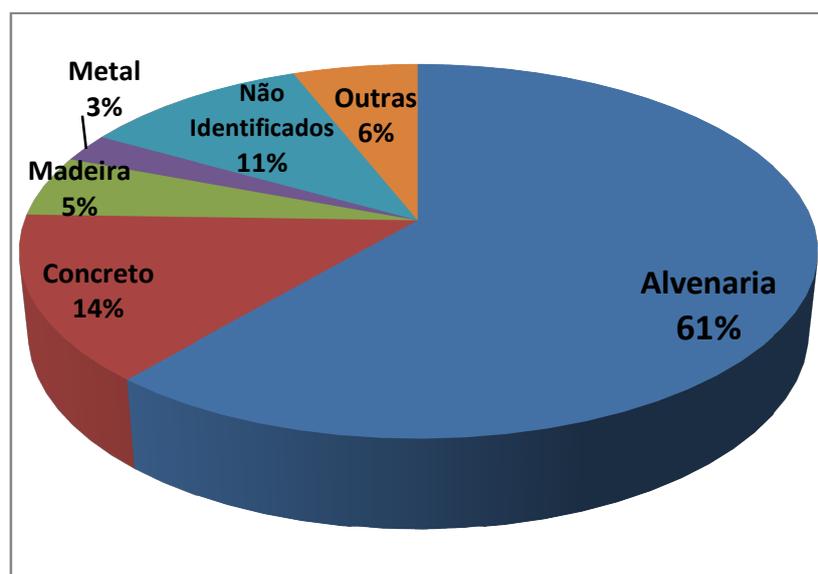
Figura 15 – Incêndios em Edificações residenciais em Recife (2011)



Incêndios em casas destinadas a uma única família correspondem a quase 3/4 dos incêndios em residências do Recife, sendo este segmento aquele que apresenta a maior quantidade de vítimas (feridas) e vítimas fatais, contrariando o senso comum que edificações unifamiliares são extremamente seguras contra incêndios. Apesar de um número expressivo de incêndios em habitações subnormais ou precárias (15 incêndios) estes não são maioria, incidindo a conjectura que as edificações deste tipo devidamente regulares poderiam, pelo menos em parte, serem poupadas de incêndio caso existisse algum sistema preventivo previsto em norma.

4.1.3.2.1.1 Incêndios em Edificações Residenciais e seus elementos construtivos

As edificações que queimaram em Recife no ano de 2011, possuíam várias modalidades construtivas variando da madeira até estruturas metálicas, passando por considerável número de estruturas em concreto e mesmo outras intituladas de indeterminadas. Contudo a imensa maioria de edificações residenciais sejam unifamiliares ou multifamiliares eram constituídas de alvenaria como pode ser visto no quadro abaixo:

Figura 16 – Elementos estruturais dos Incêndios em Edificações residenciais no Recife (2011)

Entende-se como edificações em alvenaria aquelas em que as paredes têm função estrutural, além de divisória de ambientes (alvenaria estrutural, alvenaria resistente). Em Recife estas alvenarias portantes são, em sua grande maioria, constituídas de tijolos cerâmicos. Com base na tradição é comum acreditar que este tipo de material oferece maior segurança à ação de fogo, como mencionado por alguns autores, mesmo sem o amparo de dados estatísticos. Por exemplo: "*A cultura brasileira, boa parte herdada da cultura ibérica, nos levou à utilização da taipa de pilão e à alvenaria que fornece uma boa proteção ao fogo*" (Del Carlo, 2008, p.11). "*O incêndio de Londres de 1666, que destruiu grande número de casas de madeira, alertou os ingleses para a reconstrução da cidade usando tijolos*" (PETRUCCI, 1983, p.2). Por outro lado, o incêndio relatado por Silva *et al.* (2015) mostra que a ação do fogo pode levar a danos significativos aos tijolos cerâmicos não-estruturais, inclusive com ruptura de septos, mesmo em alvenaria revestida com chapisco e reboco (figura 17).

Na Região Metropolitana do Recife, bem como em outras regiões do país, esse mesmo tipo de tijolo foi bastante usado compondo paredes estruturais em muitas edificações residenciais multifamiliares de menor porte. Mesmo hoje não sendo essa prática recomendada, se faz necessário entender o comportamento mecânico das alvenarias em bloco cerâmico como sistema

estrutural ou não, quando submetidas a cargas de incêndio, como é evidenciado por Russo e Sciarretta (2013), Nguyen e Meftah (2012 e 2014).

Figura 17 - Parede externa do quarto, com danos no revestimento e nos tijolos cerâmicos, devido à ação do fogo.

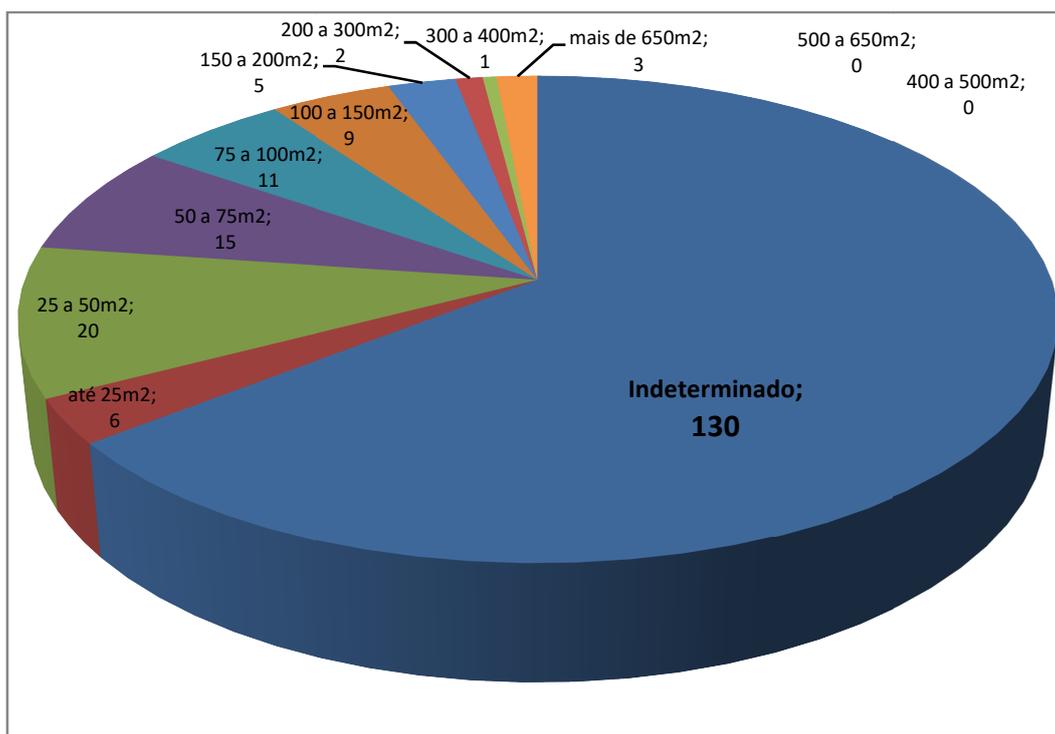


Fonte: Silva *et al.* (2015).

4.1.3.2.1.2 Área Construída dos Incêndios em Edificações Residenciais

Examinando os incêndios em edificações residenciais havidos em 2011 no Recife, vê-se que uma parcela considerável não possui, no relatório de atendimento, a descrição da área construída. Observando, contudo, apenas aqueles que possuem esta identificação, intui-se que edifícios com 25 a 50 metros quadrados são mais acometidos pelos incêndios, seguidos de edificações com 50 a 75 metros quadrados de área construída, como é visto a seguir:

Figura 18 – Área Construída dos Incêndios em edificações residenciais no Recife (2011)



4.1.3.2.1.3 Ignição dos Incêndios em Edificações Residenciais

Dos incêndios havidos em edificações residenciais em Recife (2011), pode-se constatar que 69 (34%) ocorreram a partir de chama primária na cozinha, advinda sobretudo de vazamento de gás e imperícia no uso do fogão/forno e utensílios. Constatou-se também que 51 (25%) ocorreram a partir do quarto ou acomodação, geralmente relacionando-se a instalações elétricas e uso de equipamentos eletro eletrônicos.

Em menor escala, observou-se que 7 (3,5%) foram iniciados na sala ou área de convivência, outros 6 (3%) foram originados em outros cômodos da unidade habitacional, 5 (2,5%) na área de serviço e 4 (2%) no terraço ou varanda. Destaca-se ainda que 60 (30%) dos eventos tiveram origem indeterminada.

4.1.3.2.1.4 Causas e Carga Incêndio dos Sinistros em Edificações Residenciais

Destacando-se que a aferição feita pelas equipes de primeira resposta não tem fim pericial, sendo apenas um indício presumido de motivação dos incêndios, vê-se nos relatórios que a maioria dos eventos tem causa desconhecida. Nos incêndios residenciais, contudo: 22 episódios estão relacionados ao uso indevido do fogão/cilindro de gás liquefeito de petróleo (GLP) e utensílios, enquanto curtos circuitos em quadros elétricos e instalações foram anotados como causa presumida em 07 incêndios residenciais.

Comparativamente em edificações de 'concentração de público' 05 incêndios teriam como causa presumida curtos circuitos e 04 estariam relacionados com fornos, fogões e suprimento combustível (GLP ou madeira). Edificações comerciais tiveram como causa provável de incêndios curtos circuitos em instalações, equipamentos e quadros de recebimento elétrico totalizando 07 eventos. Ainda neste âmbito, 04 foram os incêndios que tiveram como causa inicialmente presumida o uso indevido de fornos, (e) outros 03 estavam relacionados à ignição em estoques de madeira ou serragem e finalmente 02 incêndios foram relacionados a gases combustíveis.

Quanto aos objetos/instalações os quais foram identificados como consumidos nos incêndios em edificações no Recife em 2011, têm-se o quadro a seguir:

Tabela 12 – Objetos queimados nos Incêndios em edificações em Recife no ano de 2011

ITEM / OBJETO	QUANTIDADE	ITEM / OBJETO	QUANTIDADE
Mesa Plástica	08	Televisor	45
Mesa em Madeira	12	DVD	10
Mesa de Centro(Rack)	09	Ventilador	45
Birô em Madeira	08	Fogão	37
Beliche em Madeira	10	Geladeiras	47
Camas em Madeira	47	Frigobar	01
Camas em Metal	02	Freezer	03
Porta em Madeira	26	Micro-ondas	18
Porta Plástica Sanfonada	03	Máquinas de lavar Roupa	17
Janelas em Madeira	20	Ar – Condicionado	13
Janela em Alumínio	03	Computador (gabinete)	22
Armário em Madeira	25	Computador (portátil)	01
Armário em Aço	08	‘Geláqua’	06
Estante em Madeira	11	Liquidificador	06
Estante em Vidro	02	Impressoras	09
Estante Metálica	01	Fritadeiras	05
Cadeiras em Madeira	77	Ferro Elétrico	03
Cadeiras Plásticas	13	Aparelho de Fax	03
Cadeiras Metálicas	01	Aparelho Telefônico	05
Pranchas em Madeira	02	Aparelho de Som	21
Prateleiras Metálicas	01	Bomba hidráulica	01
Baú em Madeira	01	Balança Elétrica	01
Bancada em Madeira	04	Bicicleta Ergométrica	01
Berço em Madeira	01	Cafeteiras	02
Guarda Roupas em Madeira	27	Caixa Eletrônico (Bancário)	02
Bancos de Igreja	02	Câmara Frigorífica	01
Escadas Portáteis	02	Balcão de Frios	01
Engradados de bebidas	21	Câmara Fotográficas	03
Colchões de Espuma	54	Sanducheiras	03
Sofás em Espuma	21	Relógios de Parede	02
Poltronas em Espuma	03	Batedeiras	01
Almofadas	05	Aspirador de Pó	01
Box de Banheiro (Acrílico)	01	Máquina de Recarga de Cartucho de Impres.	01
Box de Banheiro (Vidro)	01	Exaustor de Cozinha	05
Prensa de Papelão	01	Home-theater	01
Cômoda em Madeira	01	No-breack	04
Tábuas de Passar	02	Chuveiro elétrico	02
Cortinas	05	Telefones Celulares	05
Garrafa bebidas Alcoólicas	45	Antenas e decodificadores	03
Cartuchos de Impressora	15	Caixa de Disjuntores	01
Fardos de Papel	02	Quadros de Energia	16
Latões de Tinta	08	Escadas Portáteis	02
Gôndolas (expositores)	03	Quadros decorativos	08
Forro em Gesso	04	Cilindro de Acetileno	03
Forro em PVC	06	Cilindros de GLP	27
Panelas Metálicas	46	Cestos de Lixo(Lixeiros)	05
Peças de Tecidos	04	Churrasqueiras	02
Pneus de Bicicleta	03	Tapetes	01
Garrafões de água 20l	06	Barraca cachorro-quente	01
Baldes/bacias Plásticas	07	Malas	02
Atlas Mundi	01	Forno Industrial	01
Discos Vinil	11	Violão	01
Fitas Cassete	17	Telhas ‘Brasilit’	04
Madeirameito da Cobertura Danificado	20	Instalação Elétrica Danificada	40
Automóveis (interior da edificação sinistrada)	14	Motocicleta (interior da edificação sinistrada)	06

Incêndios em edificações residenciais ocorridos em Recife no ano de 2011 tiveram como principais objetos atingidos: Cadeiras em Madeira (77); Colchões

(54); Camas (48); Geladeiras (47); Painéis em Metal (46); Televisores (45); Ventiladores (45); Parte da Instalação Elétrica (40); Fogões (37); Guarda Roupas em Madeira (27); e; Parte da Instalação Elétrica (40). Incitando uma possível carga-incêndio padrão ou modal para estes sinistros.

4.2 MORTES EM INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES NO RECIFE

Faz-se um registro importante que os incêndios aqui evidenciados são aqueles os quais foram atendidos pelo Corpo de Bombeiros e ocorridos em edificações na cidade de Recife no ano de 2011. Os números gerais de mortes em incêndios em Recife são descritos a seguir, destacando que as vítimas fatais assinaladas na tabela 13, eram residentes em Recife, porém não necessariamente foram vítimas de incêndios na cidade, atendendo uma contagem própria do Sistema Data SUS:

Tabela 13 – Óbitos por Causas Externas em Recife (2009-2013), com ênfase a Incêndios

ANO	Óbitos por Exposição à fumaça, ao fogo e às chamas	Total de Óbitos por Causas Externas
2009	15 Mortes	2.778
2010	19 Mortes	2.652
2011	20 Mortes	2.593
2012	18 Mortes	2.309
2013	15 Mortes	2.194

Fonte: Data SUS (2015), Óbitos por Causas Externas em Recife no período de 2009-2013.

Através do relato que segue busca-se um maior conhecimento das circunstâncias as quais permeiam os incêndios com vítimas fatais em Recife no ano de 2011:

4.2.1 Habitação precária no Bairro de Santo Amaro

No dia 23 de fevereiro de 2011, deu-se um incêndio em uma pequena habitação precária, construída de forma irregular e sem registro na Prefeitura da Cidade, localizada na 1ª Travessa Agamenon Magalhães, no bairro de Santo Amaro, área central da cidade de Recife especificamente na Região Política Administrativa - RPA 1. Esta classificação territorial é proposta pela prefeitura da cidade e adotada em inúmeras pesquisas como Leal *et al.* (2006).

O incêndio ocorreu no início da manhã, chegando a solicitação na central de operações do Corpo de Bombeiros às 05:24h. Conforme a documentação e relatórios a primeira equipe a chegar foi uma Unidade Tática de Incêndio advinda do aquartelamento na Av. João de Barros no Bairro da Boa Vista, a aproximadamente 2 quilômetros do local de incêndio.

O quarto no qual encontrava-se a vítima fatal, homem de 38 anos, estava tomado pelas chamas à chegada dos bombeiros, sendo constatado que fora atingido um colchão, uma cama em madeira, um armário pequeno em madeira, um rádio, uma porta (do quarto) em madeira, e uma cadeira plástica, além de diversas peças de roupa. Foi apontado como 'área presumida da origem incêndio', o termo "Rede elétrica", indicando a suspeita de curto-circuito seguido de incêndio.

4.2.2 Incêndio em Presídio

As 04:06h do dia 29 de março de 2011, foi registrado incêndio no Complexo Prisional do Curado, na época intitulado Complexo Prisional Aníbal Bruno, situado na Av. Liberdade no bairro Totó na RPA 5. As equipes de bombeiros partiram da Av. João de Barros e do Porto do Recife, chegando a primeira às 04:25h o trajeto percorrido foi de 13,1 quilômetros aproximadamente.

Tratava-se de uma rebelião contida em um dos pavilhões da unidade prisional, no qual uma das celas, logo a entrada do pavilhão, foi incendiada pelos

detentos. Com o apoio policial necessário, foram iniciadas as operações de combate e confinamento das chamas que, depois de debeladas, deu lugar ao processo de revolvimento conhecido por rescaldo. Durante esta fase da operação, verificou-se a presença de três corpos de homens adultos carbonizados, posteriormente identificados como detentos daquele pavilhão.

A cela possuía estrutura de concreto armado, com aproximadamente 30 metros quadrados e uma pequena janela gradeada na parede oposta à entrada. Este foi o evento que concentrou o maior número de mortos em incêndios em edificações no Recife no ano de 2011. Cabe a dúvida com relação à possibilidade das vítimas terem sido assassinadas anteriormente ao incêndio. Contudo, a inexistência de decapitação ou outra amputação, marcas evidentes de perfuração e ainda a posição dos corpos, possibilitam a conjectura que os três detentos foram amarrados e postos no fundo da cela antes do início do incêndio.

4.2.3 Incêndio derivante de descarga elétrica de Alta Tensão

Durante a aposição de uma calha coletora de águas pluviais o operador, um homem adulto de idade ignorada, tocou a fiação de alta tensão disposta na calçada entre os postes com a calha metálica que iria ser instalada. Este evento ocasionou uma descarga elétrica que provocou sua inconsciência, e possivelmente sua morte, além de um incêndio no perímetro da varanda da residência de dois pavimentos. Este fato aconteceu no dia 18 de abril de 2011.

Tratava-se de uma residência sem qualquer sistema ativo de prevenção de incêndios e pânico. A edificação possuía dois pavimentos, não havendo estimativa da área total e tendo como área atingida estimada seis metros quadrados. O evento revelou, juntamente com a pequena quantidade (300 l) de água usada, que o incêndio foi de pequenas proporções.

Este sinistro localizou-se no bairro do Barro, incluso na Região Política Administrativa 5, na rua Paulo Afonso, à aproximadamente 10,7 quilômetros de distância do posto de bombeiros que o atendeu inicialmente. O evento deu

entrada na central de operações às 09:20h, tendo por horário de chegada da primeira equipe 09:46h. Foram atingidas uma máquina de lavar, uma bicicleta ergométrica, uma televisão e uma cadeira, todas na varanda da residência que era construída em alvenaria acrescida de revestimentos.

4.2.4 Incêndio em Residência no bairro da Linha do Tiro

No dia 27 de abril do ano em estudo (2011), às 12:20 h deu entrada no sistema operacional do Corpo de Bombeiros, um incêndio em edificação residencial na Região Política Administrativa 2 no bairro da 'Linha do Tiro'. As viaturas de Combate a Incêndio partiram das estações de bombeiros da Av. João de Barros e Porto do Recife distando a mais próxima 7,3 quilômetros. O tráfego intenso possibilitou a chegada da equipe apenas às 12:56 h.

Foi encontrada uma pequena habitação, de um único cômodo, compreendida como uma habitação subnormal tomada pelo fogo. A primeira resposta informou em seu relatório que havia, por parte dos populares presentes, o anúncio de uma vítima no interior da edificação que era conjugada a outras edificações análogas. Inicialmente foi realizada a busca por pessoas, na qual foi encontrada uma mulher adulta de identidade e idade desconhecida já sem vida.

A edificação foi estimada em 25 metros quadrados, constituída de paredes em alvenaria de fechamento, madeira e outros materiais indefinidos. O incêndio foi extinto não atingindo as edificações circunvizinhas. Foi constatado que uma cama de solteiro em madeira, um colchão, uma geladeira, um fogão, uma lavadora, um armário em madeira, um armário metálico e uma cadeira metálica foram comburidos.

4.2.5 Incêndio em Residência em Areias

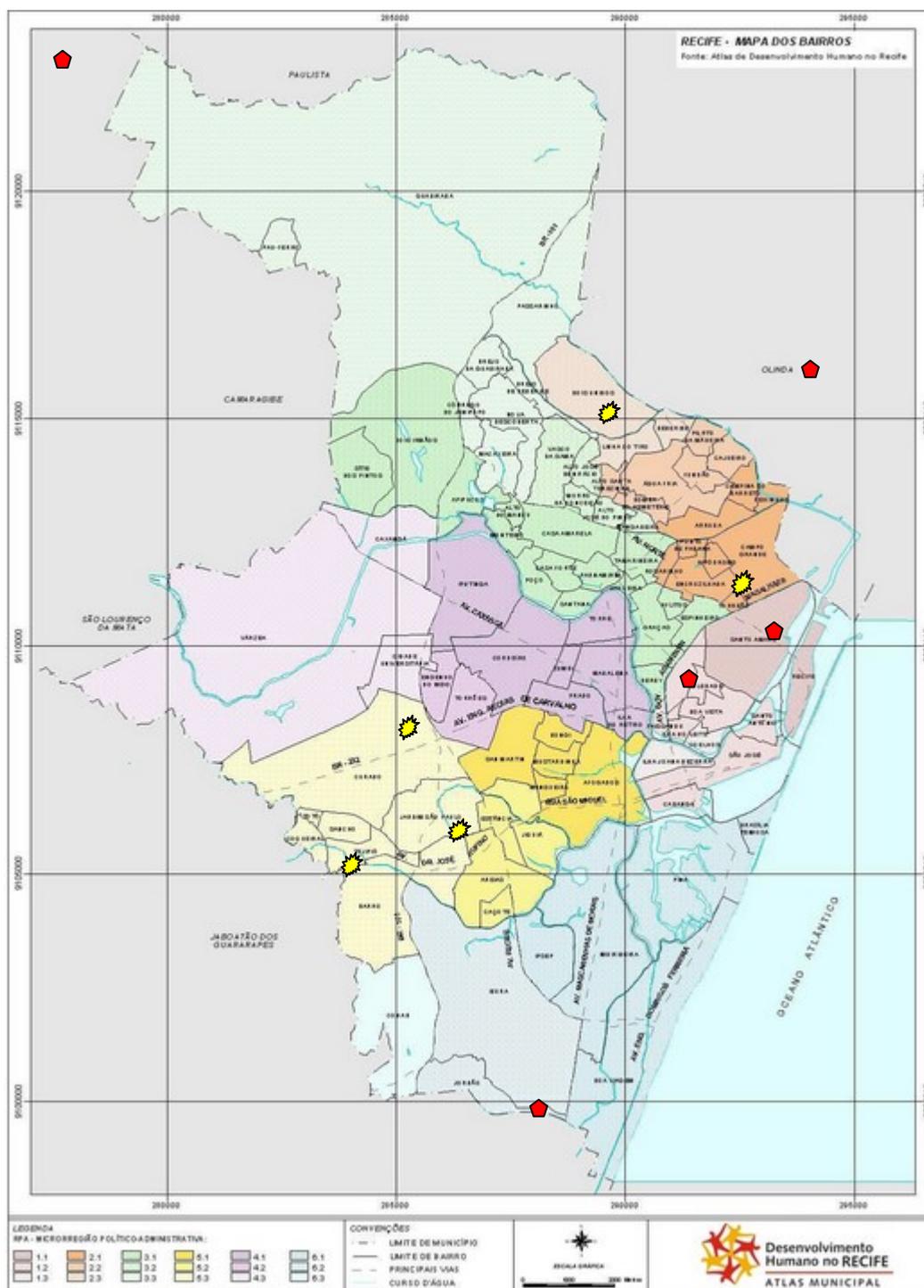
Em 29 de agosto de 2011, um homem de 46 anos perdeu a vida em um incêndio em uma edificação residencial na Rua Sebastião Grande, no bairro de 'Areias', que localiza-se na Região Política Administrativa 5, em uma pequena residência de 30 metros quadrados.

O evento deu entrada do sistema de atendimento a emergências às 03:10h, seguindo ao local 04 equipes onde a primeira chegou às 03:25h verificando a existência de focos de incêndio por todo perímetro. A edificação foi classificada como construída em alvenaria, sendo uma construção não regular com a normatização no país (ABNT, 2001 e 2013).

A construção estava a 9,8 quilômetros quadrados da unidade de bombeiros respondente, e dentro dela foram observados um guarda roupas, um fogão, um ventilador e um garrafão de 20 litros de água mineral com suporte, além de vários outros objetos não identificados atingidos peças chamas.

A figura a seguir, apresenta a localização dos incêndios com letalidade na cidade de Recife em 2011 e os postos de bombeiros com atendimento a estas demandas.

Figura 19 – Mapa do Recife, com a plotação dos Incêndios em Edificações com mortes em 2011.



Legenda: ☀ Incêndios com mortes 🚒 Estações de Bombeiros

Fonte: Prefeitura da Cidade do Recife, adaptado pelos autores.

No quadro resumo a seguir verifica-se alguns dados de convergência e antagonia entre os incêndios letais em Recife em 2011.

Quadro 1 - Quadro resumo dos incêndios com vítimas fatais em Recife no ano de 2011.

Incêndio (item descritivo)	Tipo de Edificação	Estrutura da Edificação	Quantidade de Mortes	Sexo/Idade	Horário do Aviso	Local de Início (Presumido)
4.2.1	Residencial unifamiliar	Alvenaria Singela (Edif. Precária)	01	Masc./38anos	05:24h	'Rede Elétrica'
4.2.2	Prisional	Concreto Armado	03	Masc./Ignorada	04:25h	Cela do Pavilhão I
4.2.3	Residencial unifamiliar	Alvenaria com revestimento	01	Masc./Ignorada	09:20h	Varanda
4.2.4	Residencial multifamiliar (quartos de aluguel)	Alvenaria e Madeira (Edif. Precária)	01	Fem./Ignorada	12:20h	Ignorado
4.2.5	Residencial unifamiliar	Alvenaria Singela (Edif. Precária)	01	Masc./46 anos	03:10h	Ignorado

4.2.6 Incêndios com mortes em Recife e em outras cidades

Neste tópico discute-se comparativamente a quantidade de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros, com destaque para o número de incêndios aferidos pelo dito serviço e principalmente a quantidade de vítimas fatais de incêndios em Recife em 2011, bem como os números análogos de outras seis cidades com população semelhante, á época, sendo os dados das cidades comparadas aferidos em 2010. Estabelece-se por fim, uma razão entre a quantidade média de incêndios para o acontecimento de uma morte nos sete municípios.

Destaca-se que no *World Fire Statistic* (CTIF, 2012) não é pormenorizada a(s) metodologia(s) de quantificação de mortes em incêndios, muito provavelmente derivante das diferentes formas de aferição dos diversos serviços. No caso recifense, registra-se que as mortes computadas são aquelas constatadas diretamente no local de incêndio, não havendo, por ausência de metodologia própria, aferição das vítimas fatais de incêndio que são encaminhadas a rede hospitalar.

A seguir a tabela com a síntese dos números em questão:

Tabela 14 – Incêndios e Mortes em Cidades com população entre 1,10 e 1,65 milhões de habitantes

País	Cidade	População em Milhões de habitantes	Área em Km2	Atendimentos de Bombeiros	Incêndios	Quantidade de Mortes em Incêndios	Incêndios / 1 morte
Espanha	Barcelona	1,619	101,9	12.639	3.564	19	187,6
Itália	Milão	1,500	182,0	37.846	8.237	3	2.745,7
Brasil	Recife*	1,495	218,4	11.455	946	7**	135,1
Cazaquistão	Almaty	1,365	324,8	3.513	925	13	71,2
Bulgária	Sofia	1,291	1.349	5.598	2.959	10	295,9
República Tcheca	Praga	1,290	496	-	2.145	16	134,1
Itália	Nápoles	1,100	117	25.239	7.355	2	3.677,5

Fonte: Report 17 – *International Association Fire and Rescue Services* (CTIF, 2012), e resultados da pesquisa.

* Os dados de Recife são referentes ao ano de 2011.

** Apenas vítimas fatais localizadas nos incêndios em edificações.

Vê-se taxas altíssimas de atendimentos a incêndios em algumas cidades, com destaque as italianas Milão e Nápoles com mais de 7,3 mil ocorrências cada no ano de 2010. São números muito acima dos incêndios registrados pelo Corpo de Bombeiros em Recife que registra um número inferior a um mil incêndios no ano de 2011.

A quantidade de vítimas fatais em incêndios, em sua análise absoluta, destaca-se em Barcelona (Espanha), Praga (República Tcheca), Almaty (Cazaquistão) e Sofia (Bulgária) com respectivamente 19, 16, 13 e 10 mortes no ano de 2010. Quando se observa a razão de incêndios por morte: Almaty, Praga, Recife e Barcelona se sobressaem negativamente. Caso se considere os números do Data SUS o qual atribuí 20 mortes por exposição à fumaça ao fogo e as chamas em Recife, como vítimas fatais de incêndios, tem-se o pior resultado comparativo.

Observa-se ainda que as 07 (sete) mortes aferidas nos incêndios atendidos pelo Corpo de Bombeiros aconteceram em 05 (cinco) eventos, todos em edificações, não sendo pormenorizado no estudo mundial (CTIF, 2012), os tipos de incêndios que provocaram mortes nas demais cidades.

5 DESENVOLVIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL

Com base na metodologia descrita acima, isto é levantamento estatístico com intervenção lógica dedutiva (Lakattos; Marconi, 2011), foi estabelecida a área construída e distribuição de cômodos, a carga incêndio e a natureza construtiva da edificação modal, além de realizar um pequeno relato sobre a origem mais assinalada dos focos iniciais de incêndio.

5.1 ÁREA CONSTRUÍDA E DISTRIBUIÇÃO DE CÔMODOS

Para o estabelecimento da área da edificação modal foi utilizada a aferição e tabelamento das edificações incendiadas, recorrendo-se a moda estatística, em especial a média ponderada de tendência central, para balizar a área construída. Neste particular, a grande quantidade de formulários os quais foram preenchidos com 'área indeterminada' diminuíram a amostra viável, sendo os dados aferíveis apresentados a seguir:

Tabela 15 – Média da área do edifício residencial modal – Incêndios em Recife (2011)

Área em m ²	Quant. de Incêndios	Percentual do Total	Área Média em m ²	Fator Percentual	Média Ponderada em m ²
Até 25	06	8,96%	12,5	0,0896	1,12
De 26 a 50	20	29,85%	38	0,2985	11,34
De 51 a 75	15	22,39%	68	0,2239	15,23
De 76 a 100	11	16,42%	88	0,1642	14,45
De 101 a 150	9	13,43%	125,5	0,1343	16,85
De 151 a 200	2	2,98%	175,5	0,0298	5,23
De 201 a 300	1	1,49%	250,5	0,0149	3,73
De 301 a 400	0	0%	350,5	0,0000	0
De 401 a 500	0	0%	450,5	0,0000	0
De 501 a 650	0	0%	575,5	0,0000	0
Mais de 650	3	4,48%	650	0,0448	29,12
TOTAIS	67	100%		1,0000	97,07m²

Vê-se ainda que as edificações tinham características sobretudo residenciais e com três quartos em média, possuindo dimensões de aproximadamente 97 metros quadrados conforme a moda.

5.2 CARGA INCÊNDIO DA EDIFICAÇÃO MODAL

Para descrever a carga-incêndio da edificação modal, foi verificado no relato dos incêndios estruturais em 2011, na cidade de Recife, todos os objetos atingidos ou danificados (CORRÊA *et al.* 2015a), quantificando-os e ponderando com a população existente, quantidade de cômodos e área construída.

De tal forma, chegou-se à: 01 mesa em madeira; 01 Beliche em Madeira; 05 Camas em Madeira; 03 Armários em Madeira; 03 Guarda-roupas em Madeira/Aglomerados; 07 Colchões; 01 Estante em Madeira; 08 Cadeiras em Madeira; 01 Cadeira Plástica; 03 televisores; 01 DVD; 04 Ventiladores; 01 Ar-condicionado; 02 Computadores; 01 Máquina de lavar; 01 Fogão; 01 Geladeira; 02 Cilindros de GLP; 01 Microondas; 02 Engradados de Bebidas; 05 garrafas de bebidas alcoólicas e 02 Sofás em Espuma.

5.3 NATUREZA CONSTRUTIVA

Edificações que incendiaram em Recife no ano de 2011, possuíam várias modalidades construtivas, variando da madeira até estruturas metálicas, passando por considerável número de estruturas em concreto e mesmo outras intituladas de indeterminadas. Contudo a imensa maioria de edificações residenciais sejam unifamiliares ou multifamiliares eram constituídas de alvenaria como pode ser visto no item 4.1.3.2.1.1.

Entendem-se como edificações em alvenaria aquelas em que as paredes têm função estrutural, além de divisória de ambientes (alvenaria estrutural, alvenaria resistente). Em Recife, estas alvenarias são, portanto, em sua grande maioria, constituídas de tijolos cerâmicos (OLIVEIRA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2015). Este tipo de edificação ainda carece de normatização mais específica quando submetidas à condição de incêndio, segundo alguns autores (LEITE *et al.*, 2016).

5.4 DINÂMICA DOS INCÊNDIOS EM RECIFE

Outro fator interessante da pesquisa foi a perspectiva de que os incêndios começam preponderantemente na cozinha e em seguida no quarto, contrariando uma lógica mundial, na América do Norte e na Europa Ocidental, onde os incêndios residenciais iniciam geralmente na sala (BRENNAN, 1999; HANEA; ALE, 2009; KOBES *et al.*, 2010).

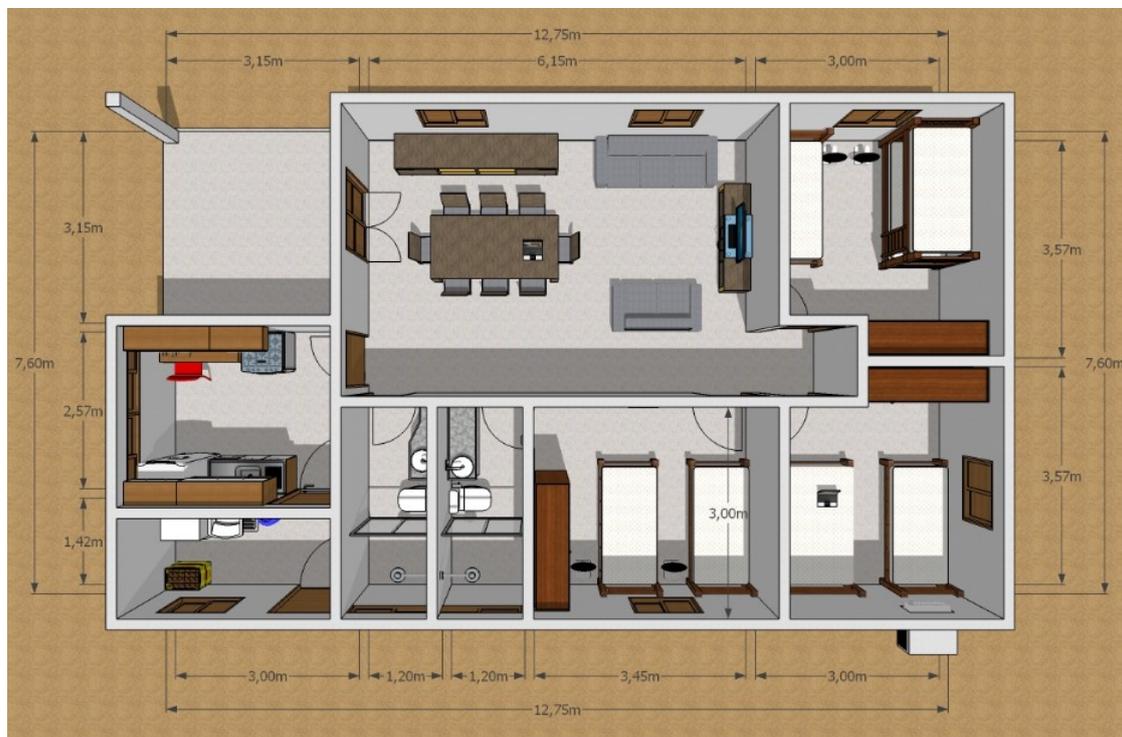
Destaca-se que os estudos acima elencados (América do Norte e Europa Ocidental) abrangem regiões de clima mais frio, não sendo raro a calefação por gás e mesmo a presença de lareiras, geralmente com instalação na sala ou área de convívio. Podendo ser este um indício das motivações mais frequentes de incêndios em edificações nestas regiões.

Esta variação ocorre muito em função do uso cultural dos cômodos e também da distribuição das fontes de energia, sobretudo o gás, no interior da edificação. A presença do foco inicial na cozinha ou no quarto, traz uma nova perspectiva para a compreensão da dinâmica dos incêndios na cidade, incidindo a necessidade de explorar o tema em outros centros urbanos do Brasil e América Latina.

5.5. ESTABELECIMENTO DO EDIFÍCIO MODAL

Com base nos levantamentos rapidamente descritos acima, se projetou a edificação modal para incêndios estruturais em Recife (2011-2013). Assim, esta é uma edificação unifamiliar em um único pavimento, constituída em alvenaria com cobertura de telhas cerâmicas, instalações elétrica e sanitária embutidas, com 97,07 metros quadrados, contendo: 03 quartos (1 suite), sala, cozinha e área de serviço, conforme vê-se a seguir:

Figura 20 – Edifício Modal – Incêndios em Recife (2011).



Destaca-se que os parâmetros usados podem ser replicados em todas as localidades que possuam aferições de dados de incêndio conforme a norma (ABNT, 1997), podendo gerar edificações modais, que representem os incêndios daquele local.

6. INCÊNDIO EM DORMITÓRIO DE RESIDÊNCIA - UM ESTUDO EXPERIMENTAL

A partir da dita casa modal, buscou-se a reprodução de um de seus dormitórios em ambiente experimental em um cômodo na Oficina de treinamento de Combate a Incêndio, dentro do Centro de Ensino e Instrução do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, construído em estrutura de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos não estruturais, além da cobertura em laje pré-moldada. Este cômodo, muito semelhante ao encontrado no modelo determinado por Corrêa e autores (2016), foi reformado e as quatro paredes foram assim preparadas: duas com chapisco cimentício, uma com revestimento de argamassa de cimento e uma com revestimento de argamassa de gesso. Foram instalados termopares nas paredes internamente e externamente, para aferir a condutividade térmica e compará-la nos diferentes revestimentos.

A carga de incêndio do dormitório foi materializada através dos móveis e objetos determinados na pesquisa de Corrêa *et al.* (2016), sendo esta constituída de: 01 (uma) cama beliche de madeira, 01 (uma) cama de solteiro de madeira, 03 (três) colchões de espuma, 02 (dois) criados mudos grandes e 01 (um) criado mudo pequeno, ambos em aglomerado de madeira, 01 (um) guarda-roupas em aglomerado de madeira, 02 (dois) ventiladores e 01(um) televisor pequeno, além de 20 kg de roupas e 4 kg de papéis, tudo adquirido em um estabelecimento de móveis usados, buscando a fidedignidade dos objetos, e conseqüentemente carga incêndio encontrados nas residências frequentemente incendiadas na cidade de Recife. A Figura 21 reproduz este planejamento.

Figura 21 - Esboços do compartimento ensaiado

Após a reforma o cômodo foi devidamente preparado com o mobiliário descrito para posteriormente ser instalada a instrumentação de medição. O cômodo antes da queima estava de acordo com a representação na Figura 22 a seguir.

Figura 22 - Dormitório antes do experimento de incêndio.



A carga de incêndio utilizada, representada pelo mobiliário no dormitório pode ser observada no Quadro 2, destacando que esta foi calculada com base no peso das peças e nas mensurações previstas em instruções normativas em uso no Brasil (CBMSC, 2014).

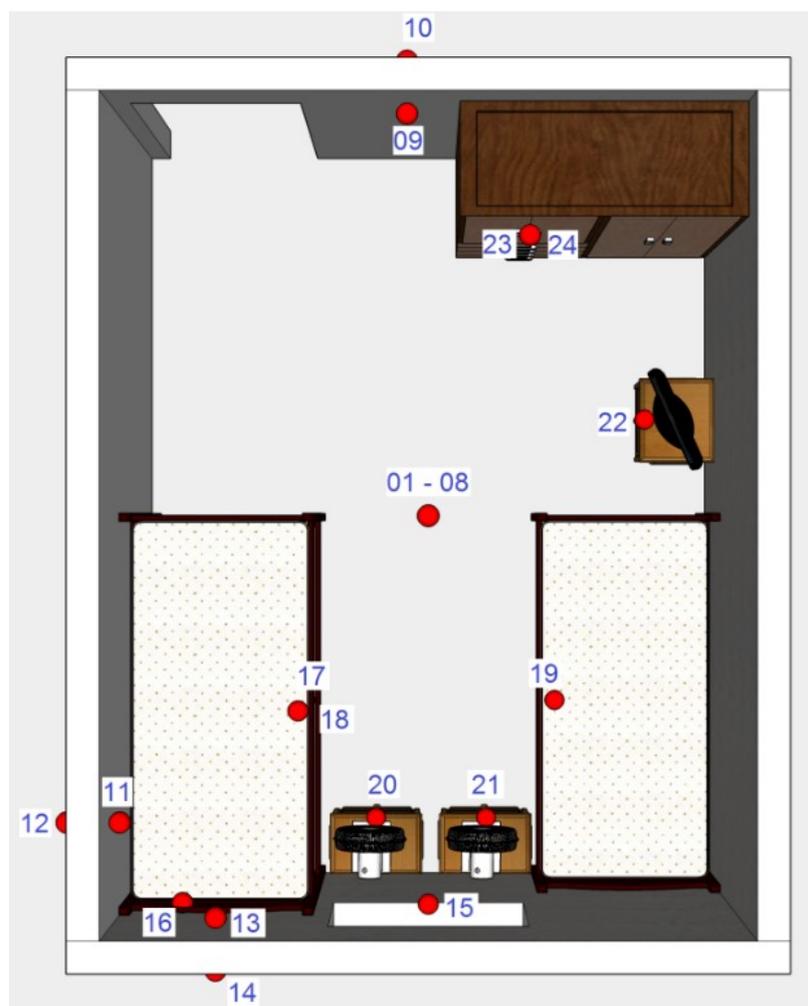
Quadro 2 - Carga de incêndio presente no dormitório incendiado

Objeto	Material constituinte	Quant.	Dimensões básicas			Peso (kg)	Densidade (kg/m ³)	Potencial calorífico (MJ/kg)	Carga total (MJ)
			Larg. (m)	Prof. (m)	Alt. (m)				
Televisor de tubo 18"	Polipropileno, vidro, componentes eletrônicos, etc.	1,00	0,36	0,40	0,34	9,90	910,00	43,00	425,70
Ventilador 40 cm, 6 pás	Polipropileno, componentes eletrônicos, etc.	1,00	0,50	0,35	0,68	2,86	910,00	43,00	122,98
Ventilador 40 cm, 3 pás	Polipropileno, componentes eletrônicos, etc.	1,00	0,45	0,32	0,63	2,40	910,00	43,00	103,20
Roupas	Tecido	1,00	-	-	-	20,00	390,00	21,00	420,00
Papéis	Papel	1,00	-	-	-	4,00	770,00	17,00	68,00
Guarda-roupas	MDP (Medium Density Particleboard), plástico, etc.	1,00	1,35	0,47	2,25	90,00	658,52	21,00	1890,00
Criado mudo pequeno	MDP (Medium Density Particleboard), plástico, etc.	1,00	0,37	0,32	0,49	5,60	658,52	21,00	117,60
Criado mudo grande	MDF (Medium Density Fiberboard), plástico, etc.	2,00	0,52	0,41	0,45	12,90	750,00	21,00	541,80
Cama de solteiro	Madeira, compensado	1,00	0,95	2,04	0,97	33,40	588,46	21,00	701,40
Beliche	Madeira	1,00	0,85	1,95	1,57	48,00	588,46	21,00	1008,00
Colchão (cama de solteiro)	Espuma de poliuretano	1,00	0,80	1,87	0,15	5,20	23,97	23,00	119,60
Colchão (beliche)	Espuma de poliuretano	2,00	0,71	1,91	0,16	7,10	33,78	23,00	326,60
							Carga total (MJ) 5844,88		

Assim, o dormitório de 11,70 m² foi preenchido com uma carga total de 5.844,88 MJ, ofertando uma carga de incêndio de 499,56 MJ/m², bem acima dos 300 MJ/m² previstos em normas brasileiras recentes (CBMMG, 2013; CBMGO, 2014).

Buscando aferições térmicas no decorrer do ensaio, foram instalados 24 (vinte e quatro) termopares tipo K, distribuídos no compartimento conforme mostrado na Figura 23.

Figura 23 - Distribuição dos termopares no compartimento ensaiado



O posicionamento dos termopares teve a seguinte correspondência com a enumeração mostrada na Figura 23: 01 a 08, dispostos a haste representada na figura, instalados a 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1 e 2,4 metros, possibilitando a observação do gradiente de temperatura em vários níveis, ou mesmo promovendo a comparação com diversas alturas das vias respiratórias de um homem em pé, agachado, rastejando ou sobre uma peça de mobiliário; 09 e 10, interior e exterior da parede com revestimento de argamassa de cimento; 11 e 12, interior e exterior da parede com revestimento de gesso; 13 e 14 interior e exterior da parede com chapisco cimentício; 15, janela; 16, coleta de gases; 17 e 18, beliche, leito superior e inferior respectivamente; 19, cama de solteiro; 20 e 21, criados-mudos grandes (posicionados ao lado da beliche e cama de solteiro respectivamente); 22, criado-mudo pequeno com o aparelho televisão; 23 e 24, guarda-roupa, posicionado na porta e nos cabides

respectivamente. A instalação dos termopares nas paredes foi feita a 2,1 m de altura e a 0,5 m dos vértices, com exceção da parede com reboco cimentício onde os termopares ficaram a mesma altura e a 0,5 m do portal de entrada.

Ademais, o experimento foi filmado para a complementação da análise, usando-se filmadora convencional e câmara térmica, podendo comparar ambas as imagens e propor uma compreensão mais completa das fases do incêndio ensaiado. A filmadora compacta convencional ficou em um orifício de 3 cm de diâmetro localizado na parede da porta, enquanto a câmara térmica acompanhou as imagens a partir da janela que permaneceu aberta durante todo o experimento.

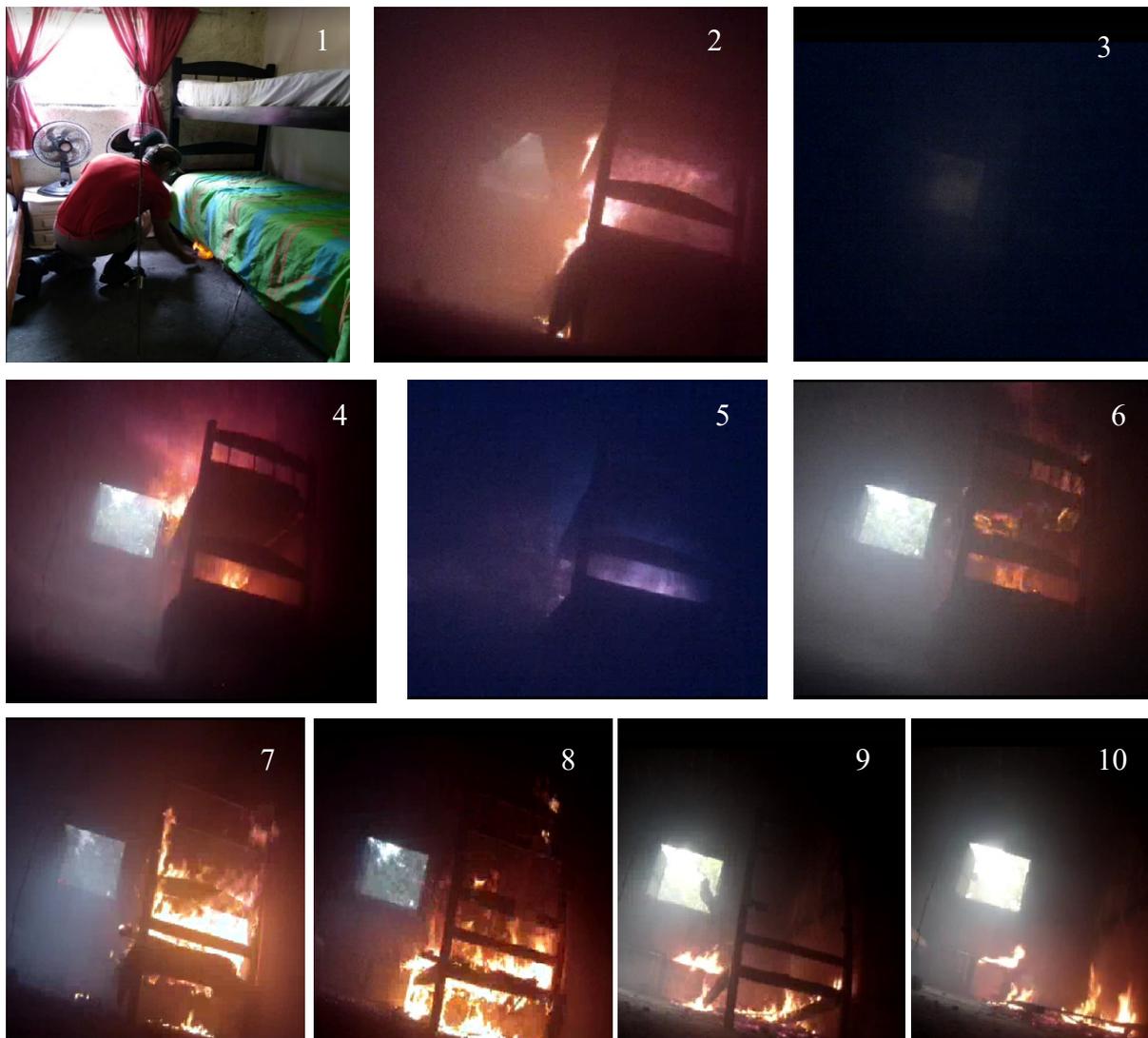
O experimento foi realizado no período matinal do dia 09 de março de 2017 e durou pouco mais de 45 minutos, contados do acendimento da chama inicial até o término da extinção por parte da equipe de combate a incêndios, e sua saída do local. A chama inicial foi produzida através de um dispositivo em parafina para acendimento de lareiras. A substância (parafina) e a localização do foco inicial também foram inspiradas nas ocorrências verificadas por Corrêa *et al.*(2015).

Inicialmente, a porta do cômodo permaneceu fechada, sendo aberta aos 18 minutos de ensaio favorecendo a ventilação cruzada no compartimento, não houve ventilação ou exaustão por equipamento ou jato de mangueira, sendo observado o fenômeno a partir da ventilação natural.

6.1 RESULTADOS DO EXPERIMENTO

Destacam-se alguns resultados a seguir como: cronologia, análise das temperaturas e representação por imagens. Em sequência na cronologia básica, a Figura 24 mostra os eventos do experimento propriamente dito.

Figura 24 - Cronologia do Experimento



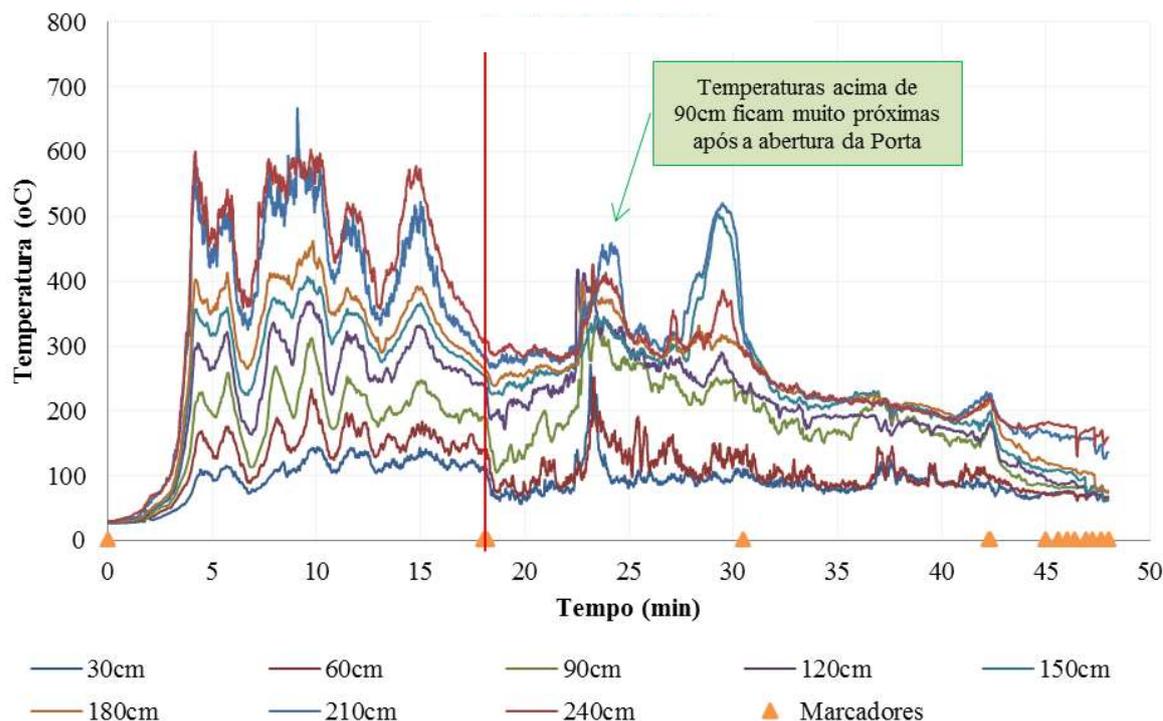
1 - 00min35seg - Início da chama em pastilha de parafina;
2 - 03min56seg - Início da queima do leito superior do beliche;
3 - 06min22seg - Saturação de gases da combustão;
4 - 07min38seg - Fim da saturação por exaustão natural dos gases e ingresso de ar com retorno de chama 'viva';
5 - 10min36seg - Nova Saturação de gases da combustão

6 - 11min49seg - Fim da 2ª saturação por exaustão natural dos gases e ingresso de ar com retorno de chama 'viva';
7 - 18min02seg - Abertura de portas possibilitando a circulação cruzada;
8 - 19min04seg - Deslocamento do foco principal de incêndio;
9 - 21min29seg - Início da combustão do plástico do ventilador por sobre a mesa intumescida;
10 - 41min43seg - Desabamento total do beliche;

Os termopares aferiram as temperaturas durante todo o ensaio, utilizando-se ainda o CompactDAQ da National Instruments USB de 4 módulos, com módulo

de medição NI 9213, que tem sensibilidade de até $0,02^{\circ}\text{C}$. Mas a incerteza inerente ao termopar está na ordem de $2,2^{\circ}\text{C}$ abaixo de 293°C , e $\pm 0,75\%$ acima disso (OMEGA, 2004). Exemplo desses dados pode ser visto no gráfico abaixo na Figura 25.

Figura 25 - Temperatura aferidas na haste de termopares colocada no centro do compartimento



Observa-se um crescimento das temperaturas no centro do dormitório nos oito pontos de medição da haste de termopares, durante os primeiros 4 minutos, até que o ambiente foi tomado por espessa nuvem de gases, promovendo uma saturação gasosa (fenômeno descrito na literatura), onde a pressão interna é bem maior que a externa, impedindo o ingresso do ar atmosférico e conseqüentemente do oxigênio, chegando a ser aferido no termopar a $2,4\text{m}$ 600°C , aos 3 minutos e 40 segundos.

Em seguida a alta pressão interna dos gases, promove uma lenta exaustão da nuvem, acompanhada de uma diminuição gradual das temperaturas até aproximadamente o sétimo minuto, quando um novo ingresso do ar atmosférico, rico em comburente, realimenta a combustão tornando o incêndio

novamente vivo (com presença intensa de chamas e luminosidade) acompanhada do aumento de temperaturas, chegando a ser aferido, no termopar a 2,1m do piso, 667°C aos 8 minutos e 35 segundos. Mais uma vez a grande produção de gases da combustão se intensifica diminuindo a disponibilidade de entrada de ar/oxigênio afere-se uma diminuição de mais de 100°C nos pontos mais altos, seguido de uma exaustão natural e um novo ingresso de comburente.

Estes ciclos se repetem algumas vezes até o décimo quinto minuto, quando as temperaturas iniciam um declínio progressivo, chegando o termopar com maior aferição a informar 300°C e os mais baixos menos de 100°C, apresentando a clássica fase de arrefecimento mostrada por Torero (2011).

Destaca-se que, com raras exceções, os termopares na haste apresentaram uma certa compatibilidade tendo as temperaturas crescido e decrescido ao mesmo tempo em todos eles, até a abertura da porta aos 18 minutos, quando anunciava-se o declínio do incêndio. Com a abertura da porta e o estabelecimento da ventilação cruzada as temperaturas aferidas no centro do dormitório perderam a compatibilidade oscilando individualmente sem apresentar um padrão comum.

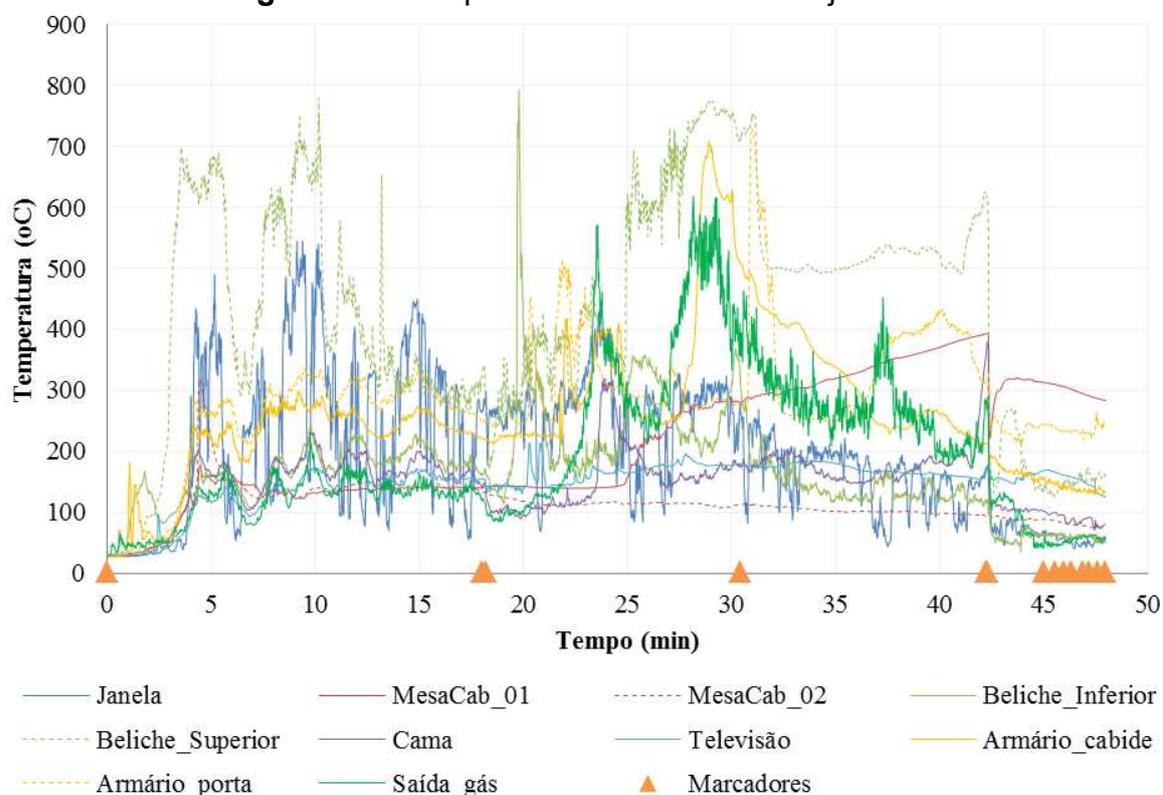
A ventilação cruzada proporcionou uma circulação dos gases quentes em diversas faixas de altura: aos 23 minutos de ensaio, a temperatura do termopar a 0,60 m é maior que as dos termopares a 2,10 m e 2,40 m. Sem a ventilação cruzada, tal situação seria improvável pelo princípio da convecção demonstrado por Janssens (2016).

A partir dos 30 minutos de ensaio, com a diminuição do material combustível, as temperaturas se dividem em dois padrões: os cinco termopares mais elevados (2,4m, 2,1m, 1,8m, 1,5m e 1,2m) apresentam temperaturas próximas aos 200°C e os três termopares mais próximos do piso (0,9m, 0,6m e 0,3m) apresentam temperaturas próximas a 100°C, todavia ambos os padrões apresentam uma queda quase que linear, caracterizando a fase de arrefecimento do incêndio.

Ressalta-se que não houve a generalização do incêndio ou *Flashover*, em sua forma clássica, neste experimento. Observa-se que este incêndio difere da curva clássica de temperaturas apresentada na Figura 7, sobretudo pelo movimento cíclico de Combustão Viva - Saturação Gasosa – Exaustão Natural – Ingresso de Oxigênio – Combustão Viva, promovendo vales e picos de temperaturas, e conseqüentemente uma curva bem menos linear.

O comportamento das temperaturas nos objetos de mobiliário podem ser vistas nos gráficos da Figura 26.

Figura 26 - Temperaturas aferidas nos objetos

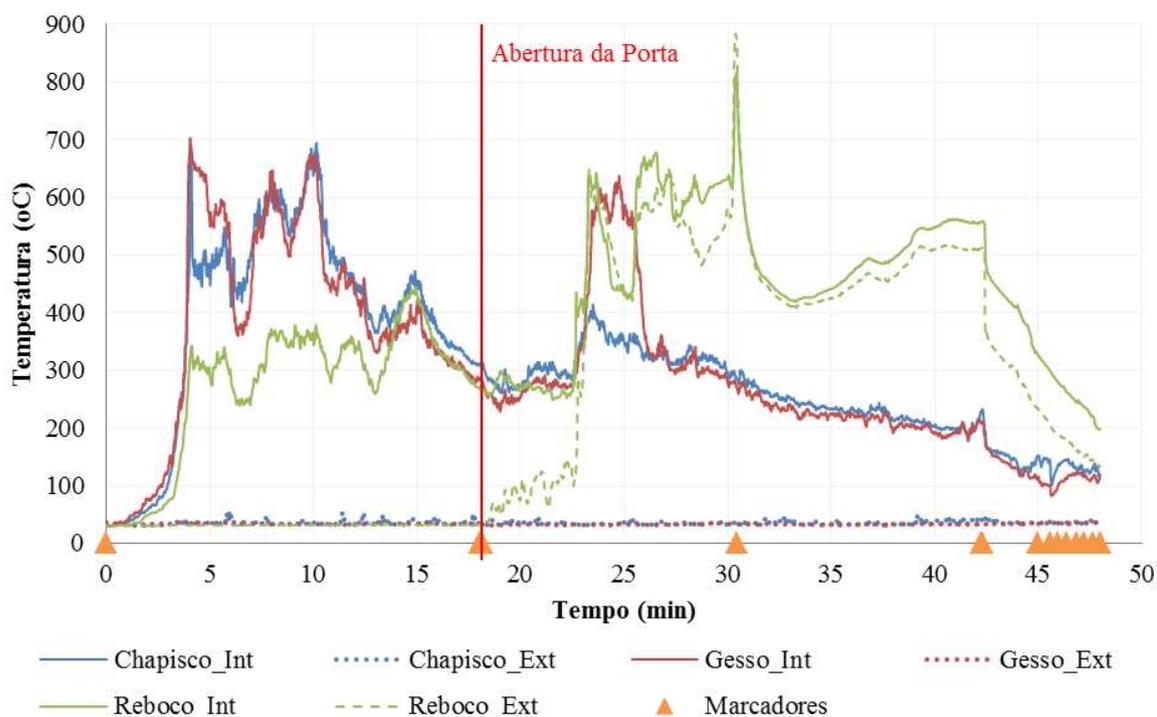


Vê-se que as maiores temperaturas foram aferidas no leito inferior do beliche, chegando próximo a 800°C em vários momentos (10, 19, 27 e 31 minutos), fato compatível com esta ser a peça de mobiliário onde o incêndio foi iniciado e objeto mais atingido pelas chamas. Chama atenção também, principalmente após os 25 primeiros minutos de queima e da abertura da porta (18 minutos) o aumento de temperatura na porta e no interior do armário, que mesmo não comburindo totalmente alcançou temperaturas que suplantaram os 700°C.

Em parte, este aquecimento é explicado pela convecção dos gases para o interior do armário que através de sua geometria facilitou o acúmulo de gases quentes, além disso, algumas peças de vestuário entraram em combustão promovendo a produção de calor.

Como já revelado, as paredes em alvenaria de tijolos cerâmicos também tiveram aferições térmicas, feitas na parte interna e externa, destaca-se que todas elas possuíam revestimento de argamassa de cimento externamente, mas havia três tipos distintos de revestimento interno: argamassa de cimento, chapisco cimentício e argamassa de gesso. As paredes que ficaram mais próximas do beliche foram as com revestimento de chapisco cimentício e argamassa de gesso. A seguir a Figura 27 mostra o gráfico que representa as temperaturas aferidas nas paredes durante o experimento.

Figura 27 - Temperaturas aferidas nas paredes interna e externamente



As temperaturas nas paredes internas, principalmente as revestidas com chapisco cimentício e argamassa de gesso (mais próximas ao foco inicial de incêndio) acompanharam a curva de aumento e diminuição aferida no centro

do dormitório através da haste de termopares, a partir do processo de produção de gases, saturação, exaustão natural, ingresso de ar atmosférico (oxigênio), queima viva, produção de gases, etc., até a abertura da porta. Esta assertiva pode ser comprovada a partir da comparação destes dois termopares com o localizado a 2,10 m de altura do piso na haste.

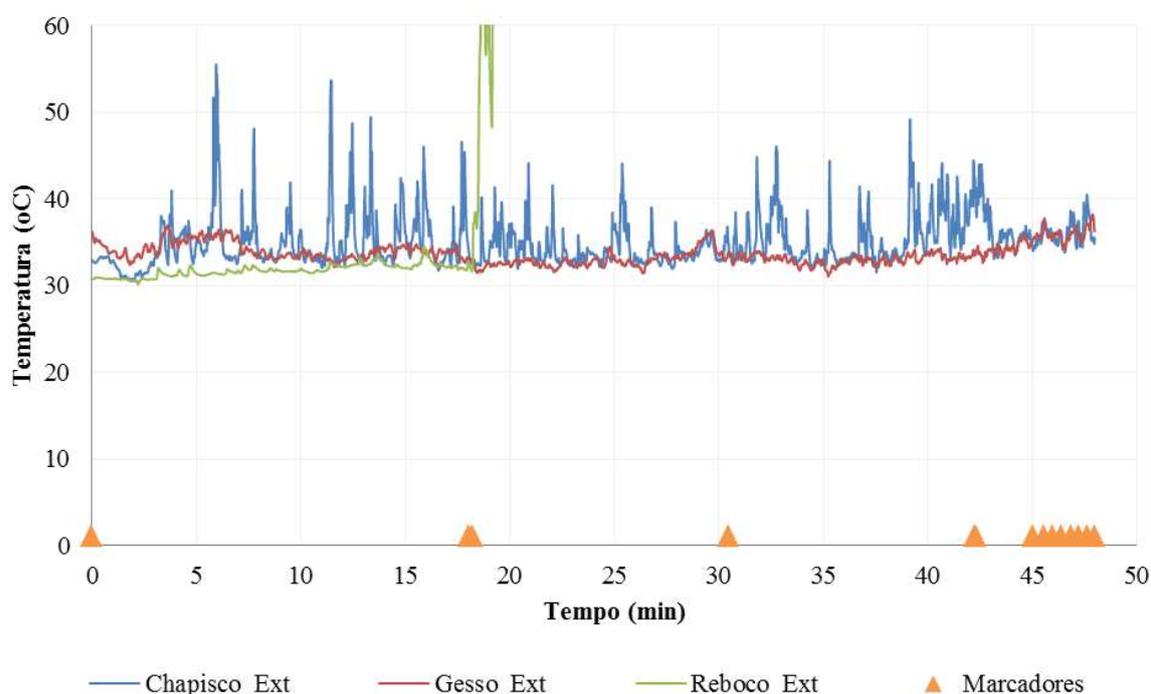
Aos 4 minutos de ensaio a parede com revestimento de argamassa de gesso chegou a 702°C em sua face interna, enquanto a com chapisco cimentício chegava a 641°C. Aos 9 minutos e 54 segundos a parede chapiscada estava submetida a 684°C e a revestida argamassa de gesso a 662°C, sendo estes os maiores picos registrados, destaca-se que ambas apresentam uma proximidade bem relevante até o momento da abertura da porta.

A parede com revestimento de argamassa de cimento (mais afastada do foco inicial de incêndio) teve sua curva desenvolvida abaixo dos 400°C até os 14 minutos e 12 segundos, quando teve o último pico de temperatura antes da abertura da porta.

As temperaturas de todas as paredes internas após a abertura da porta se aproximam substancialmente até os 22 minutos de ensaio, quando a temperatura da parede em gesso sobe substancialmente chegando a alcançar valores superiores a 600°C.

Nas temperaturas das paredes externas vê-se pouca variação até a abertura da porta, com valores que não ultrapassam os 60°C. Destaca-se um aumento extremamente significativo da temperatura da face externa na parede com revestimento de argamassa de cimento que, após a abertura da porta e consequente ventilação cruzada, sobem para mais de 645°C em pouco mais de cinco minutos, mantendo picos e vales acima de 400°C e chegando a 878°C aos 30 minutos e 24 segundos.

Para examinar mais detalhadamente a condução térmica a partir das paredes em alvenaria de tijolos cerâmicos de oito furos horizontais, revestidas internamente com argamassa de gesso, chapisco cimentício e argamassa de cimento, foi registrado os dados mostrados na Figura 28.

Figura 28 - Temperaturas aferidas nas paredes externas

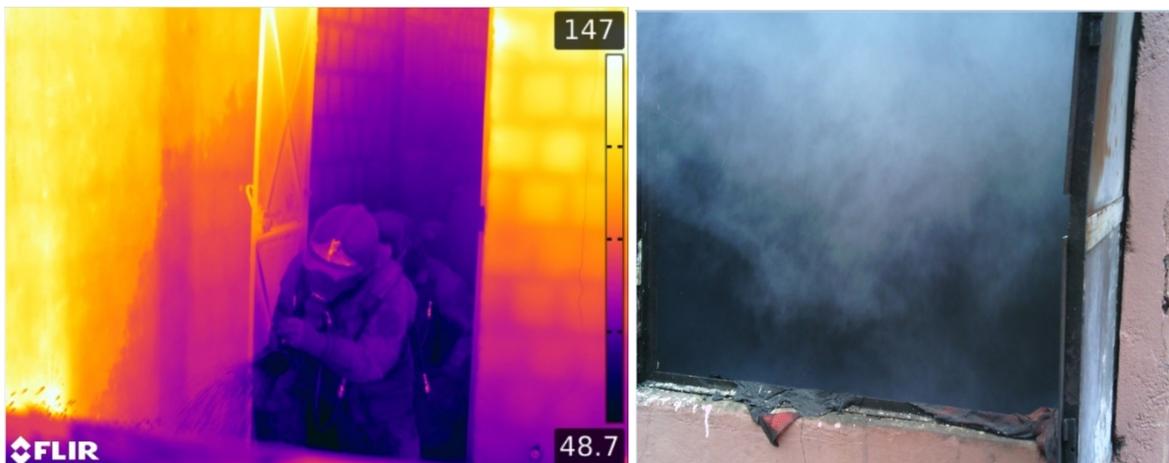
Observa-se que as altas temperaturas internas não foram conduzidas para a face externa das paredes, mesmo aquelas mais próximas ao foco inicial do incêndio. A subida abrupta da temperatura externa da parede revestida com argamassa de cimento está associada à abertura da porta e o início da ventilação cruzada, revelando que a abertura de um compartimento incendiado pode trazer uma elevação substancial da temperatura dos cômodos contíguos e por consequência uma propagação do incêndio.

Destaca-se que, com raras exceções, os termopares na haste apresentaram uma certa compatibilidade tendo as temperaturas crescido e decrescido ao mesmo tempo em todos eles, até a abertura da porta aos 18 minutos, quando anunciava-se o declínio do incêndio. Com a abertura da porta e o estabelecimento da ventilação cruzada as temperaturas aferidas no centro do dormitório perderam a compatibilidade oscilando individualmente sem apresentar um padrão comum.

A ventilação cruzada proporcionou uma circulação dos gases quentes em diversas faixas de altura: aos 23 minutos de ensaio, a temperatura do termopar

a 0,60 m é maior que as dos termopares a 2,10 m e 2,40 m. Sem a ventilação cruzada, tal situação seria improvável pelo princípio da convecção demonstrado por Janssens (2016).

Figura 29 - Imagens Térmicas da Entrada da Equipe de Combate a Incêndios.



Em meio à nebulosidade dos gases inflamáveis visto na imagem VHS à direita, pode ser minimizada em grande parcela, com o uso de câmaras térmicas, como se vê na imagem a esquerda.

Figura 30 - Imagens Térmicas no Ambiente do Experimento.

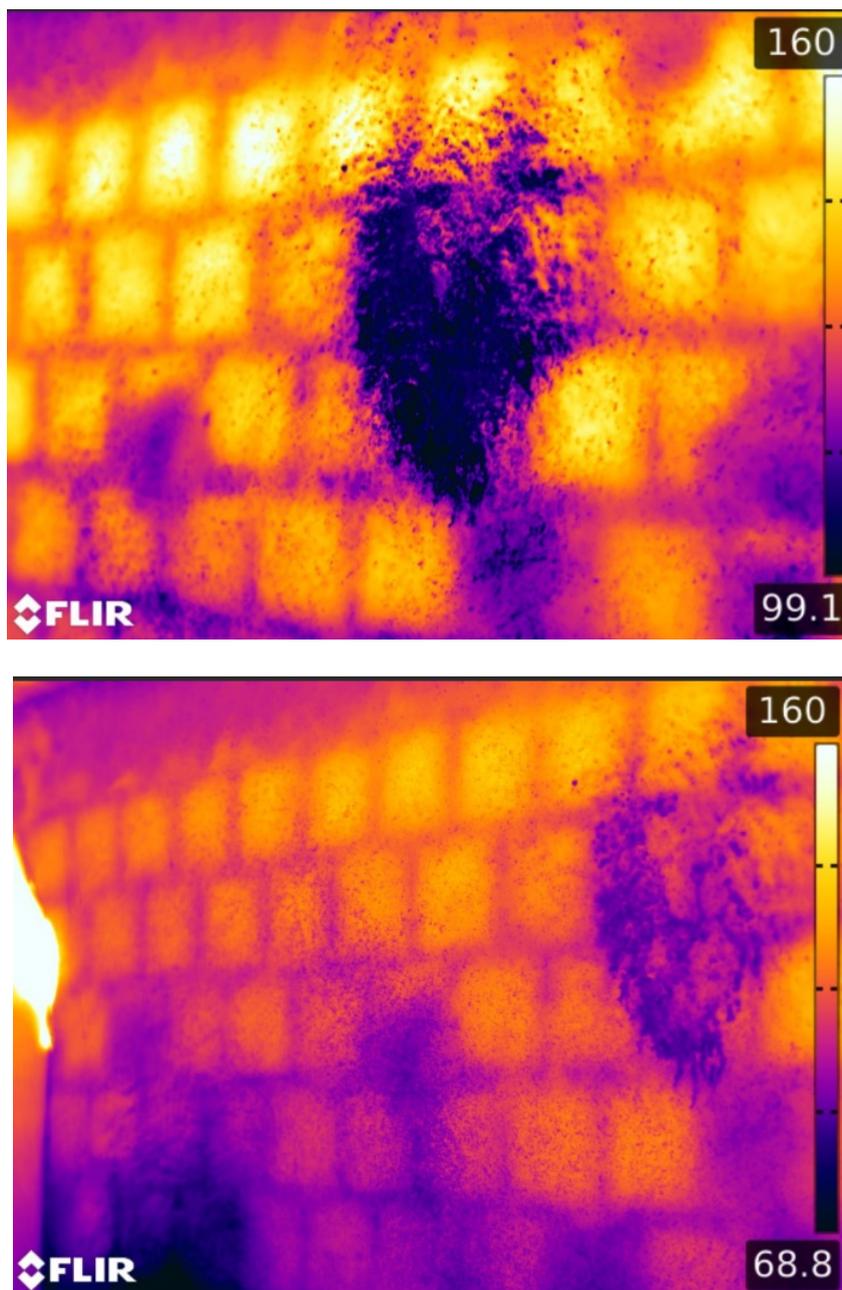


Nas imagens térmicas pode ser visto uma grande quantidade de informações as quais podem otimizar o combate a incêndios, como peças com grande liberação térmica (focos de incêndio) que ficam invisíveis em meio aos gases

da combustão, bem como apontar diferentes componentes estruturais, como tijolos cerâmicos ocultos abaixo do revestimento, ou ainda dar indicações de colapso estruturais não percebidos a olho nu, proporcionando inclusive a evacuação da área afetada e áreas adjacentes.

Outro fator evidenciado nas imagens térmicas é o processo de resfriamento de estruturas como é visto a seguir na Figura 31.

Figura 31 - Imagens Térmicas do Resfriamento de Estruturas.



Nas imagens térmicas acima se vê a eficiência da aplicação de um jato 'atomizado', jato de água aplicado através de mangueiras de incêndio de 1 ½ polegadas, com pressão de trabalho 8 Kf/cm²(PSI) a uma vazão 30 galões por minuto, com abertura de 60° de acionamento por 1 a 2 segundos, sobre as paredes em alvenaria revestidas.

Na primeira imagem um único jato proporciona, quase que instantaneamente a redução de 160°C para 99,1°C, enquanto na segunda imagem um conjunto de alguns jatos diminuiu a temperatura das paredes para 68,8°C em muitos pontos de sua área.

É importante destacar que um dos criados mudos foi intumescido com tinta específica para madeira de fabricação CKC do Brasil, aplicada conforme instruções do fabricante, sendo a observação do comportamento desta peça em meio a um incêndio natural um estudo próprio.

Após o experimento observam-se alguns mobiliários completamente consumidos (beliche, colchões, ventiladores) ou irrecuperáveis (armário e televisão), as paredes estão completamente chamuscadas mais sem grandes patologias observáveis a olho nú. A Figura 32 mostra as imagens do cômodo após o incêndio:

Figura 32 - Imagens do cômodo após o incêndio.



Conclui-se inicialmente que o estudo experimental ora apresentado (baseado em uma estatística de mais de 1.000 incêndios e com um monitoramento razoável), ainda é escasso na América Latina.

Pode-se concluir que a carga de incêndio do dormitório analisado é bem superior ao estipulado nas normas brasileiras que, em regra geral, apontam 300 MJ/m² para este tipo de edificação, contrapondo-se aos 499,56 MJ/m² calculados através dos objetos e mobiliário indicados por Corrêa *et al.* (2017).

No experimento se observou uma curva de temperatura vs tempo bem distinta da curva 'clássica', associada a oscilação gerada principalmente pelo processo cíclico de Combustão Viva – Produção de gases – Saturação Gasosa – Exaustão Natural – Ingresso de Oxigênio – Combustão Viva. De certa forma, a

curva de temperatura vs tempo, era esperada já que a curva comentada é qualitativa e busca apresentar uma média das temperaturas.

Entre os objetos, as maiores temperaturas foram observadas no beliche, principal elemento da carga de incêndio consumida, e no armário que, mesmo não comburindo totalmente apresentou temperaturas acima dos 700°C. Neste sentido observou-se como a geometria dos objetos pode facilitar a concentração de gases quentes e fluxos térmicos, sendo este, mais um fator a ser avaliado na Segurança Contra Incêndio em Edificações (SCIE).

As paredes internas próximas ao foco principal tiveram temperaturas semelhantes, estas eram revestidas de argamassa de gesso e chapisco cimentício, alcançando picos de até 700°C nas fases de crescimento e desenvolvimento do incêndio.

A condução térmica das paredes em alvenaria revelou-se baixa neste experimento, não havendo temperaturas a cima de 60 °C nas faces externas das mesmas. Porém quando comparadas, as condutividades das paredes revestidas com argamassa de gesso e chapisco cimentício, nota-se uma diferença em favor da primeira que em sua face externa teve temperatura máxima de 38,19°C enquanto a segunda apresentou 54,38°C.

A abertura de uma porta em um compartimento, como o montado para o experimento, promove fenômenos relevantes à dinâmica do incêndio. Entre eles destaca-se a ventilação cruzada que pode levar o fluxo de calor rapidamente para compartimentos adjacentes, como foi aferido pelo termopar da face externa da parede com revestimento de argamassa de cimento, propagando o incêndio em caso de existir material combustível neste ambiente. O resfriamento das paredes em alvenaria por 'jato atomizado' se mostrou bastante eficaz, conforme constatado nas imagens térmicas. Estas imagens também podem ser utilizadas para uma otimização do combate a incêndio e no exame das estruturas durante o sinistro com estas características.

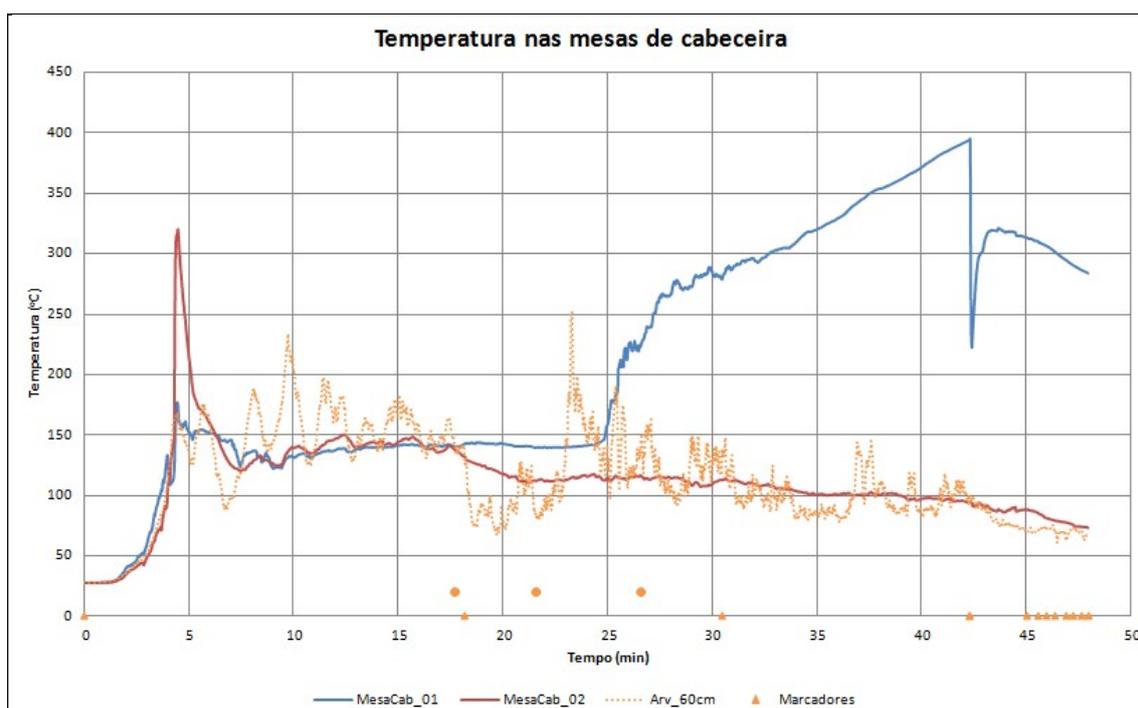
Por fim a utilização de um compartimento com dimensões, características estruturais, carga-incêndio, e dinâmica semelhantes às encontradas em

levantamento estatístico, gera resultados relevantes. Todavia, a repetição de experimentos baseados em incêndios, frequentemente ocorridos em edificações, deve ser perseguida para maior generalização das conclusões ora levantadas.

6.2 PEÇA INTUMESCIDA EM MEIO AO EXPERIMENTO

Fazendo uma análise mais focada no comportamento dos criados mudos ou mesas de cabeceira durante o incêndio no "quarto" de ensaio, temos o seguinte gráfico:

Figura 33: Gráfico mostrando a temperatura atingida pelas mesas de cabeceira, ou criados mudos, durante o experimento.



Observando-se o lapso temporal o qual se deu o evento e confrontando com o gráfico da figura 33, observa-se relações importantes entre o móvel com a tinta intumescente e o ambiente. Verificando as características comportamentais apontadas no gráfico o qual trata, em específico, das mesas de cabeceira, proporcionará uma observação mais acurada do acontecido.

No gráfico da figura 33 são vistas três linhas que representam as temperaturas dos móveis testados e do ambiente ensaiado. A linha azul e a vermelha representam, respectivamente, os termopares instalados na mesa de cabeceira não intumescida e na que foi aplicada a tinta intumescente. Já a linha pontilhada em laranja, representa a marcação feita pelo termopar a uma altura de 60 cm, altura em que se encontra a face externa superior dos móveis.

Percebe-se que durante os 5 minutos iniciais a mesa de cabeceira não intumescida atingiu temperatura muito superiores as da mesa intumescida, chegando a ser 2 vezes maior. Isso possivelmente se deve ao fato que, segundo a própria ficha técnica do CKC 268, após aplicação do produto e quando exposto ao fogo, a tinta acaba sendo ativada pelo calor, fazendo com que a camada de proteção venha a expandir em sua espessura (CKC, 2017). Após os 5 minutos iniciais, o qual a temperatura do ambiente e dos móveis, estavam mais elevadas, vê-se uma redução devido a saturação dos gases presentes no ambiente, reduzindo as chamas e, conseqüentemente, o poder calorífico irradiado para os demais locais do dormitório ensaiado.

A Figura 34 mostra os efeitos causados pelo incêndio na mesa de cabeceira que foi revestida pela tinta intumescente.

Figura 34: Maçaneta da gaveta da mesa de cabeceira com destaque para a expansão da tinta intumescente ocorrida após ação do calor.



Com a redução da temperatura, depois dos 5 minutos iniciais, a temperatura ambiente aos 60 cm manteve uma variação entre 100°C e 250°C até os 18

minutos de ensaio. Nesse mesmo lapso temporal a temperatura no móvel intumescido teve uma variação mínima, quase representada por uma linha contínua, enquanto que o móvel não intumescido obteve variação maior no mesmo intervalo de tempo. É de se destacar que o móvel intumescido encontrava-se ao lado do beliche que teve sua estrutura atingida pelas chamas, conforme imagem que se segue.

Figura 35: Mesa de cabeceira intumescente, ao lado do beliche já consumido pelo fogo.



A partir dos 18 minutos de ensaio, a temperatura ambiente, tem um declínio em virtude da abertura da porta feita pela equipe de monitoramento, o qual possibilitou a passagem do ar entre a janela e a porta, caracterizando a ventilação cruzada (LEPAGE *et al.*, 1986). Desse ponto em diante é notável que com a formação de uma coluna de ar passando pelo cômodo. Nota-se que é criada uma barreira que impede a propagação das chamas por irradiação até os demais móveis localizados no lado oposto do dormitório.

Figura 36: Coluna de ar formada entre a janela e a porta, mantendo as chamas direcionadas para um dos lados.



Quando o teste se aproxima dos 23 minutos, a coluna de ar formada, aliada à destruição gradual do beliche, faz com que as chamas se concentrem próximas ao cômodo intumescido. O beliche parcialmente destruído, tem fragmentos em chamas em contato com o móvel intumescido. Sendo assim, a entrada de ar que inicialmente ocasiona uma diminuição de temperatura proporciona, com o decorrer do tempo, comburente para que as chamas e o incêndio ganhem vida (LEPAGE *et al.*, 1986). O móvel, o qual teve a aplicação da tinta intumescente, tem sua temperatura aumentada a quase 400°C até os 43 minutos de ensaio, quando as equipes de combate a incêndio adentram no ambiente para debelar as chamas, enquanto o cômodo não intumescido tem sua temperatura em torno de 100°C até os mesmos 43 minutos.

A permanência do móvel em chamas por todo esse tempo (23 até 43 minutos) a uma temperatura elevada, encontra respaldo em dois pilares. O primeiro é que a queima da madeira vai ocorrer através de uma combinação de reações pirolíticas, oxidativas e hidrolíticas, o qual se verifica com o aumento de temperatura, gerando produção de gases inflamáveis que realimentam o

processo de combustão. Ou seja, o material não entra em combustão diretamente. Primeiramente, a madeira se decompõe, por pirólise, em produtos voláteis e combustíveis, que então se inflamam. O segundo, o qual permitiu sua queima por um longo tempo, está na natureza da intumescência, o qual garante ao móvel a inibição da propagação das chamas.

Com a entrada da equipe de bombeiros para extinguir o incêndio, por meio do ataque combinado, onde além das pulsações de água atomizada lançadas no ambiente sinistrado é realizado o combate no material em chamas, as temperaturas tiveram uma queda brusca. Logo em seguida, sem a existência de chamas e sem a possibilidade de propagação e reignição do incêndio, o ambiente teve sua temperatura em declínio através da ventilação proporcionada pela abertura da porta.

O dormitório ensaiado é aberto para entrada da equipe de estudo e verificação dos danos ocorridos, observando-se os dois móveis da seguinte forma:

Figura 37: Mesas de cabeceira, ou criados mudos, após os 48 minutos de teste. A direita, o móvel intumescente.



Figura 38: Mesa de cabeceira intumescida após o experimento.



Figura 39: Mesa de cabeceira não intumescida após o experimento.



Concluído o experimento, as mesas de cabeceira foram retiradas do local e pesadas para verificar o dano sofrido pelo mobiliário após o incêndio. Por serem iguais, possuindo o mesmo layout e constituição de aglomerado de madeira, apresentaram cada, um peso antes do evento de 12,9 Kg. Pesados no término do teste, a mesa de cabeceira não intumescida apresentou peso de 14,1 Kg, enquanto a intumescido pesou 12,1 Kg. Indicando, provavelmente,

que o peso maior do móvel não intumescido foi devido a barreira feita pelo móvel intumescido, o qual evitou a propagação das chamas e, conseqüentemente, o consumo da madeira pelo fogo, além do uso da água utilizada na extinção das chamas que em parte foi absorvida pela madeira aumentando seu peso. Dias após o experimento, com os dois móveis secos, os mesmos foram pesados, tendo como peso o não intumescido e o intumescido, respectivamente, 12,7 Kg e 11,9 Kg, mostrando danos maiores à mesa de cabeceira que teve aplicada a tinta intumescida, por está estar em contato com as chamas por longo período e imediatamente ao lado do beliche que foi completamente consumido pelas chamas.

Para Lepage *et al.* (1986), na faixa onde a temperatura fica entre 280 e 350°C, como foi o caso do móvel intumescido, a madeira perde quantidade considerável de massa, em torno de 68%, e na faixa entre 350 e 370°C, a massa remanescente é de somente cerca de 20% do valor inicial. Diante desse contexto, o móvel intumescido teve um comportamento muito bom, evitando a propagação das chamas, como também manteve boa parte de sua estrutura não danificada.

Observa-se que a propagação do incêndio para os móveis do lado oposto do dormitório foi evitado por dois motivos: pela direção das chamas em virtude da coluna de ar criada pela ventilação cruzada, o qual reduziu o calor irradiado para o móvel não intumescido e os demais móveis, bem como pela própria característica da tinta intumescida em evitar a propagação das chamas.

Vê-se ainda uma necessidade de aprofundamento em pesquisas experimentais com intumescência no Brasil, importantes para uma validação da eficácia dos revestimentos em situações muito próximas dos cenários de incêndio, os quais são vivenciados diariamente em todo país.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste estudo foi estabelecido uma metodologia fácil e exequível para o mapeamento dos incêndios em edificações no Brasil, através do formulário recomendado pelo Conselho Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil (LIGABOM), destacando um problema silente e contínuo que se manifesta timidamente, apenas quando a grande mídia enfoca casos específicos.

Para exemplificar este mapeamento observou-se os incêndios em edificações ocorridos em Recife no triênio 2011-2013, com ênfase qualitativa no primeiro ano e em incêndios residenciais (evento mais frequente). Para cada evento verifica-se sua localização geográfica na cidade, natureza estrutural, área construída, principais objetos constituintes da carga-incêndio, provável local do foco inicial de incêndio, entre outros fatores que reconstituem um mosaico de tais sinistros.

Concluindo-se que a análise das estatísticas de incêndio em edificações em uma cidade pode revelar faces importantes da dinâmica dos sinistros locais, poderá fomentar políticas públicas mais adequadas e customizadas, gerando informações e inteligência para os serviços de combate a incêndio. Através de tais análises estatísticas é possível também balizar campanhas preventivas mais eficazes e estabelecer objetos de pesquisas acadêmicas pautados em uma realidade de atendimento dos sinistros.

Neste estudo de caso da cidade do Recife constatou-se que existe um expressivo número de incêndios em edificações na cidade, sendo estes, sobretudo, em edificações residenciais e unifamiliares. Este aspecto contraria o senso comum que casas são menos propícias a incêndios que apartamentos residenciais, e estes apartamentos por sua vez mais seguros que estabelecimentos comerciais, industriais ou locais de concentração de público.

Os incêndios em edificações se espalham em mais de 70 bairros da cidade, mostrando a pulverização do problema, contudo mais de um terço destes

sinistros estão concentrados em apenas 10 bairros apontando para um foco inicial de ações.

Verifica-se que nos códigos de Segurança Contra Incêndio de todo Brasil, e não apenas em Pernambuco, este tipo de edificação (residência unifamiliar) não é contemplado com nenhum tipo de sistema preventivo contra incêndio, sendo estes os cenários da maioria das mortes em incêndios na cidade do Recife no ano de 2011.

Mesmo não constituindo o principal escopo de incêndios em edificações, as edificações comerciais e de concentração de público também possuem números significativos de incêndios e merecem estudos mais aprofundados sob suas características e dinâmicas.

O maior número de incêndios ocorre em edificações residenciais, unifamiliares (primariamente) ou multifamiliares (secundariamente), e a grande maioria delas é construída com tijolos cerâmicos compondo as alvenarias estruturais. Ainda não há orientação normativa padronizada no Brasil para projeto desse sistema estrutural específico, quando submetido a incêndios e a literatura técnica nessa área é bastante escassa. Nesse contexto, constata-se a necessidade de ampliar as pesquisas nessa área de conhecimento, em particular para as edificações multifamiliares com mais de um pavimento.

No âmbito das residências unifamiliares, as mais atingidas pelos incêndios, sua estrutura é quase sempre em alvenaria, em um único pavimento, possuindo de 25 a 75 metros quadrados. Os dados apontam que o incêndio tem foco inicial na cozinha ou no quarto, geralmente associados ao uso do gás liquefeito de petróleo e curtos circuitos respectivamente.

Cadeiras em madeira, colchões, camas em madeira, geladeiras, panelas em metal, televisores, ventiladores, fogões e guarda-roupas em madeira são os objetos mais frequentemente atingidos nos incêndios em edificações residenciais, sugerindo uma carga-incêndio modal para o *lócus* de estudo, no período referenciado.

Recomenda-se novos estudos que possam expandir o ensaio aqui iniciado para outras cidades do Brasil, sobretudo na ausência ou precariedade de estudos estatísticos de incêndios em edificações.

Quanto ao estudo sobre as mortes em incêndios, verifica-se uma carência grande de trabalhos que busquem uma análise acurada dos incêndios ocorridos no Brasil e na América Latina, sobretudo aqueles com letalidade, sendo este um esboço para a discussão na cidade de Recife no ano de 2011.

Observa-se ainda quanto a incêndios letais, que a metodologia descritiva pode ser ensaiada em outras cidades brasileiras e no contexto ibero-latino-americano como forma de (re)pensar estratégias e políticas públicas locais mitigadoras do problema.

Ainda em relação aos incêndios letais e no espectro comparativo, respeitado as diferenças metodológicas, seis cidades foram comparadas a Recife, usado para tanto dados do *World Fire Statistic* (CTIF, 2012). Verificou-se que a capital de Pernambuco, tem um número de incêndios com letalidade relativamente pequeno, quando se observa apenas as mortes constatadas no local e em valores absolutos. Contudo estas mortes tornam-se mais expressivas, ao ponderar-se a razão de incêndios por vítima fatal, destacando-se que em Recife todas as letalidades foram constatadas nos atendimentos do Corpo de Bombeiros em incêndios em edificações.

Os incêndios letais em Recife, em 2011, aconteceram, sobretudo, no período das 00:00h às 06:00h, em edificações residenciais não regulares, classificadas como 'subnormais' ou 'precárias' com uma vítima fatal cada, geralmente adulto do sexo masculino. Excetuando-se o incêndio em unidade prisional o qual teve características criminosas em uma edificação regular e atingindo três vítimas fatais.

Na pesquisa ora apresentada buscou-se o estabelecimento de uma edificação que represente as características básicas do conjunto de incêndios prediais, num período e dentro de um território específico, e que possa ser replicado em qualquer localidade, que afira os mesmos parâmetros. Sendo alcançado

através do estudo analítico da cidade de Recife. Cidade com 1,6 milhões de habitantes e alta densidade demográfica, mais de 7 mil pessoas por quilômetro quadrado, (CORRÊA *et al.*, 2015b), centro político e econômico de uma Região Metropolitana com quase 4 milhões de pessoas.

Foi verificado que para esta grande cidade a edificação modal era uma residência, do tipo unifamiliar que possuía: 03 quartos, 01 sala, 01 cozinha, uma área de serviço e terraço distribuídos em 97 metros quadrados, construídos em alvenaria e carga incêndio (mobiliário e objetos) bem definidos.

Tendo em vista que as residências unifamiliares, tanto em Recife como em qualquer outro centro urbano brasileiro, são dispensadas por lei de qualquer sistema de prevenção contra incêndio, esta é uma consideração importante a ser analisada.

O estabelecimento do 'edifício modal' para a cidade de Recife no ano de 2011, permitiu a criação de ensaios experimentais ou de simulação computacional com base em parâmetros próximos da realidade vista nos incêndios ocorridos. Desta forma, a análise do comportamento do fogo e do desempenho dos sistemas de proteção ativa e passiva com base no edifício modal estarão mais condizentes com as estruturas existentes. Os seus prognósticos, portanto, poderão projetar de forma mais fidedigna medidas efetivas e políticas públicas para aumentar a prevenção contra incêndio, bem como instrumentalizar pesquisadores, profissionais envolvidos e gestores a enfrentar o problema dos incêndios de forma mais qualificada.

Diante das especificidades regionais contidas no Brasil, recomenda-se que pesquisas como esta, de construção de edificações modais, sejam realizadas em outras cidades, de forma a permitir uma análise mais local e efetiva da realidade existente em todo o país.

Dentro do estudo experimental, tendo por escopo um dos dormitórios do 'edifício modal', conclui-se inicialmente que pesquisas semelhantes (baseado em uma estatística de mais de 1.000 incêndios e com um monitoramento razoável), ainda são escassas, não só no Brasil, mas na América Latina.

Ainda quanto ao experimento, pode-se concluir que a carga de incêndio do dormitório analisado é bem superior ao estipulado nas normas brasileiras que, em regra geral, apontam 300 MJ/m² para este tipo de edificação, contrapondo-se aos 499,56 MJ/m² calculados através dos objetos e mobiliário indicados por Corrêa *et al.* (2017b).

No experimento se observou uma curva de temperatura vs tempo bem distinta da curva 'clássica', associada a oscilação gerada principalmente pelo processo cíclico de Combustão Viva – Produção de gases – Saturação Gasosa – Exaustão Natural – Ingresso de Oxigênio – Combustão Viva, de certa forma esperada, já que a curva comentada é qualitativa e busca apresentar uma média das temperaturas.

Entre os objetos, as maiores temperaturas foram observadas no beliche, principal elemento da carga de incêndio consumida, e no armário que, mesmo não comburindo totalmente apresentou temperaturas acima dos 700°C, mostrando como a geometria dos objetos pode facilitar a concentração de gases quentes e fluxos térmicos, sendo este, mais um fator a ser avaliado na Segurança Contra Incêndio em Edificações (SCIE).

As paredes internas próximas ao foco principal tiveram temperaturas semelhantes, estas eram revestidas de argamassa de gesso e chapisco cimentício, alcançando picos de até 700°C nas fases de crescimento e desenvolvimento do incêndio.

A condução térmica das paredes em alvenaria revelou-se baixa neste experimento, não havendo temperaturas acima de 60 °C nas faces externas das mesmas. Porém quando comparadas, as condutividades das paredes revestidas com argamassa de gesso e chapisco cimentício, nota-se uma diferença em favor da primeira que em sua face externa teve temperatura máxima de 38,19°C enquanto a segunda apresentou 54,38°C.

A abertura de uma porta em um cômodo, como o montado para o experimento, promove fenômenos relevantes à dinâmica do incêndio, entre eles destaca-se a ventilação cruzada que pode levar o fluxo de calor rapidamente para

compartimentos adjacentes, como foi aferido pelo termopar da face externa da parede com revestimento de argamassa de cimento, propagando o incêndio em caso de existir material combustível neste compartimento.

O resfriamento das paredes em alvenaria por 'jato atomizado' se mostrou bastante eficaz, conforme constatado nas imagens térmicas. Estas imagens também podem ser utilizadas para uma otimização do combate a incêndio e no exame das estruturas durante um sinistro com estas características.

Por fim a utilização de um cômodo (dormitório) com: dimensões, características estruturais, carga-incêndio, e dinâmica semelhantes às encontradas em levantamento estatístico, gera resultados relevantes, todavia a repetição de experimentos baseados em incêndios frequentemente ocorridos em edificações deve ser perseguida, para a maior generalização das conclusões ora levantadas.

Recomenda-se inicialmente que estudos qualitativos e descritivos, em relação aos incêndios ocorridos, sejam implementados com foco: em políticas públicas preventivas, na análise das estruturas, carga-incêndio, local do foco inicial, comportamento e assistência das vítimas, sistemas de prevenção, comportamento socioeconômico dos usuários, entre outros, que possam munir os tomadores de decisão, de informações relevantes.

Recomenda-se também simulações numéricas que 'reconstruam' o ambiente usado no experimento, através de *softwares* específicos para simulação fluidodinâmica como no caso do *Fire Dynamic System* e do *SmartFire*. Tais simulações podem, com a ajuda dos resultados experimentais, serem calibradas. Buscando uma aderência entre o simulado e o fenômeno real, refinando simulações futuras.

Recomenda-se ainda pesquisas que visem o desenvolvimento de modelos de compatibilização das diversas formas de aferições estatísticas realizadas no Brasil, visando a consolidação de uma estatística de incêndio nacional e conseqüentemente um real dimensionamento do problema.

Recomenda-se finalmente novos estudos que afirmam cargas incêndios em ambientes urbanos, sobretudo residenciais, para constatar ou refutar a hipótese construída a partir do experimento (baseado nas estatísticas de Recife), que muito superaram as indicações previstas em norma.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 1 - Requisitos Gerais**, Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 14.432: Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações - Procedimentos**, Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 14023**. Registro de Atividades de Bombeiros. Rio de Janeiro: 1997.

AKTAS, Emel; ÖZAYDIN, Özay; ÜLENGİN, Füsuni; ÖNSEL, Sule. *Optimizing Fire Station Locations for the Istanbul Metropolitan Municipality*. **Interfaces**, v.43, p. 240-255, 2013.

BADRI, Masood A.; MORTAGY, Amir K.; ALSAYED, Colonel Ali. *Theory and Methodology a Multi-objective Model for Locating Fire Stations*. **European Journal of Operational Research**, v. 110, p. 243-260, 1998.

BRAGA, George C. B.; BRYNER, Nelson; MENSCH, Amy. **Resistência à radiação térmica das lentes dos Equipamentos de proteção respiratória utilizada pelos Bombeiros: para onde podemos evoluir?** In: Atas do 2º Congresso Ibero Latino Americano de Segurança Contra Incêndio, 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p.507-514, 2013.

BRAGA, George C. B. **Investigação de Incêndios**. In: A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

BRASIL. **Decreto n. 2.315**, de 4 de setembro de 1997, cria a Secretaria Nacional de Segurança Pública, 1997.

BRENNAN, Patricia. Victims and survivors in fatal residential building fires. **Fire and materials**, v. 23, n. 6, p. 305-310, 1999

BUCHANAN, A.H. **Structural design for fire safety**. John Wiley & Sons Ltd, University of Canterbury, New Zealand, 2001.

CAPES, Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Avaliação Trienal 2010-2012, dos Programas de Pós Graduação da Área Engenharia I**. Disponível em: www.capes.gov.br/imagers/stories/download/avaliacaotrienal/Docs_de_area_e_c_omissao_16out.pdf .. Acesso em 16dez13

CARLOS, Ana Fani Alessandro. **A (re) produção do espaço urbano**. Edusp, 1994.

CAVALCANTI, Carlos B. **Guerreiros da Paz**. Recife, PE: Editora Própria, 2007.

CORDEIRO, Dirac M. **Modelo Conceitual de Transportes Integrado à rede de Hospitais como atributo de Otimização de um sistema Urbano de Atendimento Pré-Hospitalar Móvel**. Recife, 2012. Tese de Doutorado – Departamento de Engenharia Civil da UFPE

CORRÊA, Cristiano; PEDROSA, Ivo V. **A Contribuição dos Serviços de Salvamento e Combate a Incêndios para o Desenvolvimento Sustentável: um panorama pernambucano, sob a ótica dos gestores municipais**. In: Atas do 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p. 547-556, 2013.

CORRÊA, Cristiano. **A contribuição dos serviços de Combate a Incêndios (CI) e Salvamento (S) para o Desenvolvimento Sustentável (DS): Um panorama pernambucano**. Dissertação, Recife, 2011.

CORRÊA, Cristiano; SILVA, José J. R.; BRAGA, George C. Incêndios com letalidade, território e trânsito: considerações iniciais sobre os casos em Recife no ano de 2011. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 38, n. 143, p. 109-123, 2016.

CORRÊA, Cristiano; RÊGO SILVA, José J.; PIRES, Tiago A.; BRAGA, George C.. Mapeamento de Incêndios em Edificações: Um estudo de caso na cidade do Recife. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 2, n. 3, p. 15-34, 2015a.

CORRÊA, Cristiano; RÊGO SILVA, José J.; PIRES, Tiago A.; BRAGA, George C.. Os Incêndios em Pernambuco: Um estudo comparativo com os padrões mundiais. **Revista FLAMMAE**, vol. 1, nº. 2, p. 08-27, 2015b.

CORRÊA, Cristiano; RÊGO SILVA, José J.; PIRES, Tiago A.; BRAGA, George C.; VIEIRA DE MELO, Izabela A.. Edifício Modal: Uma representação para o Estudo de Incêndios na cidade de Recife. **Revista CIENTEC**, v. 9, n.2, 2017.

CORRÊA, C.; BRAGA, G. C.; SILVA, J. B.; SILVA, J. J. R.; Tabaczinski, R.; PIRES, T. Incêndio natural em compartimento de residência na cidade de Recife: Um estudo experimental. **Revista ALCONPAT**, v.7, n.3, p. 215-230, 2017.

CKC-268 Tinta Intumescente. Ficha Técnica. 03jan17.

CURTA, Thomas; DELCROS, Philippe. Managing road corridors to limit fire hazard. A simulation approach in southern France. **Ecological Engineering**, v.36, p.457-465, 2010.

DEL CARLO, Ualfrido. **A Segurança contra Incêndio no Brasil**, In: A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008a.

_____. **A Segurança contra Incêndio no Mundo**, In: A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008b.

DETRAN-PE, Departamento de Trânsito de Pernambuco. **Frota de Veículos da Região Metropolitana do Recife - RMR**. Disponível em:

http://www.detran.pe.gov.br/images/stories/estatisticas/HP/1.6_frota_rmr.pdf
Acesso em: 22dez13.

DETRAN-RJ, Departamento de Trânsito do Rio de Janeiro. **Frota de Veículos da cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.detran.rj.gov.br/estatisticas.veiculos/02.asp> Acesso em: 12jun15.

DIAS, Érika Simone de Almeida Carlos. **A Capitania de Pernambuco e a instalação da Companhia Geral de Comércio**, publicado nas Actas do Congresso Internacional Espaço Atlântico de Antigo Regime: poderes e Sociedade. Lisboa, Portugal 2005.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto 11.258 de 16 de setembro de 1988**, que: Aprova o Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico, que com este dá baixa e dá outras providências. Brasília, 1988.

DUARTE, Dayse; RÉGO SILVA, José Jéferson; PIRES, Tiago A. de Carvalho. **Gerenciamento dos Riscos de Incêndio**. In: A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

DRYSDALE, D. **An introduction to fire dynamics**. John Wiley & Sons Ltd., University of Edinburgh, UK, 1998.

DUARTE, Rogério Bernardes; RIBEIRO, Ivanovitch Simões. **Coleta de Dados de Incêndio**. In: A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

FABIAN, Bruno; BETIOCCHI, Danilo; PASTORINO, Renato. A Methodological Approach to Internal Antifire crew Optimization. an oil refinery Case History. **Safety Science**, v. 27, n. 2/3. p. 161-181, 1997.

FIREFIGHTER'S HANDBOOK. **Firefighter I & Firefighter II**. Cap. 18. Ventilation. pág. 855-859. 3ª Ed. 2009.

FITZGERALD, Robert W. **Building Fire Performance analysis**. Jonh Wiley&Sons, 2004, p. 534

GAMA, Joze B. F. **Memórias históricas da Província de Pernambuco, 1921**. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/221727> Acesso em: 22dez14.

GOUVEIA, Antonio Maria Claret. **Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos**. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006.

GUO, Tie-Nan; FU, Zhi-Min. The fire situation and progress in fire safety science and technology in China. **Fire Safety Journal**, v.42, p.171-182, 2007.

HAHNEMANN, A. L. C., CORRÊA, C., RABBANI, E. R. K. . Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileña. **Revista ALCONPAT**, v.7, n.2, p.186-199, 2017.

HANEA, Daniela; ALE, Ben. Risk of human fatality in building fires: A decision tool using Bayesian networks. *Fire Safety Journal*, v. 44, n. 5, p. 704-710, 2009

HESKESTAD, G. *Fire plumes, flame height, and air entrainment*. In__SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2016.

HORROCKS, A. R.; PRICE, D. *Fire retardant materials*. woodhead Publishing, 2001.

HURTADO, José P.; CALDAS, Rodrigo B.; RODRIGUES, Francisco C.; MEIRA, Lucimar O. *Simulação Computacional de um Incêndio em Edificação Residencial de Baixo Custo*. In__ Atas do 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p. 617-626, 2013.

JANSSENS, M. *Calorimetry*. In SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2016.

KOBAYASHI, N. et al. *Intumescent fire-resistant coating, fire-resistant material, and process for producing the fire-resistant material*. U.S. Patent n. 5.401.793 28 mar. 1995.

KOBES, M.; HELSLOOT, I.; DE VRIES, B.; Post, J. G. Building safety and human behaviour in fire: A literature review. *Fire Safety Journal*, v. 45, n. 1, p. 1-11, 2010

IAHGP, Instituto Arqueológico, Histórico e Geográfico de Pernambuco. *Revista do Instituto Arqueológico, Histórico e Geográfico de Pernambuco v.27*, Recife: IAHGP, 1925.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Perfil das Cidades – Pernambuco - Recife*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=261160&search=pernambuco|recife> Acesso em: 29dez13.

INFORMS, Institute for Operations Research and the Management Sciences. *50th Anniversary Article Improving Emergency Responsiveness with Management Science*. 2013.

JANSSENS, M. *Calorimetry*. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2016.

JORNAL DO RECIFE. Edição de 12 de Abril de 1885, *apud*, CAVALCANTI, Carlos B. *Guerreiros da Paz*. Recife, PE: Editora Própria.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos da Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 2011.

LAÍM, L., RODRIGUES, J. P. C. e DA SILVA, L. S. Experimental analysis on cold-formed steel beams subjected fire. ***Thin-Walled Structures***, v.74, 2014, pp.104-117, 2014.

LEITE, Helena Arias L.; JUNIOR, Armando L. M.; TORRES, Daniel L. Dimensionamento da alvenaria estrutural em situação de incêndio: contribuição à futura normatização nacional. ***Ambiente Construído***, v. 16, n. 2, p. 89-107, 2016.

LEPAGE, E. S.; OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LOPEZ, G. A. C.; CHIMELO, J. P.; OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; CAVALCANTE, M. S.; IELO, P. K. Y.; ZANOTTO, P. A.; MILANO, S. - ***Manual de preservação de madeiras***. São Paulo: IPT, v. 1. 1986.

LAÍM, L., RODRIGUES, J. P. C. e DA SILVA, L. S. *Experimental analysis on cold-formed steelbeams subjected fire. Thin-Walled Structures*, v.74, 2014, p.104-117, 2014.

LENNON, T., Moore, D. (2003), *The natural fire safety concept—full-scale tests at Cardington. Fire Safety Journal*, v. 38, n. 7, p. 623-643, 2003.

LIGABOM, Conselho Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil. ***RELATÓRIO DE OCORRÊNCIA***, 2007

LOBO, Carlos Eduardo Riberi. ***O Corpo de Bombeiros em São Paulo/1970-1995. Modernização, Políticas Públicas e Cidadania***. Dissertação, São Paulo, 2002. Disponível em: http://www.sapientia.pucsp.br/tde_arquivos/17/TDE-2007-08-07T08:05:49Z-4024/Publico/Carlos%20Eduardo%20Riberi%20Lobo.pdf Acesso em: 29dez14.

LORENZI, Luciani Somensi; KLEIN, Dário Lauro; CAETANO, Luciane Fonseca; FILHO, Luiz Carlos P. Silva. ***Avaliação do Comportamento de Edificação Habitacional Constituída em Chapas de aço com preenchimento de Poliuretano em situações de incêndio***. In: Atas do 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p. 627-636, 2013.

LU, X.; LUH, P.B.; TUCKER, A.; GIFFORD, T. Impacts of Anxiety in Building Fire and Smoke Evacuation: Modeling and Validation. ***IEEE Robotics and Automatío Letters***, V.2, N.1, p. 255-260, 2017.

LUCENA, Renata Batista. ***Aplicação Comparativa de Métodos de Mapeamento de Riscos de Incêndio nos Centros Urbanos das Cidades de Coimbra e Porto Alegre***. Dissertação de Mestrado, PPGEC-UFRGS, 2014.

MAGALHÃES, S. R.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G.A. Avaliação do Combate aos Incêndios Florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra. ***Floresta e Ambiente***, v.01, n.18, p.80-86.

MARICATO, E. ***As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias***. Planejamento urbano no Brasil. In: A cidade do pensamento único;

desmanchando consensos, Arantes, O., Vainer, C. e Maricato, E. (orgs), Rio de Janeiro: Vozes, 2000.

MELLO, José Antônio Gonsalves de. **Tempo dos Flamengos**. Recife: Topbooks, 2001.

McFERRAN, Katrina. Music Therapy with Young People in Schools: After the Black Saturday Fires. **Voices**, v. 11, 2011.

McGRATTAN, K; HOSTIKKA S.; FLOYD, J.; McDERMOTT, R.; **Fire Dynamics Simulator, technical**. Reference Guide, v.1: Mathematical Model, NIST Special Publication, 2010.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto 44.746 de 29 de fevereiro de 2008**, que: Regulamenta a Lei 14.130, que dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências. Belo Horizonte, 2008.

MINDLIN, Betty. *O Fogo e as Chamas dos Mitos*. **Estudos Avançados**. São Paulo - SP, v.16, n.44, p.149-169, 2002.

MIRANDA, Bruno Romero Ferreira. **Gente de Guerra: Origem cotidiano e resistência dos soldados da Companhia das Índias Ocidentais no Brasil (1630 – 1654)**. Tese de PhD pela Universiteit Leiden, Holanda, 2011.

MOLLER, K. **The socio-economic costs of fire in Denmark**. Emergency Management Agency, Bikerod, Denmark, 2001.

NATIONAL INSTITUTE STANDART TECHNOLOGY. Kerber, Stephen; Madrykowski, Daniel (Org.). **Fire fighting tactics under wind driven fire conditions: 7-story building experimentsn**, v. 1629, 2009.

NATIVIDADE, Michelle Regina de. *Vidas em Risco: a identidade profissional dos Bombeiros Militares*. **Psicologia e Sociedade**, v.31, n.3, p.411-420, 2009.

NEGRISOLO, W. et alli.. Polícia Militar do Estado de São Paulo. Corpo de Bombeiros. **Sistema Nacional Padronizado de Coleta e Tabulação de Dados**. In__ Anais do II SENABOM – Seminário Nacional de Bombeiros, Ribeirão Preto, São Paulo. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, p. 305 a 335, 1992.

NGUYEN, Thê-Duong; MEFTAH, Fekri – Behavior of clay hollow-brick masonry walls during fire. Part 1: Experimental analysis. **Fire Safety Journal**, 2012.

NGUYEN, Thê-Duong; MEFTAH, Fekri – Behavior of clay hollow-brick masonry walls during fire. Part 2: 3D finite element modeling and spalling assessment. **Fire Safety Journal**, 2014.

OLIVEIRA, Marcos. **Estudo Científico sobre Incêndios de Progresso Rápido**. Monografia – Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres CEPED - UFSC, Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A. N.; SOBRINHO, C. W. D. A. P.; DE AZEVEDO, A. A. C. Edificações em alvenaria resistente na região metropolitana do Recife. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 2, p. 175-199, 2017.

OMEGA ENGINEERING INC. **The Temperature Handbook**, Vol. MM, p. 39-40, Stamford, CT, 2004.

ONO, Rosaria. Parâmetros para Garantia da qualidade do projeto de Segurança Contra Incêndio em Edifícios Altos. **Ambiente Construído**, v.7, n.1, p.97-113, 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3731/2083>

PEREIRA, Ana Leonor; PITA, João Rui. **Miguel Bombarda (1851-1910) singularidades de uma época**, Coimbra: Editora da Universidade de Coimbra, Portugal, 2006.

PEREIRA DA COSTA, F. A. **Anais Pernambucanos v. VI**, apud, CAVALCANTI, Carlos B. *Guerreiros da Paz*. Recife, PE: Editora Própria, 2007.

PERNAMBUCO (ESTADO). Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco. **Estudos Estatísticos Operacionais: Biênio 2012 e 2011**. Org. Cristiano Corrêa. Recife: Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco, 2013.

PETER, M. Attiwill; MARK A. Adams. Mega-fires, inquiries and politics in the eucalypt forests of Victoria, south-eastern Australia. **Forest Ecology and Management**, v 294, p. 45-53, 2013.

PIRES, Tiago A. C; RODRIGUES, João Paulo C.; RÊGO SILVA, José J. Fire resistance of concrete filled circular hollow columns with restrained thermal elongation. **Journal of Constructional Steel Research**, v. 77, p.82-94, 2012.

QUINTIERE, J.G. **Principles of fire behavior**. 2016.

RACHANIOTIS, Nikos P.; PAPPIS, Costas P. Scheduling fire-fighting tasks using the concept of "deteriorating jobs". **Canadian Journal of Forest Research**, v. 36, p. 652-658, 2006.

RECIFE (Município). **Mapa dos Bairros da Cidade do Recife com separação por Regiões Políticas Administrativas**. Disponível em: http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/pnud2005/mapa_bairros.jpg . Acesso em: 08jun15.

_____. **Perfil dos Bairros do Recife**. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/perfil-dos-bairros> . Acesso em: 21mar16.

RODRIGUES, E.E.C.; RODRIGUES, J.P.C.; SILVA FILHO, L.C.P. da. *Comparative study of building fire safety regulations in different Brazilian states*. **Journal of Building Engineering**, v.10, p.102-108, 2017,.

RYANA, Kevin C.; OPPERMANB, Tonja S. LANDFIRE – A national vegetation/fuels data base for use in fuels treatment, restoration, and suppression planning. **Forest Ecology and Management**, 2013.

RYBCZYNSKI, Witold. **A vida nas cidades: expectativas urbanas no Novo Mundo**. Rio de Janeiro: Record, 1996.

SAN-MIGUEL-AYANZA, Jesús; MORENO, Jose Manuel; CAMIA, Andrea. Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: Lessons learned and perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.294, p.11-22, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de. **Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros. v. 1**. São Paulo – SP, 2006.

SASAKI, Satoshi; COMBER, Alexis J; SUZUKI, Hiroshi ; BRUNSDON, Chris. Using genetic algorithms to optimise current and future health planning - the example of ambulance locations. **International Journal of Health Geographics**, v. 9, n. 28, p.1-10, 2010

SEITO, Alexandre Itiu. **Fundamentos de Fogo e Incêndio**. In___ A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SENASP, Secretaria Nacional de Segurança Pública, **PESQUISA PERFIL DAS INSTITUIÇÕES DE SEGURANÇA PÚBLICA**, 2013. Disponível em: <http://www.justica.gov.br/central-de-conteudo/senasp/anexos/pesquisa-perfil-2013-ano-base-2012.pdf>

SETTE, Mario. **Maxambombas e Maracatus**. Recife, PE: Fundação de Cultura da Cidade do Recife, 1981.

SHIVAKUMAR, K. N. Processing and properties of a lightweight fire resistant core material for sandwich structures. **Journal of advanced materials**, v. 38, n. 1, 2006, p. 32-38.

SILVA, Júlio C.; ANTUNES, Flávio; LANDESMANN, Alexandre; RIBEIRO, Fernando L. B. **Análise Numérica via Fluidodinâmica computacional de Tanques de Armazenamento de Etanol sob Incêndio**. In___ Atas do 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p. 597-606, 2010.

SILVA, Júlio C.; CHEROTO, Júlia E.; LANDESMANN, Alexandre; RIBEIRO, Fernando L. B. **Análise das condições de segurança de túneis Rodoviários em situação de incêndios via fluidodinâmica computacional**. In___ Atas do 2º CILASCI, Coimbra, v.1, p. 607-616, 2010.

SILVA, Jaqueline N. de; JESUS, Bruna C. Ornelas Silvestre de. **Os incêndios nas páginas dos jornais: relatos de casos e o corpo de bombeiros no Rio de Janeiro oitocentista**. XII Encontro Regional da ANPUH-Rio. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

SILVA, Marcelo.L; CORRÊA, Cristiano; OLIVEIRA, Romilde. A. Risco de Colapso em Caso de Incêndios de Alvenaria Resistente do tipo “Prédio Caixão”. **Revista FLAMMAE**, V. 1, n.2, 2015, p.28-54.

SILVA FILHO, Luiz C. P.; RUSHCHEL F.; DOLVITSCH J.; LIMA, Rogério C. A de; BRAGA, George C. B. Utilização de Métodos Computacionais na Reconstituição de Incêndios: Aplicação ao caso do Shopping Total. **Revista Sul-Americana de Engenharia Estrutural**, V.8, p. 52-64, 2011.

SILVA PIGNATTA, Valdir; AZEVEDO, Macksuel Soares. Eurocode method for calculating the external steelwork temperature in fire; comparative studies. **Fire and Materials**, 2015. DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fam.2315/abstract>

SILVA PIGNATTA, Valdir. Segurança das Estruturas em Situação de Incêndio. Uma visão da América Latina, **Revista FLAMMAE**, v.1, n. 1, p.180-185, 2015.

SPRINGA, Daniel A.; CACHOB, Oscar; NALLYA, Ralph Mac; SABBADINC, Regis. *Pre-emptive conservation versus "fire-fighting": A decision theoretic approach*. **Biological Conservation**, v.136, p.531-540, 2007.

YANG, Lili; JONES, Bryan F., YANG, Shuang-Hua. A fuzzy multi-objective programming for optimization of fire station locations through genetic algorithms. **European Journal of Operational Research**, v. 181, p.903-915, 2007.

YEOGH, G; YUEN, K. *Computacional Fluid Dinamics Simulator, technical*. **Fire Engineering**, p.532-539, 2010.

TORERO, José L. “Prescrição ou Performance: Quando? Porquê? Como? Quem?”. **Revista Sul-Americana de Engenharia Estrutural**, V.8, N.1, p. 4-21, 2011.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as Cidades Brasileiras**. Rio de Janeiro: Studio Nobel, 2012.

ZATT, Ancilla D. Moda Estatística: Uma medida de tendência central. **Revista Competência**, v. 2, n. 2, 2014.

ZATT, Ancilla D. **Moda Estatística: Relações Conceituais**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/minicursos/modaestatistica.pdf> Acesso em 06jan13.

ORGÃOS EM APOIO					
<input type="checkbox"/> Celpe	<input type="checkbox"/> Comcesa	<input type="checkbox"/> PMPE	<input type="checkbox"/> Órgãos do Meio Ambiente	<input type="checkbox"/> Forças Armadas	
<input type="checkbox"/> SAMU	<input type="checkbox"/> Telemar	<input type="checkbox"/> PRF	<input type="checkbox"/> Guarda de Trânsito Municipal	<input type="checkbox"/> Defesa Civil	
<input type="checkbox"/> Outros: _____					
VIATURAS ENVOLVIDAS					
Viatura: (tipo e número)	Guarnição:	Viatura:	Guarnição:	Viatura:	Guarnição:
1) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	4) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	7) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>
2) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	5) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	8) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>
3) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	6) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	9) <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>
TIPO DE VÍTIMA					
Quantidade total de vítimas:	Ferdas:	Óbitos:	Sem lesões aparentes:		
<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		
HISTÓRICO					
<div style="border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"></div>					
VEÍCULOS ENVOLVIDOS					
		() sim	() não		
1 - Modelo:	Cor Predominante:	Placa:	Estado:		
<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>		
Nome do Condutor:		RG do Condutor:			
<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>			
2 - Modelo:	Cor Predominante:	Placa:	Estado:		
<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>		
Nome do Condutor:		RG do Condutor:			
<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>			
GUARNIÇÃO EMPENHADA					
Posto/Grad. - Cmt. Soc.	Mat. - Cmt de socorro	Matrícula dos Componentes da Guarnição:			
<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		
Nome de Guerra - Cmt socorro:		<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		
<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>		<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		
Assinatura: _____		Visto da Divisão de Operações: _____			
Página 2/2					

