

**Matriz de avaliação de risco de incêndio
em edifícios
- MARINE -**

Trabalho de natureza profissional,
submetido ao Instituto Politécnico de Castelo Branco, para
obtenção do Título de Especialista em Proteção de Pessoas e Bens
Decreto-Lei nº 206/2009, de 31 de agosto

2019

(Página em branco)

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS - MARINE

Autor: José Pedro Godinho Oliveira Lopes

agosto de 2019

(Página em branco)

Agradecimentos

Em mais uma etapa da minha carreira profissional e pelo que significa na minha ligação ao ensino superior, ao gosto pelo conhecimento e pela investigação, não posso deixar de agradecer:

Ao Eng^o Paulo Gil Martins, pelo apoio que me deu e o incentivo a que eu me qualificasse como Especialista com Provas Públicas.

À Doutora Maria Cristina Ventura, Presidente do ISEC Lisboa e à Doutora Marina Reis, Diretora da Escola de Engenharia e Tecnologias pelo incentivo e apoio sempre dispensado, para que eu pudesse empenhar-me na obtenção do Título de Especialista.

À Universitas, CRL, pelo apoio financeiro concedido para esta candidatura, o que foi decisivo para a concretização desta qualificação académica.

Um último e muito especial agradecimento, conjuntamente com um enorme pedido de desculpas, à minha mulher e à minha filha, por todo o tempo de contacto de que as privei e toda a minha indisponibilidade para uma vida em comum durante mais este período em que me empenhei na concretização deste objetivo.

(Página em branco)

Resumo

Apesar da publicação, a partir de 1989, de regulamentação de segurança contra incêndios em edifícios em Portugal, mais tarde agrupada e atualizada pelo Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (DL nº 220/2008, de 15 de novembro, revisto e atualizado pelo DL nº 224/2015, de 15 de outubro) e o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (Portaria nº 1532/2008, de 30 de dezembro) e diplomas complementares, tal não bastou para que o risco de incêndio em edifícios fosse efetivamente minorado.

Ainda que ao longo dos anos tenham sido já criados diversos Métodos de Análise de Risco de Incêndio em Edifícios, considera-se que a grande maioria dos técnicos ligados às Câmaras Municipais e aos seus Serviços Municipais de Proteção Civil, não domina a sua utilização, não se encontrando em condições de definir uma Carta de Risco de Incêndios Urbanos para o seu concelho.

Considereei relevante a apresentação nesta candidatura ao título de Especialista em Provas Públicas, do Método por mim criado durante a minha vida académica e que, com base na elaboração de uma Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios (MARINE), cuja aplicação, extremamente expedita e acessível a qualquer técnico sem habilitações específicas, permite a elaboração duma Carta de Risco que possibilita o planeamento e execução das ações de prevenção e de intervenção mais adequadas, antes ou durante uma situação de emergência, permitindo-me deixar um contributo para a melhoria das condições de segurança contra incêndios nos edifícios.

Palavras-Chave

Incêndio, edifício, matriz, avaliação, risco.

(Página em branco)

Abstract

In spite of the publication, since 1989, of fire safety regulations in buildings in Portugal, later grouped and updated by the Legal Framework for Fire Safety in Buildings (DL nº 220/2008, of November 15, revised and updated by DL nº 224/2015, of October 15) and the Technical Regulation of Fire Safety in Buildings (Portaria nº 1532/2008, of December 30) and complementary diplomas, this was not enough so that the risk of fire in buildings was effectively less.

Although several Methods of Analysis of Fire Risk in Buildings have been created over the years, it is considered that the great majority of technicians connected to the City Halls and to their Municipal Civil Protection Services do not dominate its use, not finding themselves in a position to define an Urban Fire Risk Letter for its municipality.

I considered relevant the presentation in this application for the title of Specialist in Public Protests, of the Method I created during my academic life and that, based on the elaboration of a Fire Risk Assessment Matrix in Buildings (MARINE), whose application, extremely expedited and accessible to any technician without specific qualifications, allows the elaboration of a Risk Letter that allows the planning and execution of the most appropriate prevention and intervention actions, before or during an emergency situation, allowing me to leave a contribution to the improvement fire safety in buildings

Keywords

Fire, building, matrix, evaluation, risk.

(Página em branco)

Índice

Agradecimentos.....	V
Resumo	VII
Abstract.....	IX
Índice de Quadros.....	XIII
Índice de Figuras	XV
Lista de Abreviaturas/Siglas	XVII
1. Introdução.....	1
2. Circunscrição temática	5
3. Objetivos do Trabalho.....	15
4. Estado da Arte	17
5. Metodologias.....	27
6. Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio num Edifício	29
7. Conclusões.....	86
Anexos	93
ANEXO A.....	95
ANEXO B.....	99
ANEXO C.....	109
Referências Bibliográficas	115

(Página em branco)

Índice de Quadros

Quadro 1 - Estatística dos incêndios estruturais nos últimos 23 anos	1
Quadro 2 – Intervalos de avaliação do GR	42
Quadro 3 - Graus de Severidade do Fator “Acessibilidade”	46
Quadro 4 - Graus de Severidade do Fator “Envolvente Exterior”	54
Quadro 5 - Graus de Severidade do Fator “Disponibilidade de água”	58
Quadro 6 - Graus de Severidade do Fator “Materiais, Produtos e Equipamentos”	61
Quadro 7 - Graus de Severidade do Fator Instalações Técnicas	64
Quadro 8 - Graus de Severidade do Fator Instalações Elétricas	66
Quadro 9 - Graus de Severidade do Fator Características dos Ocupantes	69
Quadro 10 - Graus de Severidade do Fator “Rapidez de intervenção”	72
Quadro 11 - Graus de Severidade do Fator “Controlo de fumo”	75
Quadro 12 - Períodos máximos entre simulacros, segundo o RTSCIE	78
Quadro 13 - Graus de Severidade do Fator “Organização de Segurança”	79
Quadro 14 - Graus de Severidade do Fator “Plano Municipal de Emergência”	82
Quadro 15 - Graus de Risco de Incêndio	83
Quadro 16 – Matriz de avaliação do risco de incêndio do Edifício 1	104
Quadro 17 - Responsáveis de segurança por utilização-tipo	104
Quadro 18 - Matriz de avaliação do risco de incêndio do Edifício 2	108
Quadro 19 - Responsáveis de segurança por utilização-tipo	108

(Página em branco)

Índice de Figuras

Figura 1 - Níveis de risco e ALARP (Sobral e Ferreira, 2005)	7
Figura 2 - Tipologia de um edifício do Bairro da Mouraria (SMPC Lisboa)	32
Figura 3 - Tipologia de um edifício da Baixa Pombalina (SMPC Lisboa).....	33
Figura 4 - Tipologia de um edifício em São Sebastião da Pedreira (SMPC Lisboa) .	34
Figura 5 - Tipologia com paredes de alvenaria e pavimentos em betão	35
Figura 6 – Tipologia de um edifício industrial, na frente rio (SMPC Lisboa)	36
Figura 7 – Centro Comercial Colombo (www.virtualtourist.com ,maio 2010)	37
Figura 8 - Edifício na Rua da Rosa, Bairro Alto, Lisboa	101
Figura 9 – Planta de localização do edifício da Rua da Rosa	102
Figura 10 – Torre Vicentina (www.googlemaps.com, 15 Set. 2010).....	105
Figura 11 – Planta de Localização Online – C.M. de Lisboa – Outubro 2010.....	106
Figura 12 - Fluxo emitido por uma superfície e recebido por outra	111

(Página em Branco)

Lista de Abreviaturas/Siglas

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

APC – Agente de Protecção Civil

CB – Corpo de Bombeiros

CDOS – Comando Distrital de Operações de Socorro

CNEPC – Comando Nacional de Emergência e Proteção Civil

CUA – Centro Urbano Antigo

EIP – Equipas de Intervenção Permanente

EPI – Equipamento de Protecção Individual

MARINE – Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios

PEE – Plano Especial de Emergência

PME – Plano Municipal de Emergência

RI – Rede de Incêndios

RTSCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndios

SAEI – Sistema Automático de Extinção de Incêndios

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SMPC – Serviço Municipal de Protecção Civil

TO – Teatro de Operações

UT – Utilização-tipo

VE - Veículos com Escada Giratória

VLCI - Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios

VP – Veículos com Plataforma Giratória

VTTU – Veículo Tanque Tático Urbano

VUCI – Veículo Urbano de Combate a Incêndios

(Página em branco)

1. Introdução

Os incêndios em edifícios originam anualmente em Portugal, danos de elevada gravidade, tendo-se registado, no Centro de Operações e Comunicações do Comando Nacional de Emergência e Proteção Civil da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, nos últimos 23 anos, uma média anual de 8095 incêndios estruturais dentro de localidades, que originaram uma média de 40 mortos e de 613 feridos (Quadro 1), para além de elevados danos materiais, patrimoniais e ambientais.

Quadro 1 - Estatística dos incêndios estruturais nos últimos 23 anos

Anos	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mortos	29	42	57	33	52	48	56	22	30	46
Feridos	340	363	482	420	474	485	588	537	548	678
Nº Incêndios Urbanos	7 347	7 894	7 768	8 381	8 922	8 597	8 288	7 653	7 798	8 332

Anos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Mortos	54	28	39	30	44	46	38	52	38	34
Feridos	734	694	815	671	625	664	660	748	732	597
Nº Incêndios Urbanos	8 635	8 745	8 585	8 202	8 186	8 302	9 413	7 877	7 806	7 101

Anos	2015	2016	2017	2018
Mortos	44	27	31	44
Feridos	729	757	755	869
Nº Incêndios Urbanos	7 221	7 336	7 802	7879

Em Portugal deve-se deixar de pensar apenas nas gravíssimas consequências dos incêndios rurais e a preocupação recair também na necessidade de criar condições

para que os incêndios em edifícios diminuam significativamente de número e danos provocados e, muito especialmente, deixem de provocar o número preocupante de vítimas que se registam anualmente. Para esse objetivo será fundamental que seja efetuada uma avaliação do risco nos edifícios existentes, para que possam ser preparadas as adequadas medidas preventivas e de resposta que permitam minorar os efeitos de um eventual incêndio.

Os incêndios em edifícios podem ocorrer com reduzida dimensão e incidir apenas numa habitação ou edifício unifamiliar, ou pelo contrário abrangerem várias habitações, diversos edifícios ou estabelecimentos de risco elevado dada a carga de combustível de que dispõem, tornando-se num risco coletivo que pode originar graves danos sociais. Ainda que, na maioria dos casos, obriguem apenas à mobilização e intervenção do Corpo de Bombeiros responsável pela área de atuação em que se verifica a ocorrência, importa que esse Corpo de Bombeiros conheça o risco que cada edifício existente nessa área apresenta e no qual devem estar criadas regras de segurança e implementadas medidas de prevenção que limitem o desenvolvimento do incêndio para lá do compartimento, do piso ou, na pior das hipóteses, do edifício onde teve origem, impedindo o alastramento aos edifícios contíguos.

Importa salientar que os incêndios em edifícios, ainda que de reduzida dimensão, podem provocar elevadíssimos danos no património histórico, artístico e arquivístico, em especial quando ocorrem em bibliotecas, museus, galerias de arte e igrejas. Nestes edifícios e sem prejuízo da missão prioritária de salvaguarda da vida dos ocupantes, é fundamental que se compatibilize as ações de combate ao incêndio com a necessidade de salvaguarda do património histórico e/ou literário neles contido.

Se outras razões não existissem, os danos patrimoniais e ambientais serão suficientes para que se entenda que a problemática dos incêndios em edifícios, hoje designados como incêndios estruturais não são apenas uma preocupação dos seus proprietários, mas de toda a sociedade, devendo ser uma preocupação do Sistema Nacional de Protecção Civil.

Assim, para um estudo cuidado do risco de incêndio existente numa localidade, que permita a elaboração da sua Carta de Risco, estudaram-se os fatores que podem

interferir na vulnerabilidade existente nas zonas urbanas e a forma como tais fatores são diferentes consoante a tipologia dos edifícios.

Da análise aos documentos disponíveis no país e dos métodos seguidos internacionalmente para a definição do risco de incêndio de um determinado edifício ou zona urbana, considerou-se como fundamental a existência de uma metodologia que permita aos técnicos duma Câmara Municipal, dum Serviço Municipal de Protecção Civil, dum Corpo de Bombeiros ou de uma qualquer entidade com preocupações nesta área do conhecimento, disporem de um método que lhes permita a definição de uma Carta de Risco de incêndio urbano, que possibilite a inclusão deste risco e das medidas de resposta e mitigação adequadas.

Com o objetivo antes referido, criou-se uma Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios, que doravante passaremos a designar por MARINE, que permite de uma forma expedita e perfeitamente ao alcance de elementos sem formação específica nesta área, definir o Grau de Risco (GR) de incêndio de um edifício. Para que tal seja possível, é necessário proceder à tipificação do edifício em análise segundo critérios que se apresentam, o que permite a posterior quantificação de 11 Fatores de Risco, que participam no cálculo do Grau de Risco que se pretende obter, afetados por um coeficiente de ponderação com que se pretende graduar o peso com que cada um dos fatores participa na graduação do risco.

Este Grau de Risco aplicável a cada edifício, poderá ser estudado em grupo com os edifícios envolventes, dando assim origem a uma Carta de Risco, mais abrangente e de elevado contributo para o conteúdo do próprio Plano Municipal de Emergência.

Procurou-se apresentar uma metodologia que permita uma análise simplificada para que seja possível uma divulgação generalizada da matriz criada, possibilitando a avaliação de risco, cuja classificação será tanto mais útil quanto mais abrangente for possível de estar a todo o país.

(Página em branco)

2. Circunscrição temática

Portugal tem falta de doutrina em Proteção Civil. Cada um dos diferentes especialistas desta área aborda esta temática utilizando termos segundo o seu próprio conceito e, por vezes, com um significado diferente do utilizado pelos seus colegas. Nem a própria Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) ou as entidades que a antecederam conseguiram uniformizar os conceitos e dimanar doutrina. Sendo ainda poucos os documentos publicados em Portugal sobre esta temática, é clara a influência que cada um dos técnicos sofreu dos sistemas que melhor conheceu e em vigor noutros países. Não se ambicionando tornar este documento como doutrinário, torna-se, no entanto, indispensável que antes de se apresentar o método de quantificação do risco de incêndio em estudo, se especifiquem os conceitos utilizados, de forma a ser estabelecida uma linguagem por todos de igual forma entendida.

Considera-se risco como o resultado de um processo mais ou menos complexo, condicionado pela magnitude ou severidade das consequências desse mesmo processo. Este conceito de processo pretende abranger a probabilidade da ocorrência dos acontecimentos indesejáveis, enquanto sistema complexo e referencial de interdependência dos vários fenómenos que direta ou indiretamente concorrem para essa maior ou menor probabilidade de ocorrência.

Na abordagem a seguir apresentada, que se pretende objetiva e de fácil utilização pelos técnicos que futuramente poderão utilizar o método proposto, risco de incêndio é assim a probabilidade de um acontecimento deste tipo (incêndio estrutural) provocar mais ou menos danos nos edifícios e seus equipamentos, nos seus ocupantes e no meio ambiente. Pode-se considerar, de uma forma simplista, que o risco é o produto da probabilidade de ocorrência do fenómeno nefasto (no caso em apreço, o incêndio) pela severidade desse acontecimento.

A existência de um risco pressupõe um dano, qualquer que seja o seu tipo – material, humano ou ambiental – dano esse que é quantificável num determinado valor. Desta forma, o risco expressa o potencial de perda dos elementos em risco, função da perigosidade de ocorrência de determinado processo e da vulnerabilidade desses elementos quando sujeitos a esse risco.

A vulnerabilidade é expressa pelo conjunto de vítimas potencialmente afetadas por um determinado incidente (processo nefasto), conjugado com o grau de perdas económicas associado à manifestação desse mesmo processo. Facilmente se compreenderá que a vulnerabilidade é uma variável em constante mudança, quer seja pelas diferentes dinâmicas populacionais e territoriais ou pelo estado de conservação dos edifícios em estudo. Os graus de vulnerabilidade apresentados em diferentes zonas territoriais, estão diretamente relacionados com as estratégias de mitigação adotadas para essas regiões. Conhecida que seja a tipologia dos edifícios existentes em determinada zona urbana, importa determinar de forma simples a sua vulnerabilidade aos incêndios estruturais. Esse é um dos objetivos do método apresentado no Capítulo 6.

Importa salientar que o perigo apresentado por determinado processo se quantifica pelas suas duas componentes – tempo e espaço. Tempo, quando analisamos a probabilidade com base no histórico ou período de retorno desse acontecimento. Espaço, se analisamos a suscetibilidade de uma determinada área ao fenómeno analisado.

Nas últimas décadas fortaleceu-se a consciência de que existem cada vez mais riscos que afetam as áreas urbanas, merecendo uma cada vez maior atenção dos portugueses, dados os seus períodos de recorrência e os danos provocados. O incêndio no Chiado e posteriormente alguns outros incêndios que, ainda que de menor dimensão, atingiram também zonas incluídas em Centros Urbanos Antigos ou em zonas de vulnerabilidade semelhante levaram as populações a serem cada vez mais exigentes com as entidades públicas com responsabilidades na área da Protecção Civil, esquecendo, infelizmente, que são elas próprias a terem um papel fundamental na segurança contra incêndio, em especial nas áreas urbanas mais sensíveis.

Exigindo as populações cada vez mais o direito à segurança, será necessário conhecer em pormenor os processos perigosos e avaliar as suas consequências potenciais para que se possam criar sistemas de prevenção e segurança que minimizem os respetivos efeitos, uma vez que a ocorrência desses processos será impossível de anular.

Exposto na forma de um produto ($R_i = P_o \times S_c$), facilmente se compreende que o risco de incêndio só seria nulo se a probabilidade da sua ocorrência ou a severidade com que afetaria os edifícios, os ocupantes ou o ambiente, o fossem. A anulação de

um desses fatores não pode ser garantida, pelo que sendo o objetivo dum Sistema de Segurança Contra Incêndio anular esse risco e sendo esse objetivo impossível de atingir na prática, somos conduzidos à busca do chamado “risco aceitável”.

Muito se tem discutido sobre qual deve ser o risco aceitável e quem o deve definir. Diversos processos têm sido descritos para definir os princípios de aceitação do risco, como seja o praticado no Reino Unido e designado ALARP – As Low As Reasonably Practible, podendo ser representado como indicado na figura 1:

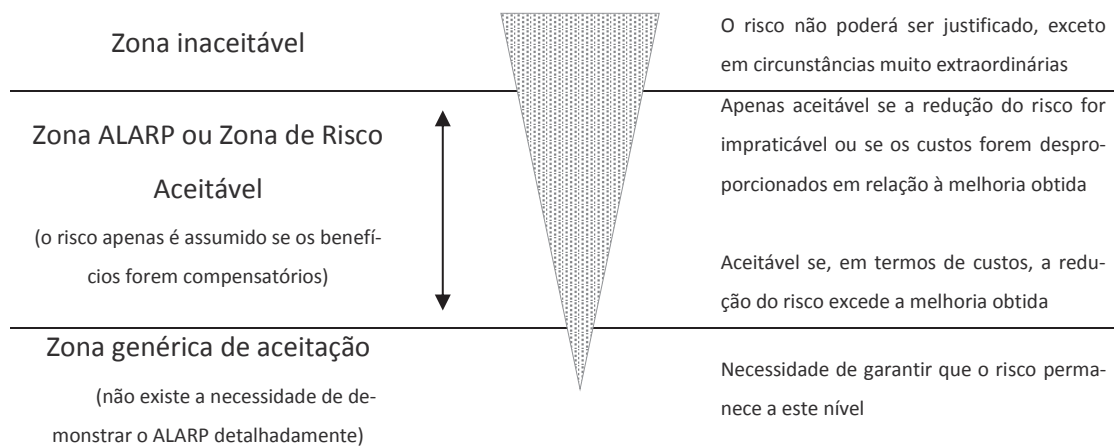


Figura 1 - Níveis de risco e ALARP (Sobral e Ferreira, 2005)

A probabilidade de ocorrência de perdas de vidas ou danos avultados nos edifícios em análise, é de difícil definição, pelo que, como pode ser constatado no capítulo 6, definiram-se 11 fatores como sendo os que mais intervêm na definição do risco de incêndio em edifícios e, para cada um deles, elaborou-se um formulário, no formato de um quadro, no qual são apresentadas algumas questões, cujas respostas nos posicionam num escalão ao qual corresponde um coeficiente a que chamámos Coeficiente de Severidade, para o fator em análise.

Conjugados os diversos Coeficientes de Severidade, devidamente ponderados através dos coeficientes que permitem definir um posicionamento relativo de cada fator na contribuição para o Grau de Risco que se pretende alcançar, obtemos um valor que, posicionado no Quadro de avaliação final, nos classifica o Grau de Risco existente no edifício ou grupo de edifícios em estudo.

Saliente-se que, de forma a ser possível uma análise comparativa entre a classificação de risco atribuída a edifícios de diferente tipologia, a fórmula de cálculo é condicionada por um fator de equilíbrio que permite uma homogeneização entre as classificações de diferentes edifícios.

A compactação deste método de análise numa única matriz, que designamos por Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios (MARINE), permite-nos definir uma metodologia de análise de risco de incêndio de aplicação simples, como se deseja e que possa permitir aos técnicos dum município efetuar o levantamento e classificar os edifícios de maior risco existentes no seu concelho. Esse levantamento permitirá o prévio conhecimento das situações de maior vulnerabilidade e que, como tal, necessitem de uma intervenção especializada. Dessa forma, os Corpos de Bombeiros e as estruturas de Protecção Civil de um dado concelho podem preparar, com a maior eficácia possível, a resposta a um incidente que possa vir a ocorrer na área de atuação pela qual são responsáveis.

Estes estudos serão tanto mais necessários quanto maior for o risco de incêndio apresentado pelo edificado em apreço, razão pela qual, deve ser tido um muito maior cuidado com áreas urbanas muito antigas - Centros Urbanos Antigos (CUA) e com edifícios em que na sua construção foram utilizados materiais de elevada combustibilidade ou em que se usem procedimentos de atuação que acarretem alta probabilidade de provocarem um princípio de incêndio.

Saliente-se que, em termos humanos, os CUA apresentam graves problemas durante a ocorrência dum incêndio num edifício, uma vez que os ocupantes destes centros apresentam, em grande maioria, uma avançada idade e/ou problemas de locomoção graves, o que representa uma muito maior dificuldade para a sua evacuação. O estudo prévio que deve ser efetuado pelos corpos de bombeiros que possuem um CUA nas suas áreas de atuação, é fundamental para se conseguir uma intervenção minimamente eficaz. É imprescindível que sejam conhecidos os diversos aspetos que causarão as principais preocupações do Corpo de Bombeiros, ao iniciar a sua intervenção, como sejam os acessos mais rápidos, as vias que permitem a aproximação dos diversos tipos de veículos que o corpo de bombeiros possui, a maior ou menor dificuldade para

aceder aos diversos edifícios com equipamento de salvamento e/ou transporte de vítimas, etc.

Inúmeras vezes, as equipas de intervenção enfrentam graves dificuldades em conseguirem aceder aos edifícios em chamas, quer pela largura das vias, pelos obstáculos arquitetónicos existentes, pelo mobiliário urbano ou pelos diminutos raios de curvatura disponíveis. Por outro lado, a intervenção com mais do que um veículo de combate a incêndios é praticamente impossível, sendo imprescindível o planeamento prévio de intervenção que permita um eficaz combate a um incêndio ou o salvamento de vítimas.

As Câmaras Municipais têm responsabilidades acrescidas na dotação dos corpos de bombeiros do seu concelho com veículos de dimensão e características adequadas à tipologia da área urbana existente. Recomenda-se a utilização de veículos de reduzidas dimensões, curtos raios de viragem e bombas de alta capacidade. Ainda que não se enquadre no âmbito desta trabalho, a descrição da tática a adotar durante a intervenção, é fundamental que o veículo de primeira intervenção, com as características descritas, seja o que fica mais próximo do edifício onde deflagrou o incêndio, devendo ser reabastecido a partir da Rede de Incêndios (RI), caso exista disponível e em boas condições de utilização – o que infelizmente nem sempre se verifica – ou a partir de outros veículos dos bombeiros, que tenham capacidade de transporte de água e que permitam o transvase para o veículo de primeira intervenção.

Os veículos de salvamento em altura (Veículos Elevatórios - VE ou Plataformas Elevatórias - PE) raramente conseguem intervir num CUA, pelo que a capacidade de intervenção quer no combate, quer no salvamento, fica fortemente condicionada. Torna-se assim fundamental que o veículo de primeira intervenção possa transportar material de utilização manual que permita aos bombeiros procederem às manobras de acesso em altura e manobras de salvamento, facilitando o resgate de potenciais vítimas e uma intervenção eficaz.

A colocação dos veículos de combate, salvamento e socorro deve ser tal que permita a necessária passagem do material disponível nos veículos que se situam mais afastados do incêndio para os que se encontram nas suas proximidades. Por outro lado, é fundamental o estudo prévio dos locais, o que permitirá o conhecimento das

diferentes vias de acesso às zonas de maior risco de incêndio, permitindo preestabelecer a prioridade no acesso a cada um dos locais de maior risco. Esse estudo prévio deve mesmo prever a possibilidade das vias de acesso serem diferentes conforme o tipo de viatura com que se pretende intervir num dos locais com acessos condicionados. O que importa garantir é que todos os veículos considerados indispensáveis para uma intervenção eficaz possam ter possibilidade de aceder a cada um dos locais de maior risco, considerando-se indispensável que seja estudado um acesso alternativo.

Algumas zonas do interior dos CUA ou com características semelhantes, não têm condições de acessibilidade para qualquer tipo de veículo de intervenção dos bombeiros. Importará, para cada uma destas zonas, estudar previamente em como aceder com o material indispensável a uma intervenção de socorro, qualquer que seja a sua tipologia. Nalguns destes casos só com material transportado individualmente é possível efetuar a montagem do serviço de combate a incêndios ou salvamento, obrigando a relativamente longos percursos com o equipamento, o que exige treino adequado e uma boa preparação física.

A prática frequente de exercícios de simulação é indispensável para a preparação do pessoal operacional e a organização da gestão duma operação de combate a um incêndio ou de um outro qualquer sinistro. O planeamento e preparação teórica de uma intervenção é fundamental, mas só com o treino é possível comprovar que as opções tomadas em plano foram as mais corretas e que são exequíveis na prática, o que infelizmente nem sempre acontece.

Os parâmetros caracterizadores dum risco de incêndio estrutural são de diversa ordem, nomeadamente humana, física e ambiental.

No âmbito dos parâmetros humanos, eles afetam o risco de incêndio segundo os seus dois fatores – Probabilidade da ocorrência de um Incêndio vezes a Severidade das suas consequências ($P_o \times S_c$). A probabilidade de ocorrência de um incêndio está fortemente dependente da atividade humana e da forma como o ser humano condiciona o seu comportamento consoante a cultura de segurança que possui. A melhor forma de ser diminuída a probabilidade de ocorrência de um incêndio é através de medidas de prevenção. Todas elas estão direta ou indiretamente relacionadas com o comportamento humano e os cuidados que são colocados no desempenho das atividades de-

envolvidas nos edifícios em estudo. Neste âmbito todas as ações de sensibilização, formação e treino que possam ser desenvolvidas na área em estudo são indispensáveis para a melhoria da prevenção e como tal, influenciam diretamente a probabilidade de ocorrência dum incêndio. A própria elaboração dum Plano Municipal de Emergência deve ser devidamente publicitada para que se consiga sensibilizar os habitantes de um determinado concelho a aderirem às ações que necessariamente terão que fazer parte das medidas a implementar para a concretização do Plano. Se a área em apreço for um CUA, ainda mais se coloca a intervenção dos habitantes dessas áreas na fase de prevenção dos incêndios, que terá necessariamente que ser conjugada com a fase da intervenção ou combate. A criação de Brigadas de Apoio Local, como alguns concelhos já implementaram, é uma das formas de conseguir uma primeira intervenção que impeça o desenvolvimento do incêndio e permita contê-lo até à chegada dos Bombeiros.

Relativamente às medidas de prevenção que devem ser plenamente difundidas, elas devem abranger os cuidados a ter no manuseamento de gases e fluidos combustíveis, no uso de lareiras, aquecedores de chama nua ou resistência elétrica desprotegida, no risco de sobrecarga elétrica nas tomadas, fichas ou extensões triplas/múltiplas, na manutenção das instalações e equipamentos a gás em boas condições de funcionamento, etc. Um dos aspetos intrinsecamente relacionado com o aparecimento de um incêndio num edifício, é a facilidade com que o Monóxido de Carbono (CO) se forma como produto duma combustão e a sua afinidade com a hemoglobina do sangue, bem mais elevada do que com o Oxigénio (O₂). Assim sendo, importará evitar o contacto com este produto de combustão, mesmo que o incêndio tenha sido de fraca intensidade e rapidamente extinto, mas não sem que tenha havido a produção de CO superior à admissível pelo organismo humano. São, infelizmente, frequentes as situações em que, ainda que os incêndios em causa tenham sido de fraca intensidade e rapidamente extintos pelos bombeiros, houve a produção de CO suficiente para provocar a morte por intoxicação aos habitantes das habitações em causa. Obviamente que esta situação específica poderia ficar salvaguardada se as pessoas ganhassem o hábito de instalar nas suas habitações e em especial nos seus quartos de dormir um detetor de incêndios autónomo (vulgarmente um detetor de fumos), infelizmente muito poucas vezes visto em Portugal, mas de uso frequente em diversos países europeus.

Para além das ações de prevenção que conduzirão necessariamente a uma redução da probabilidade de ocorrência do incêndio, conduzindo assim à redução do risco de incêndio, uma outra forma de minorar esse risco, é intervir na severidade com que um incêndio pode afetar o ser humano, o edifício ou mesmo o ambiente. Analisando o fator humano, a forma de diminuir a severidade com que um incêndio pode afetar os ocupantes de um edifício está diretamente relacionada com o tempo e a forma como as pessoas são sujeitas aos produtos da combustão. A ser possível dotar os ocupantes de um edifício do equipamento de protecção individual adequado, em muito se contribuirá para minorar os danos causados pelos produtos de combustão libertados para a área envolvente, como sejam o fumo, os gases tóxicos e a temperatura. Se for possível intervir na intensidade com que o incêndio se desenvolve, conseguir-se-á, com uma medida física, afetar positivamente uma medida humana. Já no que às medidas físicas de protecção diz respeito, todas as medidas, passivas ou ativas, que possam ser instaladas num edifício, contribuirão para a diminuição do risco de incêndio, dada a sua forte contribuição para a diminuição da severidade com que o incêndio pode afetar a sua envolvente. Esta contribuição dá-se, não tanto no aparecimento do próprio incêndio, mas fundamentalmente na diminuição da capacidade do seu desenvolvimento e como tal também na capacidade de produção de calor, fumo e gases tóxicos.

Do anteriormente exposto, pode concluir-se que as medidas de carácter físico são utilizadas para se conseguir uma diminuição da Severidade com que o incêndio afeta os ocupantes, o edifício e seus equipamentos e o ambiente. Ainda que assim seja, importa salientar que as medidas físicas têm também um papel importante na redução da probabilidade de ocorrência de incêndios, quando se consegue, através da implementação dessas medidas, criar condições que reduzem significativamente a facilidade com que um incêndio deflagra. Para se conseguir atingir esse objetivo, procura-se a limitação ou mesmo a impossibilidade de fuga/libertação de produtos combustíveis, a limitação do aumento de temperatura, impedindo que se atinjam as temperaturas de inflamação ou mesmo a limitação de acesso do ar ambiente (que contém Oxigénio) ou outro gás comburentes. Todas as medidas físicas que impeçam ou dificultem o início de uma combustão, em especial se não limitada no espaço ou no tempo, contribuirão

para a diminuição do risco de incêndio, intervindo no fator “Probabilidade” da sua ocorrência.

No que respeita à diminuição do Risco, intervindo na Severidade das suas consequências através de aspetos físicos, estes relacionam-se fundamentalmente com as medidas passivas e ativas de segurança contra incêndio. As primeiras dizem respeito a todas as condições que, sempre presentes, estão relacionadas com o grau de resistência ao fogo dos elementos estruturais dum edifício ou com o grau de reação ao fogo dos materiais nele utilizados. Já as medidas ativas, dizem respeito às condições que só são criadas no momento de ocorrência de um incêndio, como sejam a ativação de um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI), ou de um Sistema Automático de Extinção de Incêndios (SAEI), as cortinas de água, as bocas-de-incêndio ou os extintores portáteis, por exemplo. Saliente-se que, neste caso, não se evita a ocorrência de um incêndio, mas limita-se o seu desenvolvimento ou consegue-se mesmo a sua extinção antes da chegada das equipas de intervenção/bombeiros.

Na análise efetuada, importa, antes de mais, que seja considerada a Vulnerabilidade como o grau de perda de um elemento, quando sujeito a um incêndio e mede-se numa escala de 0 (sem dano) a 1 (perca total). Como facilmente pode ser reconhecido a variabilidade de condições ambientais, dos edifícios e das urbanizações vai fazer variar de forma significativa o modo como um incêndio afeta os edifícios existentes num qualquer concelho no qual é feita uma avaliação do risco de incêndio. No Capítulo 4 ver-se-á a metodologia seguida para a caracterização do edificado e as diferentes severidades com que um incêndio afeta diferentes tipologias de edifícios. Essa severidade está diretamente relacionada com a vulnerabilidade apresentada.

Para que seja possível efetuar a avaliação do risco de incêndio, é necessário proceder à identificação desse risco, determinar a probabilidade da sua ocorrência e avaliar as suas consequências, dependentes da severidade com que o incêndio afeta os edifícios, os seus ocupantes ou o ambiente.

A análise da vulnerabilidade dos edifícios existentes na área em estudo, deve ser enquadrada na análise de risco de incêndio que deve abranger toda a localidade, fazendo parte do Plano Municipal de Emergência existente. Os edifícios devem ser agrupados por tipologias, conforme modelos apresentados. Este trabalho de fundo, moro-

so mas muito útil para o Planeamento de Emergência e mesmo para a definição de Planos Prévios de Intervenção por parte dos Corpos de Bombeiros, deve ser efetuado por técnicos das Câmaras – dos seus Gabinetes Técnicos e dos Serviços Municipais de Protecção Civil, acompanhados, sempre que possível, por Bombeiros. O aparecimento dos Oficiais Bombeiros em muito poderá contribuir para que sejam criadas as condições para a existência de técnicos habilitados a efetuar um levantamento rigoroso e eficaz do edificado, existente nas Áreas de Atuação de cada um dos Corpos de Bombeiros. Saliente-se que nenhum destes procedimentos é original, uma vez que noutros países é frequente constatar-se a realização de vistorias efetuadas pelos técnicos dos Bombeiros, com o objetivo do levantamento das condições e a determinação do risco existente e dos dados necessários à elaboração dos Planos Prévios de Intervenção.

Refira-se que, nos exemplos que podem ser constatados noutros países, é comum verificar-se que os Técnicos/Bombeiros que efetuam estas vistorias, além de ficarem a conhecer a arquitetura interior dos edifícios, constatarem a possível existência de pontos perigosos e/ou nevrálgicos, o que pode ser decisivo para a eficácia da sua intervenção em situação de emergência. Este procedimento permite-lhes conhecer os edifícios com maior risco de incêndio, possibilitando uma definição do plano de ataque que, sendo prévia, tem a possibilidade de ser treinada e ajustada. Saliente-se que nalguns desses países, para além dos objetivos referidos, as equipas dos bombeiros e dos SMPC, aproveitam este contacto com os ocupantes dos edifícios para efetuarem ações de sensibilização e formação em temas que fazem parte da cultura de segurança que a todos devia ser transmitida desde o ensino básico. Como principal prioridade, os bombeiros ensinam a preparar o plano de evacuação e transmitem noções básicas de 1ª intervenção e de colaboração com os bombeiros.

3. Objetivos do Trabalho

Ao abrigo do Decreto-Lei nº 206/2009, de 31 de agosto e com vista à obtenção do Título de Especialista em Proteção de Pessoas e Bens, com Provas Públicas, foi realizado este trabalho de natureza profissional, relativo à criação de um método de avaliação do risco de incêndio, que permita aos Técnicos das Câmaras Municipais, dos Serviços Municipais de Proteção civil, dos Corpos de Bombeiros e a todos os Técnicos que se interessem por esta temática, através de um método expedito e sem a necessidade de conhecimentos avançados sobre os métodos de análise de risco até agora desenvolvidos, apreciarem as condições apresentadas por um qualquer edifício em estudo ou mesmo alargando a abrangência dessa avaliação, conseguirem efetuar uma Carta de Risco das áreas mais sensíveis de um município.

É notório que a publicação da legislação de Segurança Contra Incêndios iniciada logo a seguir ao incêndio do Chiado e a partir de 2008 renovada com o que inicialmente se preconizou vir a ser o Regulamento Geral de Segurança contra Incêndio em Edifícios, apesar do aumento do conhecimento que originou nos técnicos projetistas, não foi por si só capaz de mudar mentalidades e trazer um aumento da cultura de segurança tão necessária à generalidade dos portugueses.

A temática da cultura de segurança, nos seus variados aspetos, devia ser ensinada nas escolas, de forma a todos os portugueses terem no seu subconsciente os cuidados básicos com as potenciais fontes de ignição, tomando as medidas preventivas adequadas à diminuição do elevado número de incêndios estruturais ocorridos em Portugal.

Sendo graves as deficiências na disseminação dessa cultura de segurança, importa preparar os edifícios para que um qualquer início de incêndio não se propague de forma rápida e sem controlo, impedindo a evacuação dos ocupantes e, pior que isso, podendo encurralá-los no compartimento onde ocorreu o incêndio. É com esses objetivos que importa fazer uma avaliação das condições existentes que dificultam a ocorrência de um incêndio ou, verificando-se, se possa desenvolver.

São diversos os métodos já desenvolvidos para se poder fazer a análise do risco de incêndio num determinado edifício, mas os mais fiáveis são complexos, exigem conhecimentos avançados de Engenharia de Segurança Contra Incêndio e frequentemente,

largas horas de cálculo informático para poder ser obtido um resultado satisfatório. Têm sido apresentados diversos métodos mas, para além dos académicos que dedicam a sua atividade ao estudo e investigação, poucos são os especialistas que dominam a sua aplicação e obtêm resultados satisfatórios numa avaliação do risco de incêndio de determinado edifício.

Em contrapartida, procurando aproveitar os conceitos mais simples e por todos já conhecidos, relacionados com a avaliação de risco de incêndio de um edifício, desenvolveu-se este método que agrupando os diferentes fatores que podem contribuir para o aumento ou diminuição do risco de incêndio, quer na sua componente preventiva (interferindo com a probabilidade da ocorrência) quer reativa (relacionada com a capacidade de intervenção de forma a afetar a severidade das consequências) permite a avaliação desse risco, de forma expedita e ajustada ao rigor exigido para a grande maioria dos estudos a serem efetuados. Saliente-se que se deu importância fulcral à organização de segurança (fator a que foi atribuído um coeficiente máximo de 10), organização essa que, a existir, permitirá criar condições de prevenção e de reação a um princípio de incêndio que salvasse a segurança dos ocupantes e o próprio desenvolvimento do incêndio.

De notar ainda que, ao se considerar como fator o próprio Planeamento Municipal de Emergência, tal permite considerar na avaliação em análise, toda a organização de previsão, planeamento, proteção e socorro disponível em cada município e a capacidade de resposta conjunta com os restantes meios disponíveis no concelho e adequados a cada uma das ocorrências.

Como se poderá constatar na apresentação do método de avaliação, os diferentes fatores considerados são afetados por coeficientes de ponderação e de severidade que permitem dosear adequadamente a intervenção de cada um deles na avaliação a efetuar. Por outro lado e pretendendo-se que o método possa ser aplicado às diferentes tipologias de edifícios existentes em Portugal, houve necessidade de compatibilizar os resultados obtidos para diferentes edifícios, pelo que se afetou o resultado de cálculo por um coeficiente de equilíbrio que permite homogeneizar a aplicação da fórmula a diferentes tipologias dos edifícios, permitindo a obtenção de resultados mais consentâneos com o conhecimento e a experiência adquirida.

4. Estado da Arte

Existem atualmente diversos métodos de análise do risco de incêndio, sendo os mais conhecidos, o Método de Gretener, o Método Purt, o Método FRAME (Fire Risk Assessment Method for Engineering), o Método FRIM (Fire Risk Index Method), o Método da Euroalarm, o Método ERIC e o Método ARICA. Estes métodos estão particularmente vocacionados para analisarem a segurança ao incêndio dentro de um edifício, condicionado pelas suas características arquitetónicas, estruturais e pela carga de incêndio.

Numa abordagem sintética procede-se a uma descrição genérica de cinco dos métodos mais conhecidos e melhor documentados, o Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME), o Fire Risk Index Method (FRIM), o Gretener e o PURT, fazendo-se uma análise comparativa das suas potencialidades relativamente à análise de risco que deles se pretende. Importa salientar que os vários métodos de análise de risco não têm conseguido abranger os diversos parâmetros de avaliação do risco, sem se tornarem demasiado complexos e morosos na sua aplicação, o que condiciona fortemente a sua aplicação pela generalidade dos Técnicos que têm à sua responsabilidade a segurança e bem-estar dos cidadãos.

Ao analisarmos as características fundamentais apresentadas pelos diferentes métodos para apreciação do risco apresentado por cada um dos edifícios em análise, podemos apreciar os seguintes fatores e a forma como é avaliado, por cada um dos métodos, o seu impacto no risco:

- Probabilidade de ocorrência do incêndio;
- Envolvente urbana;
- Perigo (avaliação do rigor com que o método quantifica cada uma das manifestações que ocorrem no decurso de um incêndio e que servem para quantificar o perigo);
- Exposição dos ocupantes ao perigo (modo como é tratada a evacuação do edifício);
- Medidas de segurança ativas e passivas contra incêndio;
- Organização da segurança ao incêndio;

- Intervenção dos Bombeiros;
- Risco aceitável.

Método de Gretener

O método de Gretener foi criado na década de 60, pelo Eng. Suíço Max Gretener, técnico de seguros, que ao longo dos anos recolheu enorme quantidade de dados que lhe permitiram o desenvolvimento do método, que acabou por publicar em 1965. Tem como objetivo a quantificação do risco de incêndio bem como a segurança contra incêndio, segundo os critérios de avaliação estipulados. Inicialmente tinha como principal foco atender às necessidades das empresas seguradoras contra incêndio, com aplicação em edifícios industriais e edifícios de grandes dimensões.

Em 1968 o corpo de bombeiros Suíço considerou relevante a aplicação do método para avaliação dos meios de proteção contra incêndio a qualquer tipo de edificações. Em 1984, depois de ter sido revisto e corrigido por um grupo de especialistas que procedeu à sua atualização, com base no conhecimento e experiência suíça e internacional, foi publicado pela SIA (Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes), recebendo a designação SIA – 81 “Método de avaliação de risco de incêndio”.

O Método de Gretener baseia-se na utilização de fórmulas matemáticas integradas com utilização de tabelas de dados. Baseando-se na análise de desenvolvimento do incêndio, determina os fatores que propagam o desenvolvimento do incêndio. Avalia o risco de ativação de incêndio em função do tipo de ocupação do edifício, bem como a contribuição das medidas de segurança para a redução do risco de incêndio, existente nos edifícios.

Sendo um dos métodos mais simples ao dispor dos técnicos avaliadores, apesar de ser um método criado há mais de 50 anos, é ainda um dos mais usados em Portugal.

Relativamente à probabilidade de ocorrência do incêndio, o método de Gretener incorpora de forma indiretamente a análise desse fator, mediante a introdução do designado fator de ativação, que se encontra tabelado e depende do tipo de atividade desenvolvida no edifício.

Ainda que se entre em linha de conta com a distância entre o hidrante exterior e a entrada do edifício, não se pode dizer que o fator relativo à “Envolvente urbana” seja considerado no método de Gretener.

Se pretendermos considerar o fator “Perigo”, o método de Gretener considera o perigo associado ao conteúdo do edifício e o perigo inerente ao próprio edifício. Relativamente ao perigo associado ao conteúdo do edifício, este método incorpora fatores relativos à carga de incêndio mobiliária, à combustibilidade dos materiais, ao fumo produzido, à corrosividade e à toxicidade. Quanto ao perigo inerente ao tipo de construção do edifício considera fatores relativos à parte combustível de estruturas, pavimentos, fachadas, cobertura e eventual amplidão dos locais e o nível do andar, ou ainda a altura útil do local, no caso de um andar num edifício.

No que respeita à “Exposição dos ocupantes” é tratada no método de Gretener mediante a consideração de três categorias de exposição ao perigo que, em função do tipo de edifício, podem assumir diferentes valores, de 1 a 3. Para cada uma dessas categorias está tabelado um fator de correção que depende do piso onde estão os ocupantes e do número total destes.

Relativamente às “Medidas de segurança contra incêndio”, o método de Gretener considera como medidas normais a existência de extintores portáteis, bocas de incêndio interiores, disponibilidade de água para extinção, um reduzido comprimento da conduta de transporte, reduzida distância da boca de incêndio exterior à entrada do edifício e o pessoal instruído, enquanto que a existência de sistema de deteção de incêndio, transmissão do alarme, um corpo profissional de bombeiros responsável por aquela área de atuação e bombeiros de empresa, o grau de qualificação do corpo de Bombeiros, as instalações de extinção e sistemas de evacuação de fumo e de calor, como medidas especiais, para além das medidas de proteção inerentes à construção, perfazendo um total de 11 medidas distintas, umas de natureza passiva, outras de natureza ativa. Saliente-se que, relativamente ao tipo de bombeiros existentes, o método de Gretener considera que podem existir equipas de bombeiros privados afetos ao edifício (4 tipos distintos) e equipas de bombeiros profissionais (7 tipos distintos), atribuindo um peso distinto a cada uma das tipologias consideradas.

Em relação ao fator “Organização de Segurança”, o método de Gretener entra em linha de conta com a formação do pessoal, nomeadamente no que se refere à utilização dos extintores e das redes de incêndio armadas e à realização de rondas pelas equipas de segurança. Esta equipa deve conhecer as instalações da empresa, os recursos de alarme, assim como as facilidades de evacuação e salvamento.

Em relação ao fator “Risco admissível”, o método de Gretener considera a existência de um risco máximo admissível igual a 1.3 vezes o fator de correção relacionado com a exposição dos ocupantes.

Método de Purt

No que respeita ao método de Purt, ele não aborda alguns dos critérios analisados nos outros métodos, nomeadamente a probabilidade de ocorrência ou a envolvente exterior, ainda que considere um fator relativo ao tempo necessário para iniciar a extinção, que depende da distância dos bombeiros ao local, não se podendo afirmar que este método tem em consideração essa envolvente exterior.

Relativamente ao fator “Perigo”, o método PURT entra em linha de conta com a carga de incêndio, com a carga calorífica do edifício e, ainda, a combustibilidade dos materiais.

No que respeita à exposição dos ocupantes, o método Purt considera um fator H, que pode tomar 3 valores em função do suposto grau de dificuldade de evacuação, relacionado com a capacidade de locomoção dos ocupantes.

Em relação às “Medidas de Segurança Contra Incêndio”, o método Purt considera um fator relacionado com o tipo de bombeiros e sua distância ao local e um outro fator correspondente à resistência ao fogo da estrutura.

O método Purt não considera a influência que a organização e gestão de segurança acarreta para a segurança contra incêndio de um edifício.

Quanto ao fator “Intervenção dos bombeiros” o método considera 5 tipos distintos de bombeiros, sendo o peso atribuído a cada um deles dependente da distância ao edifício em estudo.

Um dos fatores de maior dificuldade de análise é o chamado “Risco aceitável”, que o método Purt não incorpora qualquer valor para o risco máximo admissível, uma vez

que está orientado para determinar a necessidade de meios de segurança e não para a comparação do risco determinado com o risco máximo admissível.

Método FRAME (Fire Risk Assessment Method for Engineering)

Este método desenvolvido a partir do método de Gretener e de outros métodos de avaliação de risco de incêndio, mas face à ocorrência de pequenos incêndios com elevado número de perdas humanas, foi sentida a necessidade de criação de um método com uma aproximação similar aos métodos conhecidos até então, mas com uma análise diferenciada, para as pessoas e os edifícios de menor porte.

Este método analisa o risco de incêndio a que estão sujeitos os bens patrimoniais, bem como os danos inerentes à interrupção das atividades no edifício. Permite proteger o conteúdo ou as atividades desenvolvidas no edifício seguindo os mesmos critérios, quer para a segurança material, quer para a segurança das pessoas, com aplicação a edifícios novos ou a edifícios já existentes. Este método defende que há uma coerência entre as causas de perigo e as medidas de proteção contra incêndio, existentes num edifício.

O risco potencial de incêndio está associado à densidade da carga de incêndio, a fator de disseminação, ao compartimento, à altura do edifício, ao estado do edifício e à acessibilidade ao mesmo.

O grau de proteção do edifício está ligado à disponibilidade de recursos de água, à qualidade dos meios de proteção contra incêndio, aos fatores de resistência ao fogo dos elementos construtivos, e à proteção de pontos estratégicos para a produção do início de incêndio.

Um das características fundamentais do método, é o cálculo dos índices de risco ser efetuado de forma separada para os edifícios, as pessoas e as atividades desenvolvidas.

Na aplicação do FRAME são necessários cálculos sucessivos, ou seja, são reformuladas várias hipóteses para se poder obter a solução desejada das medidas de segurança contra incêndio (SCIE) a implementar. Portanto, tudo isso torna a sua aplicação bastante morosa e exige atenção redobrada na introdução dos dados, visto que são bastante específicos.

O método FRAME incorpora, de forma ainda que aproximada, a influência da envolvente urbana, considerando um fator de acessibilidade, cujo objetivo é traduzir a maior ou menor dificuldade para os bombeiros na sua atividade de combate e salvamento. Esse fator depende, no que se refere á envolvente urbana, do número de vias de acesso ao local.

No que respeitas à “Exposição dos ocupantes”, o FRAME apresenta uma expressão para determinar o designado tempo de evacuação relativo ao caminho de evacuação mais longo, fazendo intervir um fator de mobilidade, o efetivo a evacuar, a largura mínima do caminho de evacuação, o número de direções distintas de saída ou os caminhos de evacuação disponíveis.

Relativamente ao fator “Perigo”, no método FRAME este é representado por fatores que traduzem a influência dos materiais existentes no desenvolvimento do incêndio, a facilidade de propagação, a influência da dimensão do compartimento na propagação do incêndio, o número de pisos e a produção de fumo.

O método FRAME, relativamente às “Medidas de Segurança Contra Incêndio” entra em linha de conta com a reserva de água adequada ao incêndio previsível, tendo em conta o tipo de abastecimento da reserva, a capacidade de armazenamento, a rede de distribuição, a existência de hidrantes exteriores, a pressão de abastecimento, bem como as medidas de proteção normais adaptadas às características do edifício e sua utilização, como sejam o tipo de vigilância, os meios de primeira intervenção, o tempo de deslocamento do corpo de bombeiros e a formação dos ocupantes, enquanto, relativamente às medidas especiais de proteção necessárias, entra em linha de conta com a existência de sistema automático de deteção de incêndios, a fiabilidade dos recursos de água, a existência de sistemas de extinção automática, as características do corpo de bombeiros e a existência de brigadas de incêndio devidamente equipadas, conjugadas com a conveniente resistência ao fogo dos elementos estruturais.

No que respeita à intervenção do Corpo de Bombeiros, o FRAME considera a hipótese de existência de vários tipos de corpos de bombeiros (profissionais, voluntários ou privativos, como acontece em algumas indústrias) atribuindo-lhes um peso distinto.

Relativamente ao fator “Organização e gestão da segurança”, o método FRAME considera a existência de um serviço de vigilância baseado na presença humana devi-

damente orientada para os procedimentos em situação de incêndio, num sistema de alerta aos bombeiros e aviso aos ocupantes.

No método de FRAME, o risco máximo aceitável é tido em conta, sendo avaliado através da aplicação de um fator aceitabilidade, igual a 1.6, que resulta da comparação entre os valores dos riscos potenciais mais baixos e os níveis de proteção normalmente disponíveis.

Método FRIME

O Fire Risk Index Method (FRIM) é um método especialmente desenvolvido para edifícios em madeira. A estratégia do método é fornecer o nível de aceitabilidade da segurança ao incêndio em edifícios antigos. Tem como objetivos principais a proteção da vida das pessoas que se encontrem nos edifícios e proteção do próprio edifício.

O método FRIM, ele incorpora de forma aproximada a influência da envolvente urbana, considerando a proximidade entre edifícios.

Relativamente ao fator “Perigo”, o FRIM considera unicamente dois fatores, um relativo aos revestimentos, o outro relacionado com os vãos ou lugares pouco vigiados.

Procurando classificar a facilidade com que os ocupantes podem evacuar o edifício, o FRIM considera a existência de escadas, janelas e varandas que podem facilitar a evacuação, pontuando de diferente modo consoante as possibilidades existentes.

No FRIM, uma parte substancial dos fatores são relativos às medidas de segurança contra incêndio, considerando os sistemas de extinção, a compartimentação do edifício, a resistência ao fogo dos elementos de compartimentação, a qualificação de resistência ao fogo dos elementos de construção, as janelas e elementos de fecho dos vãos, nomeadamente elementos que influenciam a possibilidade de o incêndio se propagar através das aberturas, os materiais das fachadas que podem afetar a propagação do incêndio através desta, os sistemas de controlo de fumo, os sistemas de deteção e alarme, a estabilidade estrutural do edifício e os sistemas de ventilação.

Abordando de forma muito sumária a “Organização e gestão da segurança”, no FRIM há um fator designado manutenção e informação, relacionado com a inspeção e manutenção dos meios de segurança ao incêndio, vias de evacuação e informação aos ocupantes sobre extinção e evacuação.

No FRIM a intervenção dos bombeiros é traduzida pela designada capacidade de resposta da brigada de incêndio, considerando 5 possibilidades distintas, fazendo intervir em algumas delas a existência ou não de meios de controlo de fumo (inexistência de brigada, brigada exterior ao edifício, existência de brigada não existindo meios de controlo de fumo, existência de brigada e meios de controlo de fumo, existência de brigada e meios de controlo de fumo e escadas exteriores).

O método FRIM conduz a um índice de risco compreendido entre 1.0 e 5.0. Quanto maior for o valor obtido maior será o risco. Não é, no entanto, indicado um valor limite de referência que nos permita considerar que se obteve um valor aceitável ou não.

Método ARICA

Uma das situações mais preocupantes na grande maioria das cidades portuguesas está relacionada com os edifícios situados nos centros urbanos antigos, ou com características semelhantes, ainda que não classificados como CUA, apresentando especificidades que os distinguem claramente dos restantes edifícios situados fora desses centros.

Este método assenta no princípio de que os edifícios situados nos centros urbanos antigos não podem ter um grau de risco superior ao dos edifícios recentes, existentes na mesma localidade.

A este tipo de edifício não é possível aplicar as medidas previstas na legislação para os novos edifícios, devendo em cada caso concreto ser feita uma análise que conduza à adoção das soluções mais adequadas à realidade de cada edifício.

As medidas a implementar devem resultar de um estudo de engenharia de segurança contra incêndio recorrendo a modelos de simulação de análise de risco. No existindo ainda modelos de simulação que contemplem todos os aspetos relacionados com a segurança contra incêndio e que permitam avaliar com rigor essa segurança.

O método ARICA assenta na definição dos seguintes fatores globais de risco e de eficácia:

- Fator global de risco associado ao início do incêndio;

- Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício;
- Fator global de risco associado à evacuação do edifício;
- Fator global de eficácia associada ao combate ao incêndio.

Embora este método esteja ainda em fase de consolidação relativamente a alguns dos valores adotados para determinados coeficientes, permite não só comparar o risco entre os vários edifícios situados nos centros urbanos antigos, mas também fazer a sua avaliação relativamente aos novos edifícios.

Numa apreciação crítica aos métodos de análise de risco, podemos verificar que, prevendo o Artigo 14^o-A, do Decreto-Lei n.º 224/2015 a sua utilização para justificar o não cumprimento de algumas das exigências legislativas contidas na legislação de segurança contra incêndio em Portugal, importa verificar se estes métodos reúnem as condições necessárias para constituírem um instrumento de apoio aos projetos em que se torna extremamente difícil o cumprimento das imposições legais, situação relativamente frequente nas operações de reabilitação de edifícios.

A análise de risco efetuada com base nos métodos disponíveis evidencia uma séria de limitações que vão desde a não incorporação de todos os fatores com impacto na segurança ao incêndio até aos valores que são atribuídos às diferentes grandezas que constituem cada um dos fatores. A questão dos valores atribuídos às diferentes grandezas que constituem os fatores é um elemento crucial para aferir das potencialidades dos métodos. É importante ter presente que a generalidade dos valores atribuídos a essas grandezas são empíricos e resultam da sensibilidade do autor ou, noutros casos (FRAME), da consulta de um painel de especialistas com posterior aplicação de uma metodologia (Delphi), de tratamento dos dados. Dos vários métodos apresentados o FRAME é o que tem uma abordagem mais rigorosa recorrendo, ainda que de forma simplificada, a determinadas formulações para calcular o valor de algumas grandezas. Da análise efetuada, facilmente se conclui que nenhum dos métodos de análise de risco possui o rigor científico necessário à determinação das soluções de segurança inatacáveis. Mais importante do que procurar desenvolver métodos rigorosos mas extremamente complexos e de muito difícil utilização por parte dos Técnicos envolvi-

dos neste tipo de avaliação, importa dispormos de métodos de análise de risco que, permitindo fazer um escalonamento do risco que os edifícios apresentam, nos alertem para a necessidade de correção de algum dos fatores analisados de forma a melhorarmos as condições de segurança para o edifício, os seus ocupantes e o meio ambiente. Foi com esse objetivo que foi criado o MARINE, exposto neste trabalho.

5. Metodologias

Propondo-nos elaborar um método expedito de avaliação de risco de incêndio em edifícios, houve a necessidade de proceder a uma pesquisa que tivesse como objetivo averiguar os diferentes métodos já desenvolvidos e a encontrar os dados necessários a este estudo.

Utilizando diversas variáveis que condicionam a segurança contra incêndio em edifícios e que se interrelacionam entre si, procedeu-se a uma pesquisa descritiva como pode ser constatado no Capítulo 6 e que permite descrever cada um dos fatores influenciadores do risco em avaliação.

Das três fontes de pesquisa previstas metodologicamente, fontes primárias, fontes secundárias e fontes terciárias, foram privilegiadas as fontes primárias, dado o empenho já tido sobre esta temática, que permitiu recolher conceitos e informações em documentos anteriormente produzidos.

Tendo-se também procedido à análise e avaliação das fontes de pesquisa secundárias, elas incluem a análise e avaliações das fontes primárias, tendo sido levadas a efeito conjuntamente.

Na preparação deste trabalho foi feita uma pesquisa qualitativa que permitiu relembrar os conceitos e ideias explanados nos métodos até agora desenvolvidos, muitos deles assentes no princípio base de uma reduzida carga de incêndio em cada compartimento de fogo.

A metodologia adotada foi apoiada fundamentalmente na experiência recolhida ao longo da vida, quer enquanto bombeiro e observando o desenvolvimento e comportamento do fogo, quer como estudioso das medidas de proteção e segurança contra incêndio.

Escolhidos os fatores a ter em conta para a avaliação de segurança contra incêndio apresentada por qualquer dos edifícios em estudo, houve que ponderar o peso com que cada um dos fatores ía intervir na fórmula. O coeficiente de ponderação que afeta cada um dos fatores em análise e, muito particularmente o grau de severidade atribuído a cada uma das alternativas apresentadas, estão meramente suportadas numa vasta experiência de campo e estudo, podendo vir a ser aperfeiçoados com base nos da-

dos estatísticos que for possível ir recolhendo e analisando ao longo de períodos de tempo significativos.

Sem dúvida que a pesquisa bibliográfica efetuada anteriormente sobre esta temática permitiu reunir dados nos quais o método é baseado. Foi importante verificar os diferentes métodos de análise de risco até ao momento desenvolvidos, o que permitiu cingir este método da Matriz de Avaliação de Risco a um processo expedito e de fácil aplicação à generalidade dos edifícios.

Ainda que não tenha sido efetuada uma pesquisa de campo propositadamente para a elaboração deste trabalho, foi com a experiência de campo de muitos anos que, como antes referido, se obteve a sensibilidade e perspetiva para o desenvolvimento do método agora apresentado.

6. Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio num Edifício

Para que um Plano Municipal de Emergência abranja a Segurança Contra Incêndios de uma forma eficaz, importa analisar o parque edificado e as diferentes vulnerabilidades apresentadas pelas diversas tipologias de edifícios e os diferentes tipos de urbanizações existentes nas povoações portuguesas.

Diversos modelos de análise de risco têm vindo a ser desenvolvidos por Técnicos e Laboratórios especializados. Alguns desses modelos têm-se revelado como os que melhor se adequam à análise de um determinado compartimento corta-fogo ou fração de um edifício, originando a divulgação desse modelo, pela menor dificuldade da sua aplicação ou o maior conhecimento que os técnicos especialistas conseguiram obter dele, enquanto modelo de análise do risco de incêndio num edifício.

Em qualquer das situações supra referidas, dificilmente os técnicos das Câmaras Municipais, dos Serviços Municipais de Protecção Civil ou dos Comandos Distritais de Operações de Socorro conseguem alargar a análise do risco de incêndio a um edifício completo, ou mesmo a um bairro, uma urbanização ou zona de maior dimensão. A complexidade técnica dessas análises e a sua morosidade não se compadecem com a pouca disponibilidade dos técnicos para este tipo de estudos. Como nem em todos os municípios do país existe a sensibilidade necessária para esta problemática e mesmo alguns dos que sentem a necessidade desta análise não dispõem de capacidade financeira para a contratualização de equipas ou gabinetes especializados, entendeu-se desenvolver e apresentar neste documento um método expedito de análise do grau de risco de incêndio, acessível a qualquer técnico de Protecção Civil. Este método, que se pretende muito simples, mas com um grau de fiabilidade satisfatório, permite a elaboração de uma Carta de Risco, classificando o grau de risco de incêndio de um edifício ou conjunto de edifícios, por vasto que seja, segundo uma escala de rápida apreciação.

Ao longo da nossa história, é possível apercebermo-nos da riqueza e diversidade da nossa arquitetura e da evolução que foi tendo ao atravessar diversos períodos políticos e sociais distintos, que se repercutiram na qualidade estrutural dos edifícios que foram sendo construídos. As alterações arquitetónicas originaram uma diferente vul-

nerabilidade estrutural para cada uma das tipologias construída em cada um dos períodos históricos em causa.

Os serviços da Câmara Municipal de Lisboa consideraram o seu parque edificado dividido consoante as suas tipologias, cujas características construtivas darão origem a formas de desenvolvimento dos incêndios distintas e por isso merecem medidas de protecção e de prevenção, também elas diferentes.

Neste estudo, os edifícios foram agrupados pela sua tipologia de construção, que vai necessariamente ter reflexos no risco de incêndio, quer pela maior facilidade de neles ocorrer uma ignição que fuja ao controle (Probabilidade de ocorrência), quer pela gravidade das suas consequências (Severidade). Após análise de diferentes metodologias de classificação de edifícios e por se considerar mais facilmente aceite pelos futuros utilizadores, optou-se, como base de suporte à diferenciação das tipologias dos edifícios existentes, pela separação em 5 tipos de edifícios distintos, conforme estipulado no Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais). Este diploma tem por objeto os sistemas de distribuição pública e predial de água e de drenagem pública e predial de águas residuais, de forma que seja assegurado o seu bom funcionamento global, preservando-se a segurança, a saúde pública e o conforto dos utentes. No Artigo 18º, a definição do volume de água que deve estar disponível para combater um incêndio, é apresentada como função do risco da ocorrência do incêndio e propagação na zona em causa. São indicados 5 Graus de risco (risco mínimo, risco baixo, risco moderado, risco considerável e risco elevado), dependentes de cinco diferentes tipologias de edifícios e atividades a que estão afetos. Não abordando o Decreto Regulamentar na classificação de risco que contém, a especificidade dos edifícios existentes nos Centros Urbanos Antigos e áreas de características semelhantes ainda que não classificadas, considera-se fundamental a particularidade de tais construções, pelo que se subdividiu o grupo classificado com a tipologia 5 e que envolve especificamente as construções antigas ou as de elevado risco, em seis tipologias diferentes, classificadas de A a F, com base na metodologia seguida pelo Serviço Municipal de Protecção Civil de Lisboa.

A classificação adotada neste método teve por base 10 tipologias diferentes de edifícios, que distinguimos entre 1 e 5 tendo, dentro desta última classe 5, a divisão em seis classes, numeradas de 5.A a 5.F, com base, como antes referido, na classificação definida pelo SMPC de Lisboa.

Saliente-se que o estudo da Câmara Municipal de Lisboa define apenas 5 diferentes tipologias, classificadas de A a E. Ao ser efetuado este estudo, foi considerado fundamental incluir-se uma tipologia de edifícios, de construção posterior ao século XIX, ainda não enquadrável por nenhum dos graus ou escalões antes considerados e que engloba os edifícios de grande volumetria ou de elevado risco, destinados à atividade comercial ou industrial. Com o objetivo de que este método possa ser aplicado a qualquer tipologia de edifício, complementou-se a listagem existente com a Tipologia F, de ocupação essencialmente comercial ou industrial, envolvendo edifícios de grande volumetria ou que armazenem, utilizem ou em que se produzam materiais explosivos ou altamente inflamáveis.

Apresentam-se em seguida as características de cada uma das tipologias adotadas, com figuras explicativas, tendo sido as relativas às Tipologias A a E, obtidas dos documentos produzidos pelo Serviço Municipal de Protecção Civil (SMPC) de Lisboa.

- **Tipologia 1** – Edifício tipo familiar, em zona de fraca implantação de edifícios.
- **Tipologia 2** - Edifício em zona urbana com máximo de 4 pisos..
- **Tipologia 3** – Edifício com máximo de 10 pisos, habitação, comércio e/ou pequena indústria.
- **Tipologia 4** - Edifícios com mais de 10 pisos, destinados a habitação e serviços.
- **Tipologia 5** – Edifícios instalados em zona urbana com construção antiga ou de ocupação comercial e/ou industrial, que se armazene, utilize ou onde se produzam materiais explosivos ou altamente inflamáveis.

Dentro da tipologia 5 iremos analisar as diferentes tipologias criadas pelo SMPC de Lisboa, acrescida de uma sexta categoria criada neste método, de forma a poder abranger qualquer tipo de edifício existente.

- *Tipologia 5A* (construção anterior a 1755) – edifícios de origem pré-pombalina, onde foi mantida a matriz urbana e os pisos térreos das construções anteriores ao sismo de 1755, ainda que posteriormente tenham sido reconstruídos e ampliados, recorrendo às técnicas pombalinas ou outras, consoante a região (Figura 2).



Figura 2 - Tipologia de um edifício do Bairro da Mouraria (SMPC Lisboa)

- *Tipologia 5B* (construção Pombalina, 1755-1880) – Edifícios de origem pombalina, onde se verifica a rotura com o traçado urbano pré-pombalino e se redesenha de acordo com os princípios de escala, dimensão do lote e da ortogonalidade próprias do modelo pombalino (Figura 3).



Figura 3 - Tipologia de um edifício da Baixa Pombalina (SMPC Lisboa)

- *Tipologia 5C* (construção gaioleira, 1880-1940) – Edifícios gaioleiros, com origem no abastardamento da tecnologia pombalina, com incidência no aumento dos vãos, diminuição da espessura das paredes, plasticidade dos sistemas, diminuição da qualidade da alvenaria e das fundações e ausência de elementos de travamento em madeira (Figura 4).



Figura 4 - Tipologia de um edifício em São Sebastião da Pedreira (SMPC Lisboa)

- *Tipologia 5D (construção com paredes de alvenaria e pavimentos em betão (1940-1960) – Trata-se de edifícios com maior número de andares que fazem a transição para a tipologia E) – São edifícios modernos, posteriores a 1940, com estrutura reticulada, alvenaria maciça, evoluindo para o sistema pilar, viga e laje com tijolo furado (Figura 5).*



Figura 5 - Tipologia com paredes de alvenaria e pavimentos em betão

- *Tipologia 5E* – Edifícios industriais, do final do século XIX e construídos sobre zonas de aterro, com baixa volumetria e recorrendo a estrutura metálica com tirantes e vãos preenchidos a tijolo maciço (Figura 6).



Figura 6 – Tipologia de um edifício industrial, na frente rio (SMPC Lisboa)

- *Tipologia 5F* – Edifícios de grande volumetria, destinados à atividade comercial ou industrial, de construção posterior ao século XIX (Figura 7).



Figura 7 – Centro Comercial Colombo (www.virtualltourist.com ,maio 2010)

O risco de incêndio de um determinado edifício está fortemente condicionado pela sua envolvente. Um edifício isolado não pode ser classificado da mesma forma que um outro de tipologia semelhante mas inserido num conjunto de outros edifícios com uma vulnerabilidade elevada ao incêndio. Assim, o risco de incêndio de um edifício pode ser fortemente agravado quando inserido num Centro Urbano Antigo ou numa área de características semelhantes ainda que não classificada. Existem situações em que o edifício em estudo está inserido num conjunto de altura idêntica e de construção contínua, em que a estrutura das coberturas é única, com um pau de fileira (cumeira) contínuo e sótãos interligados, ainda que não visitáveis. Como facilmente se

compreenderá, este tipo de construção, típica de finais do século XVIII, princípios do século XIX, contraria todos os princípios de compartimentação hoje seguidos, originando que qualquer foco de incêndio ocorrido num desses edifícios se transforme rapidamente num incêndio multi-habitacional. Se graves ocorrências se têm evitado, tal só fica a dever-se à eficiente e abnegada intervenção dos corpos de bombeiros de cada um dos locais atingidos.

Os edifícios englobados nas áreas classificadas como Centros Urbanos Antigos (CUA), nomeadamente, muitos dos edifícios com a Tipologia 5A, 5B, 5C e 5E, antes referidas, estão sujeitos às “Medidas Cautelares de Segurança contra Riscos de Incêndio em Centros Urbanos Antigos” publicadas pelo Decreto-Lei nº 426/89, de 6 de Dezembro. A classificação de CUA está dependente de proposta da câmara municipal respetiva, sendo posteriormente aprovado por despacho conjunto dos Ministro do Planeamento e da Administração do Território, Ministro da Administração Interna, Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e Ministro da Cultura. Ainda que tenha permitido a implementação de determinadas condicionantes no acesso a veículos, por exemplo, o que se pôde verificar foi um diminuto número de Câmaras Municipais a solicitar Classificação de CUA, evitando assim as imposições legais de regras de segurança contra incêndio que teriam permitido minorar a vulnerabilidade sentida em diversas localidades do país.

São, por isso e até ao momento, em número reduzido os municípios que têm as suas zonas históricas classificadas como Centros Urbanos Antigos e sobre as quais desenvolveram já Planos Especiais de Emergência (PEE) ou estudos de análise de risco, salientando-se os concelhos de Lisboa, Cascais, Castelo Branco, Coimbra, Guimarães, Évora e Setúbal.

Infelizmente os edifícios de características semelhantes e idêntico risco aos dos Centros Urbanos Antigos, mas situados em áreas não classificadas, só com o Decreto-Lei 220/2008, de 12 de novembro, alterado pelo Decreto-Lei 224/2015, de 9 de outubro passaram a estar abrangidos por algumas das medidas de segurança contra o risco de incêndio. Tratando-se de edifícios antigos e cujos proprietários são, na sua grande maioria pessoas de idade, pouco sensíveis à problemática da segurança contra o risco de incêndio, os erros cometidos foram-se sucedendo, agravando a falta de condições

de segurança apresentadas pelos edifícios, o que muito contribuiu para o aumento da sua vulnerabilidade.

Muitos destes edifícios são de UT I e de 1ª e 2ª CR, pelo que não estão abrangidos pela obrigatoriedade de terem implementada uma Organização de segurança, que muito poderia contribuir para uma eficaz primeira intervenção em caso de um princípio de incêndio e/ou uma rápida evacuação dos ocupantes do edifício. Assim se pode concluir que, também para as áreas cujos edifícios apresentam uma tipologia semelhante à encontrada nos Centros Urbanos Antigos, o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios ficou muito aquém do que se supunha ser possível de conseguir com a publicação daquele que muitos ambicionaram poder chamar Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

Importa, no entanto, que seja possível rentabilizar as condições de segurança que se obtêm com o cumprimento da legislação atualmente em vigor. Conseguindo uma correta análise de risco de incêndio existente num qualquer edifício ou numa área específica que importe avaliar, o Plano Municipal de Emergência deve conter os correspondentes dados, de forma a ser possível uma intervenção devidamente adequada e eficaz.

Refira-se que a vulnerabilidade das áreas urbanas, pode facilmente ser afetada não apenas pelo tipo de construção dos edifícios aí existentes, mas pela própria malha urbana presente no município, que também condiciona o desenvolvimento do incêndio. A proximidade entre os edifícios, a combustibilidade dos materiais mais expostos e/ou a não existência de paredes de empena com as características de resistência ao fogo adequadas, conduzirá a uma mais fácil propagação e desenvolvimento de um incêndio.

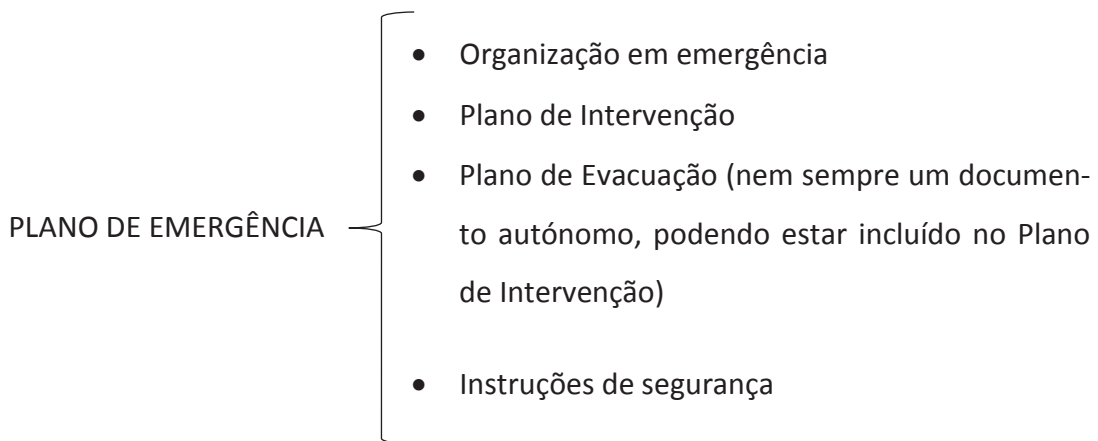
Outro dos aspetos mais relevantes enquanto condicionante da vulnerabilidade da malha urbana tem a ver com a acessibilidade aos edifícios ou zonas habitacionais. Como é sabido, a acessibilidade, ou mais propriamente a falta dela, é muitas vezes a principal razão para o atraso na chegada dos meios de socorro, ou mesmo a sua impossibilidade. Esta dificuldade é facilmente constatada quando analisamos uma zona urbana muito antiga, em que é notório que os princípios que nortearam a implantação dos edifícios nada tinham a ver com a preocupação na segurança contra incêndio.

A falta de planeamento urbanístico, como verificado nos Centros Urbanos Antigos ou zonas edificadas de idêntica tipologia, torna imperioso que o Corpo de Bombeiros local estabeleça um Plano Prévio de Intervenção, que tem que necessariamente estar conjugado com o Plano de Intervenção (por vezes também designado Plano de Atuação), que fará parte do Plano de Emergência dessa área de risco (CUA, se for o caso).

Como é sabido, o Plano de Intervenção contém expressos os procedimentos a ter em caso de emergência, nomeadamente:

- Como é efetuada a deteção ou perceção de um alarme de incêndio;
- Como e quando são difundidos os alarmes (alarme restrito, alarme sectorial ou alarme geral);
- Como é transmitido o alerta às forças de socorro, nomeadamente aos bombeiros;
- Como e quando são executadas as operações de evacuação (que devem fazer parte dum plano específico – Plano de Evacuação, inserido no Plano de Intervenção);
- Quem faz a primeira intervenção, procurando garantir a extinção do foco de incêndio na sua fase inicial ou, pelo menos, limitar a sua propagação até à chegada dos bombeiros ou da equipa de 2ª intervenção;
- Quem deve prestar os primeiros socorros;
- Quem e como se manobra os dispositivos de segurança (cortes de gases ou líquidos combustíveis, por exemplo);
- Como é garantida a preservação dos sistemas ou bens vitais (pontos neurálgicos, por exemplo);
- Quem deve acolher, informar, orientar e apoiar os bombeiros após a sua chegada.

Como antes se refere, o Plano de Intervenção é um dos componentes dum Plano de Emergência, que no seu conjunto, inclui:



O Plano de Intervenção a ser executado pelas Brigadas de Apoio Local /Equipas de 1ª Intervenção, contém a descrição de todas as ações supra referidas que devem ser executadas assim que declarada a emergência, de forma a minorar os prejuízos causados pelo incêndio.

A primeira intervenção será feita até à chegada dos bombeiros, através de uma ação célere e que se deseja eficaz procurando a contenção do incêndio ou a sua completa extinção, se tal for possível. De igual forma se deseja que a equipa de evacuação consiga concretizar a saída de todos os ocupantes do edifício até à chegada dos bombeiros, o que, a não acontecer, deve ser-lhes de imediato transmitido, para que assumam, como a sua primeira prioridade, a evacuação dos ocupantes retidos no edifício.

As informações que possam ser transmitidas aos bombeiros pelo elemento que tem a missão de os receber ao chegarem às instalações, são fulcrais para o sucesso da missão, não só pelo facto de poder estar em risco a vida dos ocupantes, como pela necessidade de intervir rápida e eficazmente sobre o foco de incêndio.

A Matriz de Avaliação de Risco apresentada neste documento e de que já foi descrita a metodologia de diferenciação dos tipos de edifícios a analisar, baseia-se nos diferentes fatores que se entendeu dever considerar como condicionantes do risco de incêndio do(s) edifício(s).

Cada um desses fatores participa no cálculo com uma determinada ponderação que foi encontrada após prolongados exercícios de teste, análise de inúmeros exemplos reais e com base na experiência pessoal. Essa ponderação fica expressa através dum coeficiente, que se entendeu designar exatamente por Coeficiente de Pondera-

ção (CP) e que está expresso no cabeçalho da matriz. O intervalo de valoração do CP é [1; 10] e representa o peso com que esse fator influencia o Grau de Risco de incêndio de um determinado edifício.

A cada um dos fatores, é atribuída uma pontuação, designada por Grau de Severidade (GS), cuja valoração está também compreendida entre [1; 10].

De forma a tornar a análise de diferentes tipologias de edifícios comparável, foi necessário criar um coeficiente de Equiparação (E), que permite um equilíbrio de análise para os diferentes edifícios, resultando que o Grau de Risco em que o(s) edifício(s) é classificado, é dado por:

$$GR = E \sum_{i=1}^n \cdot CP_i \cdot GS_i$$

sendo i = índice do fator a considerar, com n=11

O intervalo de valores que o Grau de Risco pode assumir, é condicionado pelo Coeficiente de Equiparação, conforme Quadro 2

Quadro 2 – Intervalos de avaliação do GR

COEFICIENTE DE EQUILÍBRIO	AMPLITUDE
0,50	[38 ; 375]
0,80	[55 ; 600]
1,00	[75 ; 750]
1,15	[86 ; 863]
1,20	[90 ; 900]
1,50	[113 ; 863]
1,60	[120 ; 1200]

Cada um destes intervalos é dividido em 5 partes iguais, graduando-se cada uma delas e em ordem crescente de valor como Grau de Risco Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.

No sentido de ser compreendida a metodologia de análise, em seguida se descreve cada um dos fatores e os critérios que devem ser seguidos para a sua pontuação. Refira-se que nalguns dos fatores cada escalão pode ser pontuado com um intervalo de valores, a serem selecionados consoante os critérios estão totalmente preenchidos, uma parte significativa os cumpre ou apenas um número muito reduzido. Esta análise compete ao técnico analista, que deve utilizar a sua experiência e sensibilidade para homogeneizar os critérios de valoração que utiliza.

Os 11 (onze) fatores considerados e respetivos critérios de análise são a seguir apresentados:

- 1) **ACESSIBILIDADE** – Este fator é relevante relativamente à 2ª intervenção, que se pretende musculada, rápida e eficaz. Se os Corpos de Bombeiros ou as forças de 2ª intervenção não conseguirem aproximar-se do edifício onde deflagrou o incêndio com veículos de combate a incêndio ou de salvamento que disponham de capacidade operacional para intervirem eficazmente na fase inicial da sua intervenção, a severidade do incêndio vai ser muito superior, pelo que a pontuação do grau de severidade é, também ela, de valor mais elevado. Desta forma, considera-se que a capacidade de acesso de viaturas dos bombeiros é determinante, pelo que condiciona a classificação num dos 3 níveis de severidade em que se dividiu a escala com que se pontuou este fator. A acessibilidade será assim distribuída pelos seguintes escalões: “Acessibilidade Reduzida”, “Acessibilidade com limitações segundo alguns dos fatores em análise” e “Acessibilidade sem limitações”. O primeiro nível, correspondente ao escalão que abrange os valores do Grau de Severidade mais elevados (8, 9 e 10), é o

que abrange os edifícios cuja acessibilidade só é possível por pessoal apeado, equipamento de combate a incêndios portátil ou facilmente transportável por veículos ultraligeiros. Estes veículos têm dimensões extremamente reduzidas e são especialmente preparados para intervenção em arruamentos de pequena largura ou locais de acesso muito limitado. A capacidade de intervenção é assim muito reduzida, sendo necessário adotar medidas compensatórias, como sejam meios de abastecimento ou de reserva de água que permitam a montagem ou existência de linhas de água com capacidade para intervenção direta sobre o foco de incêndio, a instalação de sistemas fixos de extinção, ou a existência de meios alternativos de combate ao incêndio. Saliente-se que os veículos que conseguem aceder a estas zonas apenas têm capacidade para bombas de incêndio com débitos de caudal reduzido.

No escalão seguinte, entra-se em linha de conta, para os critérios de avaliação, com as características das vias de acesso, desde a sua largura e altura útil, o raio de curvatura mínimo, a sua inclinação e a sua resistência, bem como com a diferença de cota de utilização do edifício ser menor ou igual aos 9 m ou superior a essa cota. Refira-se que o valor de 9 m adotado como referência em diplomas legais de diversos países tem por base a capacidade de intervenção dos bombeiros. Considera-se que esta cota é a cota limite em que os responsáveis pela intervenção conseguem aceder ao piso mais elevado e efetuar operações de combate ou salvamento, apenas com equipamento manual e, como tal, sem necessidade de veículos com equipamento de elevação.

Consoante o número de critérios que são cumpridos assim o analista classificará o Grau de Severidade, ponderando um

dos valores incluídos no intervalo do escalão que abrange as condicionantes verificadas.

Dos três escalões considerados, o que diz respeito aos Graus de Severidade de menor valor - graduação de 1 a 3 - correspondente a uma acessibilidade sem limitações e abrange os edifícios facilmente acessíveis por veículos pesados, nomeadamente Veículos de Combate a Incêndios com depósito de água e bomba de elevado débito em pressão e caudal e os Veículos Elevatórios, como sejam Veículos Escadas ou Plataformas Elevatórias, destinadas ao salvamento e evacuação dos ocupantes dos edifícios. Os edifícios abrangidos por este escalão não apresentam qualquer limitação na satisfação das medidas regulamentares.

O fator Acessibilidade (Quadro 6.1) não condiciona o risco de ocorrência de um incêndio num edifício, mas a capacidade de intervenção com veículos de combate ou salvamento de maior capacidade interfere com a possibilidade de impedir o desenvolvimento do incêndio ou de concretizar o salvamento dos ocupantes em tempo oportuno. Assim, dispondo de uma escala considerada de 1 a 10 valores, considerou-se como mais adequado o valor de 5 unidades para o Coeficiente de Ponderação que influencia este fator.

Quadro 3 - Graus de Severidade do Fator “Acessibilidade”

ACESSIBILIDADE				Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 5)				
Classificação	Características vias de acesso	Edifícios de altura $\leq 9\text{m}$ Acessível a VLCl a)	Edifícios de altura $> 9\text{m}$ Acessível a VUCI, a VTTU e a VE ou VP b).	
Reduzida	Só material apeado ou em veículos de muito pequenas dimensões. Não satisfaz nenhuma das exigências regulamentares definidas na legislação em vigor.			10
Com limitações nalguma das características indicadas	Largura útil	3,5 ou 7 m nas vias em impasse	6 ou 10 m nas vias em impasse	5
	Altura útil	4 m	5 m	
	Raio de curvatura mínimo	13 m, medido ao eixo	15 m, medido ao eixo	
	Inclinação máxima	15%	10%	
	Capacidade para suportar um veículo	Peso total 130 KN, (40 KN no eixo dianteiro e 90 KN no eixo traseiro)	Peso total 260 KN, (90 KN no eixo dianteiro e 170 KN no eixo traseiro)	
	Resistência ao punçãoamento	—	Força de 170 KN aplicada numa área circular de 0,2 cm de diâmetro	
	Distância entre o edifício e o estacionamento dos veículos de socorro	Não superior a 30 m ou a 50 m se edifícios situados em CUA		
Sem limitações	Satisfaz as condições referidas para a classificação anterior			1

-
- a) **VLCI - Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios** – veículo categoria L2, (EN 1846-1:1998), com uma capacidade para um mínimo de 500 l de água e com uma bomba de incêndios certificada (EN 1028-1 e 2:2002) que pode atingir os débitos de 750 l/min., a 10 bar, a 3,0 m. de altura de aspiração e 250 l/min., a 40 bar, a 1,5 m de altura de aspiração.
- b) **VUCI – Veículo Urbano de Combate a Incêndios** – veículo categoria M1, (EN 1846-1,2 e 3:1998), com uma capacidade para um mínimo de 2.000 l de água e com uma bomba de incêndios certificada (EN 1028-1 e 2:2002) que pode atingir os débitos mínimos de 3.000 l/min., a 10 bar, a 3,0 m de altura de aspiração e 250 l/min., a 40 bar, a 1,5 m de altura de aspiração.
- c) **VTTU – Veículo Tanque Tático Urbano** – veículo categoria S1, (EN 1846-1:1998), destinado ao abastecimento de veículos de combate a incêndios e outras atividades de apoio, com uma capacidade de 9.000 l de água e com uma bomba de incêndios certificada (EN 1028-1 e 2 : 2002) que pode atingir o débito mínimo de 3000 l/min., a 10 bar, a 3,0 m de altura de aspiração.
- d) **VE ou VP – Veículos com Escada Giratória ou Veículos com Plataforma Giratória** – veículos com meios elevatórios (estrutura extensível em forma de escada, apoiando-se em base giratória ou veículo com estrutura extensível com cesto, compreendendo um ou mais mecanismos rígidos ou telescópicos, articulados ou em tesoura, combinados ou não entre si, sob a forma de braços e ou escadas, podendo apoiar-se ou não em base giratória), destinados ao salvamento de pessoas, ao ataque ao incêndio ou a tarefas de apoio complementar.

2) **ENVOLVENTE EXTERIOR** – O risco de incêndio num edifício pode ser condicionado pelas características da envolvente, em especial pela maior ou menor facilidade com que o incêndio é “importado” dos edifícios vizinhos. Esta facilidade está dependente do grau de resistência ao fogo da cobertura e das paredes limites, do grau de reação ao fogo dos revestimentos exteriores aplicados sobre as fachadas ou utilizados nos vãos e ainda da radiação térmica a que o edifício está sujeito ou da possível projeção de matéria incandescente. Quer a radiação térmica, quer a projeção de matéria incandescente só origina risco de propagação ao edifício em estudo se a distância a que os edifícios vizinhos dele se encontram estiver dentro de determinados parâmetros.

É sabido que a influência que a radiação térmica poderá ter sobre os edifícios vizinhos, está dependente da carga de incêndio que o edifício incendiado comporta e da energia libertada em situação de incêndio. Alguns dos Métodos de Análise de Risco de Incêndio já desenvolvidos, baseiam-se exatamente no cálculo dessas variáveis para determinar os fatores que condicionam o risco, no entanto tais cálculos nem sempre são facilmente aplicados pelos técnicos disponíveis e que são responsabilizados pela análise pretendida. Por essa razão, entendeu-se dever ser apresentado um método expedito que permitisse uma fácil obtenção dos coeficientes que definem as condições em que o edifício se encontra relativamente à sua envolvente.

Importa considerarmos que um incêndio generalizado no edifício em estudo, pode originar a possibilidade de se propagar aos edifícios em seu redor, dando origem a uma intensidade que em muito dificulta a eficácia do combate, poden-

do desviar a atenção das forças de socorro da zona de maior risco.

Um outro aspeto que pode ser condicionado pela envolvente a um edifício é a estratégia de atuação dos bombeiros, que pode ter que ser alterada pelas diferentes confrontações a que o edifício afetado está sujeito. A maior ou menor facilidade com que os bombeiros circunscrevem o edifício e o próprio incêndio, condiciona o risco, ou mais especificamente a severidade com que esse incêndio pode afetar o(s) edifício(s) envolvido(s).

A estratégia de combate utilizada pelos bombeiros pode variar entre uma estratégia ofensiva e uma estratégia defensiva e é, obviamente, fortemente condicionada pela dimensão do incêndio aquando da chegada dos bombeiros, pela facilidade de aceder a todas as zonas afetadas e/ou pela envolvente ao edifício atingido.

Sempre que as condições de segurança do edifício, a intensidade, a dimensão do incêndio e os meios de combate disponíveis o permitirem, os bombeiros devem utilizar a estratégia ofensiva, montando as linhas de mangueira pelo interior do edifício. Desta forma, é possível cortar o desenvolvimento do incêndio, circunscrevendo-o à menor área possível. Facilmente se compreende que, ainda que mais eficaz, esta estratégia obriga a uma boa preparação técnica e física dos intervenientes, que devem estar dotados de Equipamentos de Protecção Individual (EPI) apropriados.

A estratégia ofensiva deve ser efetuada, sempre que possível, de forma a empurrar para o exterior do edifício as chamas, o fumo e os gases quentes da combustão. Estas operações de extinção devem ser combinadas com as de ventilação tática, efetuada pelos bombeiros e tendo em linha de

conta a existência ou não no edifício de sistemas de controlo de fumos.

Sempre que a dimensão e intensidade do incêndio analisadas ponderadamente com os meios de combate disponíveis ou a própria falta de segurança estrutural do edifício em causa o aconselhe, as operações de combate ao incêndio devem ser desenvolvidas pelo exterior, com a utilização de uma estratégia defensiva. Este método só pode ser executado se não existirem vítimas nem bombeiros dentro do edifício e fica limitada à intervenção pelos vãos existentes no edifício ou pelas zonas já abrangidas por derrocada, não significando uma intervenção direta sobre as chamas ou os locais de maior risco. Quando se recorre a uma estratégia defensiva, é frequentemente necessário proteger as exposições exteriores, uma vez que se o edifício está de tal forma afetado que não permite o combate pelo seu interior, é muito natural que os edifícios vizinhos estejam em risco.

Como facilmente se compreenderá, toda a estratégia e tática a utilizar pelos bombeiros será também condicionada pela forma como o edifício em causa se insere na sua envolvente, a maior ou menor facilidade com que os bombeiros conseguem circunscrever a zona sujeita a incêndio e aceder com o seu equipamento a todo o edifício.

Interessando fundamentalmente ser analisada a propagação de incêndios entre edifícios vizinhos, importa conhecer a forma como a radiação possibilita a transmissão de energia entre os edifícios, sendo fundamental conhecer-se como se podem dar as trocas de calor entre corpos. Apresentam-se no Anexo C, alguns conceitos explicativos que permitem obter o chamado Fator de Forma, que representa a relação en-

tre a energia emitida por uma superfície S_1 e a energia que é recebida pela superfície S_2 , que lhe está afeta.

Os Fatores de Forma traduzem uma relação geométrica entre superfícies, permitindo avaliar a fração de radiação que sai de uma superfície e é intersectada pela outra. Desta forma, considera-se como uma aproximação razoável, representar o perigo devido à transmissão de calor por radiação entre edifícios fronteiros, o Fator de Forma entre superfícies envolvidas.

O Fator de Forma que representa a relação entre a energia emitida pela superfície S_1 e a recebida por S_2 , é expressa pela equação:

$$F_{1,2} = \frac{1}{S_1} \int_{S_1} \int_{S_2} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (2)$$

Sendo os ângulos γ_1 e γ_2 os ângulos definidos pela emissão radiante com a perpendicular à superfície em análise (γ_1 correspondente à superfície emissora e γ_2 correspondente à superfície recetora), se a radiação de S_1 incide perpendicularmente a S_2 , a fórmula reduz-se a um integral de uma constante e o Fator de Forma será:

$$F_{1,2} = \frac{S_2}{\pi \cdot d^2} \quad \text{e} \quad F_{2,1} = \frac{S_1}{\pi \cdot d^2} \quad (3) \text{ e } (4)$$

sendo d a distância entre as superfícies S_1 e S_2 em referência. Mantendo a facilidade de utilização de uma metodologia de criação de um processo de avaliação do risco de incêndio que determinado edifício ou área urbana podem apresentar, para que o Plano Municipal de Emergência do concelho em

causa contenha as disposições necessárias à resolução eficaz dum sinistro desta natureza, importará que seja simplificado o processo de cálculo do fator que represente o peso que a radiação pode ter sobre a propagação de um incêndio dum edifício à sua envolvente e vice-versa.

Como se pode constatar nas fórmulas simplificadas a que se chegou para o cálculo do Fator de Forma, ele é significativamente afetado pelo quadrado do inverso da distância a que se encontram os dois corpos. Essa distância é o fator variável numa análise comparativa entre as várias posições em que os edifícios se podem encontrar relativamente uns aos outros. Assim e com vista a ser criado um método de análise expedito, como pretendido e facilmente acessível a qualquer técnico dum organismo (Câmara Municipal, Serviço Municipal de Protecção Civil, Corpo de Bombeiros ou outro), responsável por este levantamento de risco, foi considerado um fator de ponderação que tem apenas em conta a variável distância para o seu cálculo. Este procedimento está explicito nas colunas 3 e 4 do Quadro 4, importando esclarecer que o fator 100 que surge no numerador do cálculo de F se fica a dever à simplificação numérica que se entendeu introduzir, limitando o número significativo de casas decimais a 4.

Foram adotados como valores de referência, que permitem definir os limites de utilização de cada um dos escalões em que se dividiu a graduação do Grau de Severidade, as distâncias de 4 e 8 m, referidas como distância mínima entre fachadas, quando da definição das condições de protecção de vãos de fachadas em confronto, consideradas no Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

Importa referir que a correspondência entre os valores do fator F (função da distância) e os valores do Grau de Severi-

dade com que o fator “Envolvente Exterior” é pontuado foi ponderada, de forma a obter uma relativa proporcionalidade entre o aumento dos valores de F, condicionado pela diminuição da distância entre edifícios e o aumento do Grau de Severidade.

Saliente-se que os três escalões considerados no Quadro 6.2 correspondem às situações em que a proximidade dos edifícios vizinhos é tal que, no primeiro escalão existe forte probabilidade da energia radiante poder originar princípios de incêndio nos edifícios vizinhos, no escalão intermédio o edifício tem já alguma autonomia estrutural e com paredes que apresentam alguma resistência contra incêndio e, por fim, o terceiro escalão, em que os edifícios se encontram isolados, com distâncias aos edifícios vizinhos relativamente elevadas e com fácil acessibilidade para as viaturas e equipamento das forças de socorro.

A experiência diz-nos que, ainda que este risco deva ser ponderado, só em circunstâncias muito especiais tem dado origem aos problemas antes referidos, razão pela qual lhe é atribuído um fator de menor valor que o aplicado para a acessibilidade, registando-se a participação do fator “Envolvente Exterior” na elaboração da matriz e cálculo do Grau de Risco, com o peso 4.

Quadro 4 - Graus de Severidade do Fator “Envolvente Exterior”

ENVOLVENTE EXTERIOR		$F = \frac{100}{d^2}$		Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 4)				
Condicionante	Edifício englobado numa banda de edifícios com a mesma tipologia, risco semelhante, continuidade horizontal com os edifícios vizinhos e eventual continuidade estrutural entre vários edifícios. Os meios de combate só acedem a uma das fachadas do edifício.	$d < 4 \text{ m}$	$F > 6,2500$	10
		$4 \text{ m} \leq d < 8 \text{ m}$	$1,5625 < F \leq 6,2500$	7
		$d \geq 8 \text{ m}$	$F \leq 1,5625$	4
Com algumas implicações	Edifício inserido num quarteirão, com autonomia estrutural e com paredes entre edifícios vizinhos com grau de resistência ao fogo, mínimo, de REI 60. Os meios de combate só acedem livremente a duas das fachadas do edifício.	$d < 4 \text{ m}$	$F > 6,2500$	8
		$4 \text{ m} \leq d < 8 \text{ m}$	$1,5625 < F \leq 6,2500$	5
		$d \geq 8 \text{ m}$	$F \leq 1,5625$	3
Sem condicionante	Edifícios isolados e/ou com fácil acesso a, pelo menos, três das fachadas do edifício pelos meios de combate e salvamento.	$d < 4 \text{ m}$	$F > 6,2500$	4
		$4 \text{ m} \leq d < 8 \text{ m}$	$1,5625 < F \leq 6,2500$	2
		$d \geq 8 \text{ m}$	$F \leq 1,5625$	1

NOTAS:

- 1) d – Distância ao edifício vizinho, fonte da radiação motivada por incêndio.
- 2) O técnico analista pode considerar o edifício englobado no escalão que considere melhor avaliar as características apresentadas.

3) **DISPONIBILIDADE DE ÁGUA** - A disponibilidade de água para uma primeira intervenção ou para o combate na fase de desenvolvimento pleno do incêndio influencia toda a eficácia da 1ª e mesmo da 2ª intervenção, condicionando o Grau de Risco de incêndio do edifício em análise.

As diferentes condições que este fator pode apresentar foram divididas nos quatro níveis principais indicados no Quadro 4.3, dos quais os níveis mais favoráveis (disponibilidade “Sem limitações” e “Muito Boa”) se encontram ainda subdivididos em 3 níveis consoante o sistema disponível.

Considera-se a disponibilidade de água de nível reduzido se não existir depósito de reserva de água para incêndio ou o hidrante exterior mais próximo se situar a mais de 50 m de distância de um vão de entrada no edifício.

Se existir um hidrante exterior localizado entre os 10 m e os 50 m de distância do vão de entrada no edifício e não estiver disponível um depósito de reserva de água para incêndio, classifica-se a disponibilidade de água como “com limitações”.

Se o edifício dispuser de um hidrante (Boca de Incêndio ou Marco de Água) a menos de 10 m do vão de entrada no edifício e/ou um depósito de água de reserva para incêndio, considera-se como sendo uma disponibilidade de água “sem limitações”, só ultrapassada se o edifício dispuser de um dos três seguintes sistemas, que permitem a classificação do grupo genericamente como uma disponibilidade de água “Muito Boa”:

- Rede de Incêndio Armada – pontuação 3;

- Rede de Incêndio Armada e depósito de abastecimento de água - pontuação 2;
- Sistema de Extinção Automática de Incêndios (SAEI), com depósito de abastecimento de água - pontuação 1.

A disponibilidade de água para primeira intervenção, quer seja através de Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndios ou de Bocas de Incêndio Armadas (BIA) é claramente vantajosa relativamente às situações em que tal disponibilidade não se verifica. Fica-se reduzido à utilização dos extintores portáteis, que podem ser insuficientes caso o incêndio tenha adquirido alguma intensidade, ficando dificultada ou mesmo impedida uma primeira intervenção verdadeiramente eficaz. Por outro lado, a experiência dos Corpos de Bombeiros ao intervirem num incêndio urbano com disponibilidade de água para o combate, revela-nos claramente como essa disponibilidade é deveras determinante para a concretização de um combate rápido e eficaz, permitindo classificar o Grau de Risco do desenvolvimento do incêndio como de valor reduzido. Pelo contrário, se não existe disponibilidade de água necessária a um combate eficiente, os bombeiros têm que desenvolver esforços para procurarem fontes alternativas de abastecimento, processo esse que pode ser fulcral para a contenção do incêndio a uma zona restrita do edifício. As fontes de abastecimento necessárias podem ser hidrantes ou pontos de água localizados a uma maior distância e a partir dos quais têm que ser ligadas linhas de água ou conjunto motobomba + linha de água, cuja montagem necessita de algum tempo, sempre precioso na fase inicial do incêndio. Em alternativa, há a necessidade de aguardar pela

chegada de um Veículo Tanque dos bombeiros, cujo tempo de chegada é necessariamente maior.

Pelo que antes se refere e o que tal significa para o desenvolvimento do incêndio comparativamente aos fatores antes abordados, o coeficiente de ponderação com que a existência ou não de disponibilidade de água interfere no cálculo do Grau de Risco, foi quantificado em 7 unidades.

Cada um dos 4 principais níveis de classificação da disponibilidade de água, intervém para o cálculo do Grau de Risco de incêndio com um grau de severidade como indicado no Quadro 5.

Quadro 5 - Graus de Severidade do Fator “Disponibilidade de água”

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA		Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP) = 7		
Reduzida	Hidrante exterior a mais de 50 m de distância da porta de acesso ao edifício, sem qualquer disponibilidade de reserva de água no interior do edifício para o combate a incêndio.	10
Com limitações	Hidrante exterior entre os 10 e os 50 m de distância da porta de acesso ao edifício, sem depósito de reserva de água para incêndio.	8
	Depósito de reserva de água para incêndio, sem qualquer equipamento complementar.	6
Sem limitações	Depósito de reserva de água para incêndio, sem Rede de Incêndio Armada, mas dotado de bomba e equipamento necessário ao estabelecimento de linhas de água.	5
	Hidrante exterior a menos de 10 m de distância da porta de acesso ao edifício, existindo equipamento necessário ao estabelecimento de uma linha de água.	4
	Rede de Incêndio Armada.	3
Muito boa	Rede de Incêndio Armada e depósito de abastecimento de água.	2
	Sistema de Extinção Automática de Incêndios, (SAEI).	1

Independentemente das características de resistência ao fogo dos elementos estruturais ou das tipologias dos edifícios em análise, o conteúdo dum determinado espaço ou edifício pode fazer mudar significativamente o Grau de Risco de Incêndio.

É assim indispensável que, para o cálculo do Grau de Risco de Incêndio de um edifício se analise um dos fatores que mais pode contribuir para o aumento da severidade da ocorrência - a energia que pode ser libertada por unidade de área, em caso de incêndio. Essa energia, representada pela Densidade de Carga de Incêndio dos materiais, produtos e equipamentos existentes, a que se juntarão os mobiliários e outros materiais combustíveis presentes no compartimento de incêndio, pode ser usada para classificar os diferentes escalões do fator que pretendemos analisar.

Considerou-se que os fatores que maior contributo podem dar para o aumento da carga de incêndio existente num determinado espaço de um edifício, sendo por isso agrupados num dos fatores a serem analisados, são os a seguir apresentados no ponto 4).

4) MATERIAIS, PRODUTOS E EQUIPAMENTOS – Este fator representa, não só a maior ou menor probabilidade de inflamação dos materiais, produtos e equipamentos presentes nas instalações, mas sobretudo a maior ou menor intensidade e rapidez com que o incêndio se pode desenvolver.

Se os materiais, os produtos ou os equipamentos puderem dar origem a uma fonte de inflamação com uma elevada probabilidade, o fator em estudo será classificado com um Grau de Severidade correspondente ao escalão de “Elevado Risco de Incêndio”. Esta classificação é condicionada quer pelo ponto de inflamação dos líquidos ou sólidos existentes no espaço em análise, quer pelo coeficiente adimensional de ativação, definido no Despacho nº 2074/2009, de 15 de Janeiro, publicado no Diário da República, 2ª série, nº 10.

A metodologia adotada para definição deste fator assenta essencialmente na forma como foi definida no Despacho referido, o que permite uma maior simplificação na obtenção dos valores a considerar.

Assim, a análise de um conjunto de edifícios, de vários pisos de um mesmo edifício ou de várias frações de um mesmo piso, é simplificada considerando-se que, quando analisamos diferentes atividades numa determinada área em estudo, o coeficiente adimensional de ativação a adotar deve ser o inerente à atividade de maior risco, se esta ocupar pelo menos 10% da área útil da área em estudo, ou a média dos riscos de ativação das diferentes atividades, ponderadas pelas respetivas áreas.

Na definição do Grau de Severidade, uma só das condições referidas para cada um dos escalões é suficiente para atribuir um valor contido no intervalo definido para esse escalão, devendo o valor a adotar ter em conta a maior ou menor facilidade de inflamação / combustão dos materiais ou produtos em causa.

Sem dúvida que o potencial de desenvolvimento de um incêndio que é dado pela energia libertada pelos materiais, produtos ou equipamentos presentes num determinado edifício, intervém no Grau de Risco de Incêndio de uma forma mais intensa que qualquer um dos coeficientes antes abordado, pelo que classificaremos este fator com um Coeficiente de Ponderação de 8 unidades.

Quadro 6 - Graus de Severidade do Fator “Materiais, Produtos e Equipamentos”

MATERIAIS, PRODUTOS e EQUIPAMENTOS		Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 8)		
Risco de incêndio elevado	Materiais líquidos com ponto de inflamação, $PI < 38^{\circ}\text{C}$ e materiais sólidos com ponto de inflamação $PI < 100^{\circ}\text{C}$. Produtos susceptíveis de formar misturas explosivas com o ar ou de entrar em combustão espontânea. Coeficiente adimensional de ativação, $R_{ai} = 3,0$.	10
Risco de incêndio moderado	Materiais líquidos com ponto de inflamação (PI) compreendido entre: $38^{\circ}\text{C} \leq PI \leq 100^{\circ}\text{C}$. Sólidos com ponto de inflamação compreendido entre: $100^{\circ}\text{C} \leq PI \leq 200^{\circ}\text{C}$. Sólidos susceptíveis de emitirem vapores inflamáveis. Coeficiente adimensional de ativação, $R_{ai} = 1,5$.	5
Risco de incêndio reduzido	Materiais líquidos com ponto de inflamação $PI > 100^{\circ}\text{C}$ e materiais sólidos com ponto de inflamação $PI > 200^{\circ}\text{C}$. Coeficiente adimensional de ativação, $R_{ai} = 1,0$.	1

5) **INSTALAÇÕES TÉCNICAS** – O risco de incêndio de um edifício é fortemente condicionado pelas instalações técnicas nele existentes. A variabilidade de produtos e equipamentos presentes, a falta de cuidado no seu manuseamento e/ou a falta de manutenção das condições de segurança, obrigam a cuidados especiais sobre este tipo de instalações, quando presentes num edifício. As instalações técnicas podem ser a fonte de ignição de incêndios, quer de origem térmica, de origem elétrica, de origem mecânica ou mesmo de origem química.

Sempre que as instalações técnicas sejam produtoras de calor, o aumento de temperatura que podem provocar nos materiais e produtos envolventes pode ser suficiente para que se inicie um incêndio. Por outro lado, a produção de um arco elétrico quando da manobra de um equipamento, o sobreaquecimento devido a um contacto elétrico imperfeito, uma sobrecarga, um curto-circuito ou mesmo alguma deficiência ou mau uso dos equipamentos elétricos é razão suficiente para originar a ignição de um incêndio de origem elétrica.

Duas outras possíveis fontes de origem de incêndios são o sobreaquecimento devido a fricção mecânica e as chispas provocadas pelas ferramentas, os equipamentos em movimento ou o calçado. Importa não descurar estas hipóteses quando analisamos as possibilidades de causa de ignição de um incêndio numa instalação técnica. De igual forma e dada a sua especificidade, é possível que junto a algumas destas instalações possam existir condições para que uma reação química exotérmica, especialmente em locais mal ventilados, provoque a inflamação de gases combustíveis que eventualmente existam num determinado ambiente.

As estatísticas atualmente disponíveis sobre as causas de incêndios em Portugal, são muito escassas e essencialmente resultado de estudos individuais no âmbito de Teses de Mestrado, como foi o caso da “Análise estatística dos incêndios em edifícios no Porto, 1996-2006” (Primo, 2008), onde se conclui que 8,94% dos incêndios foram causados pelas instalações técnicas. Este valor, ainda que longe das principais causas de incêndios em edifícios, é já significativo, razão pela qual se considera que este fator contribui para o cálculo do Grau de Risco de determinado edifício em estudo, com um Coeficiente de Ponderação de 7 valores, conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Graus de Severidade do Fator Instalações Técnicas

INSTALAÇÕES TÉCNICAS Coeficiente de Ponderação (CP = 7)		Grau de Severidade (GS)
De elevado risco de incêndio	Instalações que utilizam energia eléctrica, na presença de materiais líquidos com ponto de inflamação, $PI < 38^{\circ}C$ ou materiais sólidos com ponto de inflamação $PI < 100^{\circ}C$. Instalações mecânicas com eventual probabilidade de produção de chispas, na presença dos materiais referidos ou sujeitas a sobreaquecimento. Instalações que utilizam, produzem ou transformam produtos químicos inflamáveis. Instalações que utilizam chama viva.	10
Com risco moderado	Instalações que utilizam energia eléctrica, na presença de materiais líquidos com ponto de inflamação, $PI \geq 38^{\circ}C$ ou materiais sólidos com ponto de inflamação $PI \geq 100^{\circ}C$. Instalações mecânicas com eventual probabilidade de produção de chispas, sem se prever a presença dos materiais antes referidos. Possibilidade de sobreaquecimento da instalação ou parte dela, sem se prever a presença de gases inflamáveis.	5
Com reduzido risco de incêndio	Instalações em que a probabilidade de ocorrerem curto-circuitos, arcos voltaicos ou outras possíveis fontes eléctricas de ignição, são reduzidas. Não se prevê a possibilidade de, por movimento mecânico se produzirem fontes de ignição. Não existem produtos químicos nas imediações das instalações técnicas. A acontecerem sobreaquecimentos, não é previsível que afecte os materiais envolventes ou provoque qualquer fonte de ignição.	1

6) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – A energia elétrica ou mais propriamente a sua utilização em deficientes condições de segurança (deficiente isolamento ou ausência de manutenção dos equipamentos, por exemplo) é uma das causas de maior número de incêndios urbanos. A existência de uma potência contratada inferior à potência consumida dá vulgarmente origem à degradação do isolamento dos condutores elétricos, degradação essa tanto mais intensa quanto maior for a intensidade de corrente que o atravessa, facto que pode originar um curto-circuito (por uma questão de simplicidade, considerámos, seguindo a metodologia de outros autores, a potência em vez da intensidade de corrente. A degradação do isolamento é normalmente resultado do sobreaquecimento dos materiais isolantes ou de revestimento, para valores que ultrapassam o seu ponto de fusão, originando curto circuitos ou fontes de ignição.

A má utilização dos equipamentos ou a sua utilização em condições não adequadas pode ainda ser causa da projeção de chispas ou faíscas, suficientes para a inflamação de qualquer material combustível presente nas imediações.

Na Tese de Mestrado “Análise estatística dos incêndios em edifícios no Porto, 1996-2006” (Primo, 2008), conclui-se que, para o universo estudado e que se considera como referência, as instalações elétricas foram responsáveis por 18,73% das ocorrências de incêndio em edifícios verificados no Porto, no período já referido de 1996 a 2006. Se a esta percentagem for somada parte dos 8,94% de casos em que as causas são indicadas como acidentais, correspondendo a incêndios com origem em avarias ou mau funcionamento de equipamentos elétricos, entre outras instalações técnicas, facilmente se deduzirá que a origem elétrica ronda as 20% das causas de incêndios. Ainda que sejam necessários mais

estudos, abrangendo outras regiões do país, é de crer que o valor desta percentagem é extrapolável para a generalidade dos registos de incêndio ocorridos no país.

Sendo causadoras de tão elevado número de incêndios, as instalações elétricas são tratadas de forma independente das restantes instalações técnicas, sendo atribuído a este fator um valor de Coeficiente de Ponderação de 9 unidades (Quadro 8).

Quadro 8 - Graus de Severidade do Fator Instalações Elétricas

INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS Coeficiente de Ponderação (CP = 9)		Grau de Severidade (GS)
De elevado risco de incêndio	Dispondo de, pelo menos, uma das seguintes condições: Equipamentos, produtos ou instalações elétricas, com graves problemas de isolamento. Potência consumida superior à potência contratada. Falta de cumprimento das regras de segurança definidas nos regulamentos técnicos aplicáveis.	10
Com risco moderado	Instalações elétricas que, ainda que parcialmente remodeladas, com protecção dos diversos circuitos a ser assegurada por disjuntores diferenciais adequados às potências instaladas e com a respetiva terra de protecção, apresentam ainda vários circuitos originais, com deficientes condições de segurança e sem respeitarem a legislação de segurança em vigor. ¹	5
Reduzido risco de incêndio	Instalações elétricas em condições de segurança, com respeito pela legislação de segurança em vigor e utilizadas segundo as boas práticas de serviço, sem sobrecargas e cujas condições de funcionamento não apresentam risco imediato.	1

¹ Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de Dezembro - Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica e Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas de Edifícios e Entradas

7) CARACTERÍSTICAS DOS OCUPANTES – Quaisquer que sejam as condições físicas e de funcionamento das instalações, equipamentos ou os materiais presentes num determinada local de um edifício, a probabilidade de eclosão de um incêndio é, antes de mais, condicionada pela atitude humana. Esta atitude é dependente de inúmeros fatores, dos quais se destacam o bem-estar físico, psíquico e emocional, a idade, a formação e a cultura de segurança dos ocupantes.

Motivo de grande preocupação é a ocorrência de um princípio de incêndio num edifício ocupado por idosos, deficientes ou doentes, quer do foro físico, quer psíquico. Sem autonomia para uma evacuação rápida, estes ocupantes necessitam de apoio imediato para que possam ser evacuados atempadamente dum edifício em que tenha deflagrado um incêndio. As diferentes limitações apresentadas por estes ocupantes podem dar origem a variadíssimos comportamentos perante um alarme de incêndio, que frequentemente dão origem a situações de pânico, que com extrema facilidade conduzem à morte provocada pelos produtos de combustão, libertados durante um incêndio.

De igual forma, os jardins de infância e as creches obrigam a cuidados especiais, uma vez que as crianças, ainda que já tenham capacidade de deslocação, necessitam de alguém que os encaminhe, tranquilize e oriente em situação de incêndio. Tratando-se de uma creche, a situação torna-se bem mais grave, uma vez que, sem autonomia para a evacuação, estas crianças necessitam de funcionários ou elementos da equipa de socorro em número ajustado ao seu transporte para o exterior ou para um local de refúgio. Este aspeto deve ser criteriosamente tratado quando da organização de segurança do edifício ou estabelecimento e pondo em causa a sobrevivência de pessoas, assume o mais alto valor da defesa da vida humana.

Uma atenção especial recai sobre os ocupantes e um necessário cuidado é dedicado à sua evacuação por parte das equipas de segurança das ins-

talações, caso existam, ou das equipas de primeira intervenção, desviando a atenção do combate ao incêndio. Este facto pode originar um maior desenvolvimento do foco inicial, agravando o incêndio e originando uma severidade significativamente superior dos danos causados.

Na análise do fator “Características dos Ocupantes” foram definidos escalões que são separados entre si, consoante as características dos ocupantes:

Têm capacidade para ouvir e entender o alarme de incêndio e agem autonomamente e em conformidade;

Apresentam alguma dificuldade em se aperceberem da situação, mas reagem muito bem aos estímulos que lhes são dados e procedem eficazmente se acompanhados e orientados;

Estão incapacitados, pela idade, por razões psíquicas, físicas ou emocionais, de reagirem a um alarme de incêndio, havendo a necessidade de os evacuar até ao ponto de encontro ou uma zona de refúgio segura.

Saliente-se que, apesar das diferentes condições de comportamento apresentadas pelos ocupantes de cada um dos escalões definidos, as consequências de um incêndio, no que à segurança dos ocupantes diz respeito, é muito condicionada pela tipologia do edifício, em especial pela sua volumetria, número de andares e características das vias de evacuação. Por essa razão, os escalões foram subdivididos, com base nessas características, conforme indicado no Quadro 9.

A importância do comportamento humano no grau de risco dos incêndios em edifícios conduziu a que fosse considerado que este fator afetava o Risco de Incêndio com um Coeficiente de Ponderação de 8 unidades.

Quadro 9 - Graus de Severidade do Fator Características dos Ocupantes

CARACTERÍSTICAS DOS OCUPANTES			Grau de Severidade (GS)
Coefficiente de Ponderação (CP = 8)			
Tipos de ocupantes		Tipologia do edifício	
Com fortes limitações pela idade, físicas e/ou psíquicas	Ocupantes sem capacidade de se aperceberem dum alarme de emergência ou de reagir a ele. Impossível reagirem autónomamente.	Edifício com mais de 9 m de altura	10
		Edifício até 9 m de altura	9
		Edifício até 2 pisos ou com distâncias máximas a percorrer menores que 30 m	8
		Edifício de 1 só piso. Distância máxima a percorrer até um vão de saída < 15 m.	7
Com limitações parciais	Alguns dificuldade de mobilidade e/ou de percepção, mas reagem se acompanhados e/ou orientados.	Edifício com mais de 9 m de altura	6
		Edifício até 9 m de altura	5
		Edifício de 1 só piso. Distância máxima a percorrer até um vão de saída < 15 m.	4
Sem limitações	Os ocupantes reagem autónomamente, procurando concretizar a evacuação do edifício com a maior rapidez.	Edifício com mais de 9 m de altura	3
		Edifício até 9 m de altura	2
		Edifício de 1 só piso. Distância máxima a percorrer até um vão de saída < 15 m.	1

Ainda que o Grau de Severidade esteja a ser considerado em função do tipo de ocupantes do edifício, importa associar esse fator à própria tipologia do edifício, que interfere com a capacidade de determinado ocupante poder ou não intervir positiva ou negativamente na tarefa de evacuação. Por essa razão o Grau de Severidade surge na tabela 6.7 condicionado, para além das características dos ocupantes propriamente dito, à tipologia do edifício.

8) RAPIDEZ DE INTERVENÇÃO DOS BOMBEIROS – a realidade dos Corpos de Bombeiros

Portugueses é atualmente muito diferente da existente há alguns anos atrás. Na última década e em especial, nos últimos 2 anos, foi feita uma forte aposta na formação e profissionalização das equipas de primeira intervenção e foram criados novos tipos de Corpos de Bombeiros (CB).

Existem hoje, em Portugal, Corpos de Bombeiros constituídos na sua totalidade por profissionais (Corpos de Bombeiros Sapadores e Corpos de Bombeiros Municipais), por uma parte do seu quadro de pessoal profissional e parte voluntária (Corpos de Bombeiros Mistos) e por voluntários, com unidades profissionais mínimas, que asseguram a primeira intervenção (Corpos de Bombeiros Voluntários). Conseguiu-se assim, criar as condições legais necessárias para que em qualquer ponto do país, mesmo os Corpos de Bombeiros Voluntários consigam dispor de um grupo mínimo indispensável a uma saída imediata do seu Quartel. Em muitos destes CB Voluntários estão constituídas as Equipas de Intervenção Permanente (EIP), fruto de protocolos celebrados entre as Câmaras Municipais, a Autoridade Nacional de Protecção Civil e a Associação Humanitária que tutela o Corpo de Bombeiros, de forma a estar disponível, no período laboral em que os voluntários têm dificuldade em comparecer no Quartel para qualquer intervenção, uma equipa de primeira intervenção, constituída, no mínimo, por 5 elementos.

Com vista a ser analisada a influência que a demora na chegada das equipas de intervenção exterior (Bombeiros) poderá ter no desenvolvimento do incêndio, isto é na severidade com que vai afetar o edifício, os seus bens e os seus ocupantes, foi tido em conta, não o tipo de Corpo de Bombeiros, como outros sistemas de análise consideram, mas sim o tempo de res-

posta desde a receção do alerta até à chegada ao teatro de operações. Este tempo deverá incluir o tempo de recção do Corpo de Bombeiros, dependente do facto de dispor de elementos profissionais (EIP) ou não e ainda o tempo de trajeto. É indispensável que estes tempos sejam estudados conjuntamente com os responsáveis pelo Corpo de Bombeiros, que definirá qual o trajeto mais adequado para o tipo de viaturas e as características do local, fazendo depois uma estimativa ou mesmo o ensaio, do tempo de percurso.

O contacto com os responsáveis pelo Corpo de Bombeiros locais tem uma importância significativa, não só na definição dos tempos de resposta, mas essencialmente para que o Corpo de Bombeiros conheça em pormenor o edifício em análise, as condições de risco que apresenta, conheça a organização de segurança existente no edifício e colabore na elaboração do Plano de Emergência. Só desta forma será possível minimizar o risco de incêndio apresentado pelo edifício.

Quando analisado conjuntamente com os fatores já descritos, considera-se que a rapidez de intervenção do Corpo de Bombeiros, responsável pela área de atuação onde se situa o edifício em estudo, intervém na ponderação do grau de risco de incêndio com um coeficiente de 6 unidades, conforme indicado no Quadro 10.

Quadro 10 - Graus de Severidade do Fator “Rapidez de intervenção”

RAPIDEZ DE INTERVENÇÃO DOS BOMBEIROS		Grau de Severidade (GS)
Coefficiente de Ponderação (CP = 6)		
Sem capacidade de 1ª Intervenção	Tempo mínimo (T_m) entre a recepção do alerta e a chegada ao Teatro de Operações (TO): $T_m \geq 30 \text{ min}$	10
1ª intervenção com dificuldade de ser eficiente	Tempo mínimo (T_m) entre a recepção do alerta e a chegada ao Teatro de Operações (TO): $10 \text{ min} < T_m \leq 30 \text{ min}$	7
1ª intervenção com possibilidades de ser eficiente	Tempo mínimo (T_m) entre a recepção do alerta e a chegada ao Teatro de Operações (TO): $5 \text{ min} < T_m \leq 10 \text{ min}$	3
1ª intervenção com elevada probabilidade de ser eficiente	Tempo mínimo (T_m) entre a recepção do alerta e a chegada ao Teatro de Operações (TO): $T_m \leq 5 \text{ min}$	1

9) **CONTROLO DE FUMO** – Os produtos da combustão são os responsáveis pela maior parte dos acidentes mortais ocorridos em situação de incêndio. Com vista a reduzir a contaminação por fumos ou gases tóxicos, reduzir a temperatura dos espaços, e manter a visibilidade, em especial das vias de evacuação, a atual legislação de segurança contra incêndios em edifícios obriga a que sejam dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos. Não se aplicando estas exigências aos edifícios licenciados antes da aplicabilidade da Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro, são inúmeros os edifícios que não dispõem de qualquer meio de controlo de fumo.

Ponderando as diferentes situações atualmente encontradas nos edifícios, foi distinguida a situação de inexistência de qualquer sistema de controlo de fumo, independentemente de não ser obrigatório na altura do seu licenciamento, da situação em que o edifício dispõe de alguns meios de controlo, mas sem garantias de eficácia do sistema ou meios implementados e, por fim, os edifícios que dispõem de um sistema de controlo devidamente projetado e instalado.

Independentemente dos diversos métodos de controlo de fumo e das exigências técnicas necessárias para um processo eficaz e dada a necessidade de criar critérios de análise expeditos e de fácil utilização pela maioria dos técnicos projetistas, inspetores ou utilizadores, deve-se resumir a análise deste fator da Matriz de Avaliação de Risco em estudo a 3 níveis de classificação:

- 1) Instalação de controlo de fumo não disponível;

-
- 2) Instalação de controlo de fumo sem garantia de cumprimento das regras regulamentares e, conseqüentemente, sem garantias de eficácia;
 - 3) Instalação de controlo de fumo satisfazendo as medidas regulamentares;

Ainda que este fator possa intervir no agravamento das condições de desenvolvimento do incêndio, na dificuldade de evacuação e de combate, as condições apresentadas para acumulação de fumos e gases quentes podem variar em virtude das características de utilização em cada momento, razão pela qual se valoriza este fator com 5 unidades (Quadro 11).

Quadro 11 - Graus de Severidade do Fator “Controlo de fumo”

CONTROLO DE FUMO			Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação	(CP = 5)		
Edifícios de um só piso, ainda que altamente vulnerável ao fogo	Ausência de controlo de fumo	Instalação de controlo de fumo não disponível	4
	Controlo de fumo não assegurado	Equipamentos ou meios de controlo de fumo presentes sem integração num sistema devidamente projetado e adequado ao controlo de fumo do edifício em análise	2
	Controlo de fumo concretizável	Instalação de controlo de fumo devidamente projetada e instalada, satisfazendo as medidas regulamentares	1
Edifícios com mais de um piso e $h \leq 9m$	Ausência de controlo de fumo	Instalação de controlo de fumo não disponível	7
	Controlo de fumo não assegurado	Equipamentos ou meios de controlo de fumo presentes sem integração num sistema devidamente projetado e adequado ao controlo de fumo do edifício em análise	4
	Controlo de fumo concretizável	Instalação de controlo de fumo devidamente projetada e instalada, satisfazendo as medidas regulamentares	2
Edifícios com $9 m < h \leq 28m$	Ausência de controlo de fumo	Instalação de controlo de fumo não disponível	9
	Controlo de fumo não assegurado	Equipamentos ou meios de controlo de fumo presentes sem integração num sistema devidamente projetado e adequado ao controlo de fumo do edifício em análise	7

Quadro 11 (Continuação)- Graus de Severidade do Fator “Controlo de fumo”

CONTROLO DE FUMO (Continuação)			Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 5)			
	Controlo de fumo concretizável	Instalação de controlo de fumo devidamente projetada e instalada, satisfazendo as medidas regulamentares	4
Edifícios com h > 28 m	Ausência de controlo de fumo	Instalação de controlo de fumo não disponível	10
	Controlo de fumo não assegurado	Equipamentos ou meios de controlo de fumo presentes sem integração num sistema devidamente projetado e adequado ao controlo de fumo do edifício em análise	8
	Controlo de fumo concretizável	Instalação de controlo de fumo devidamente projetada e instalada, satisfazendo as medidas regulamentares	5

10) **ORGANIZAÇÃO DE SEGURANÇA** – A legislação de segurança contra incêndios em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei nº 224/2015, de 9 de outubro e a Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro, impõe que no decurso da sua exploração, os edifícios, os estabelecimentos e os recintos devem ser dotados de medidas de organização e gestão da segurança, designadas por medidas de autoproteção. Estas medidas devem ser adaptadas às condições reais de exploração de cada utilização-tipo presente no edifício e proporcionadas à sua categoria de risco.

As medidas de autoproteção que devem estar implementadas e que em muito contribuem para minorar o risco de incêndio, podem ser:

1 – **Medidas de prevenção**, contemplando atitudes e procedimentos destinados a limitar os riscos de eclosão de incêndios e garantir as condições de segurança; tomam a forma de procedimentos de prevenção ou planos de prevenção, conforme a categoria de risco.

2 - **Medidas de intervenção** em caso de emergência, contemplando os procedimentos e ações a desenvolver pelos ocupantes, até à chegada das forças de socorro exterior / equipas de 2º intervenção. Estas medidas tomam a forma de procedimentos de emergência ou de Planos de Emergência Internos.

3 – **Registos de segurança**, onde devem constar os relatórios de vistoria ou inspeção e relação de todas as ações de manutenção e ocorrências direta ou indiretamente relacionadas com a segurança contra incêndios em edifícios (SCIE).

4 – **Instruções de segurança**, que devem conter os procedimentos adequados ao local de risco em questão, nomeadamente os procedimentos de alarme a cumprir em caso de deteção ou perceção de um incêndio, os procedimentos de alerta e as téc-

nicas de utilização dos meios de 1ª intervenção e de outros meios de atuação em caso de incêndio que sirvam os espaços da utilização-tipo.

5 – **Formação em SCIE**, sob a forma de ações genéricas destinadas a todos os funcionários e colaboradores da entidade exploradora, ou de formação específica, destinada aos delegados de segurança (DS) ou outros elementos que lidam com situações de maior risco de incêndio.

6 – **Exercícios de simulação**, para teste do Plano de Emergência interno, caso exista, e treino dos ocupantes, com vista à criação de rotinas de comportamento e aperfeiçoamento de procedimentos. Estes exercícios devem ser realizados com a periodicidade máxima já indicada no Quadro 12, aqui reproduzido.

Quadro 12 - Períodos máximos entre simulacros, segundo o RTSCIE

Utilizações-tipo	Categoria de risco	Períodos máximos entre simulacros
I	4ª	2 anos
II	3ª e 4ª	2 anos
VI e IX	2ª e 3ª	2 anos
VI e IX	4ª	1 ano
III, VIII, X, XI e XII	2ª e 3ª	2 anos
III, VIII, X, XI e XII	4ª	1 ano
IV, V e VII	2ª com locais de risco D ou E, 3ª e 4ª	1 ano

As medidas de autoproteção são a principal medida para a redução do risco de incêndio na maior parte dos edifícios existentes. Conseguindo-se implementar medidas que permitam melhorar a prevenção dos incêndios, a eficácia da 1ª intervenção e a salvaguarda da vida dos ocupantes do edifício, não se estranha que este seja o fator com maior peso do Coeficiente de Ponderação, que atinge o valor de 10 unidades, conforme se observa no Quadro 13.

Quadro 13 - Graus de Severidade do Fator “Organização de Segurança”

ORGANIZAÇÃO DE SEGURANÇA		Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 10)		
Com grandes limitações	Nenhuma medida de autoproteção implementada	10
	Apenas existem instruções de segurança colocadas em diversos locais	9
	Implementadas apenas 2 das 6 medidas de autoproteção, não se considerando como as fundamentais	8
	Implementadas as 2 medidas autoproteção que se considera serem as fundamentais	7
Implementadas com limitações significativas	Implementadas 3 das 6 medidas de autoproteção, não se considerando como as fundamentais	6
	Implementadas as 3 medidas de autoproteção que se considera serem as fundamentais	5
Implementadas satisfatoriamente	Implementadas 4 das 6 medidas de autoproteção, não se considerando como as fundamentais	4
	Implementadas as 4 medidas de autoproteção que se considera serem as fundamentais	3
	Implementadas 5 das medidas de autoproteção	2
	Medidas de autoproteção (1 a 6) implementadas na sua totalidade	1

11) PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA – Um Plano Municipal de Emergência é um documento onde se definem as orientações relativamente ao modo de atuação dos vários organismos, serviços e estruturas que a nível municipal podem vir a ser empenhados em operações de socorro e apoio numa situação de acidente grave ou catástrofe. A intervenção fica assim previamente estruturada e articulada entre todos os intervenientes.

Importa salientar que a definição de Acidente Grave expressa na Lei de Bases de Protecção Civil é a de “um acidente inusitado, com efeitos relativamente limitados no tempo e no espaço, suscetíveis de atingir as pessoas e outros seres vivos, os bens ou o ambiente”. Por sua vez, Catástrofe é “o acidente grave ou a série de acidentes graves, suscetíveis de provocarem elevados prejuízos materiais e, eventualmente vítimas, afetando intensamente as condições de vida e o tecido socioeconómico em áreas ou na totalidade do território nacional”. Fica assim, perfeitamente claro que um incêndio urbano se pode enquadrar perfeitamente nestes conceitos, devendo o Plano Municipal de Emergência definir as medidas organizativas e de intervenção que permitam minimizar as consequências de um incêndio, originando que seja conseguida uma maior eficácia no seu combate.

Um Plano Municipal de Emergência estabelece:

- 1) A tipificação dos riscos existentes no município;
- 2) As medidas de prevenção a serem adotadas;
- 3) A identificação dos meios e recursos mobilizáveis;
- 4) A definição das responsabilidades que incumbem aos organismos, serviços e estruturas, públicas ou privadas, com competências no domínio da protecção civil;
- 5) Os critérios de mobilização e os mecanismos de coordenação dos meios e recursos, públicos ou privados, utilizáveis;

6) A estrutura operacional que há-de garantir a unidade de direção e o controlo permanente da situação.

Devem ser estes os fatores, componentes imprescindíveis de um Plano de Emergência, que intervêm na definição dos critérios que conduzirão à classificação do Grau de Severidade.

Saliente-se que a existência de um Plano de Emergência é significativa para que sejam implementadas medidas de prevenção que impeçam ou dificultem a ocorrência de um incêndio num edifício e para que a resposta na intervenção seja a adequada e devidamente dirigida e coordenada. Declarado que esteja o princípio de incêndio, já este fator não interfere na rapidez ou intensidade do seu desenvolvimento, razão pela qual a valoração que lhe foi atribuída e expressa no Quadro 14, foi de 6 unidades.

Quadro 14 - Grau de Severidade do Fator “Plano Municipal de Emergência”

PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA		Grau de Severidade (GS)
Coeficiente de Ponderação (CP = 6)		
Não contempla	O Plano de Emergência não tipifica o Risco de Incêndio Urbano como um dos riscos do Município	10
Breve referência	Tipificando o risco de incêndio, nenhum dos outros fatores (1 a 6) é tratado de forma explícita para esse risco	8
	Alguns dos fatores são abordados especificamente para o risco de incêndio urbano, deixando aspetos importantes por tratar (nos quais se podem incluir, por exemplo, as medidas de prevenção a serem adotadas)	6
Tratado com algum cuidado	O Risco de Incêndio Urbano é devidamente tratado, embora sem se conseguir uma abordagem completa dos 6 pontos em referência	3
Tratado de forma integral	A totalidade dos 6 pontos referidos é tratada com a metodologia adequada para minimizar as consequências de um incêndio urbano	1

Analisados os critérios que permitiram classificar os diversos fatores que intervêm no cálculo do Grau de Severidade, é possível construir a Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios, uma vez que, como foi já referido, para cada tipologia de edifício em análise, devidamente ponderada, a soma dos diversos Graus de Severidade, multiplicados pelos Coeficientes de Ponderação, define uma amplitude de risco, enquadrável num dos intervalos que definem um Grau de Risco de incêndio a que o edifício, ponderada a sua tipicidade, pode estar sujeito, conforme indicado no Quadro 15.

A Matriz de Avaliação de Risco apresentada no Anexo 1 permite que, para cada edifício que se pretende analisar e que se inclui numa das tipologias constantes da margem esquerda do Quadro, se avalie o respetivo grau de risco.

Quadro 15 - Graus de Risco de Incêndio

Coeficiente de Equilíbrio	Amplitude	Intervalos	Grau de Risco
0,50	[38 ; 375]	[38 ; 105]	Muito baixo
		[106 ; 173]	Baixo
		[174 ; 240]	Médio
		[241 ; 308]	Alto
		[309 ; 375]	Muito alto
0,80	[60 ; 600]	[60 ; 168]	Muito baixo
		[169 ; 276]	Baixo
		[277 ; 384]	Médio
		[385 ; 492]	Alto
		[493 ; 600]	Muito alto
1,00	[75 ; 750]	[75 ; 210]	Muito baixo
		[211 ; 345]	Baixo
		[346 ; 480]	Médio
		[481 ; 615]	Alto
		[616 ; 750]	Muito alto
1,15	[86 ; 863]	[86 ; 241]	Muito baixo
		[242 ; 397]	Baixo
		[398 ; 552]	Médio
		[553 ; 708]	Alto
		[709 ; 863]	Muito alto
1,20	[90 ; 900]	[90 ; 252]	Muito baixo
		[253 ; 414]	Baixo

		[415 ; 576]	Médio
		[577 ; 738]	Alto
		[739 ; 900]	Muito alto
		[113 ; 315]	Muito baixo
		[316 ; 518]	Baixo
1,50	[113 ; 1125]	[519 ; 720]	Médio
		[721 ; 923]	Alto
		[924 ; 1125]	Muito alto
		[120 ; 336]	Muito baixo
		[337 ; 552]	Baixo
1,60	[120 ; 1200]	[553 ; 768]	Médio
		[769 ; 984]	Alto
		[985 ; 1200]	Muito alto

Introduzindo-se nas células da folha Exel correspondentes a cada um dos fatores, o valor atribuído pela análise das características existentes, a folha de cálculo indica o peso percentual que esse fator tem sobre o resultado final. De forma a se obterem resultados comparáveis quando analisadas diferentes tipologias de arquitetura, houve necessidade de criar, como antes se referiu, um coeficiente de homogeneização que se designou por coeficiente de equilíbrio, que se estabeleceu para cada uma das tipologias do edifício e que, aplicado sobre o valor calculado, de imediato permite apresentar o resultado final que se pretende obter como Grau de Risco.

Consoante a segurança que se pretende atingir, assim se aceitará um determinado nível de risco, ainda que, genericamente, se refira que para um Grau de Risco Alto ou Muito Alto, deverão ser tomadas medidas corretivas. Estas medidas permitirão reduzir o peso dos fatores mais penalizantes, facilmente identificáveis, salientando-se a importância de se imple-

mentar uma organização e gestão da segurança que permitam a introdução ou melhoria das medidas de autoproteção, que reduzam significativamente o Grau de Risco de Incêndio.

Importa referir que a indicação do peso percentual com que cada fator afeta o resultado final, como pode ser verificado nos exemplo de matriz que se apresenta em Anexo A, permite selecionar com maior eficácia, o fator que, ao ser corrigido de acordo com a alteração das condições existentes, mais rapidamente altera o valor final do Grau de Risco apresentado.

Esta matriz facilita a análise comparativa entre as características apresentadas por edifícios com diferentes tipologias, permitindo o alargamento da área de estudo e possibilitando a criação de verdadeiras Cartas de Risco. Poder-se-á, no futuro, testar o fator de ponderação através do estudo analítico dos dados estatísticos recolhidos pela ANEPC.

A criação desta Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios permite aos técnicos dos Serviços de Protecção Civil e dos Corpos de Bombeiros avaliarem, de uma forma simples e eficaz, o risco de incêndio estrutural na sua área de atuação e criarem uma carta de risco necessária ao Planeamento de Emergência no seu Município.

7. Conclusões

Os incêndios urbanos são causa de elevado número de mortos e feridos ocorridos anualmente em Portugal. Apesar disso, os portugueses continuam a não dar a devida importância a este trágico fenómeno, estando a sua sensibilidade muito mais focada nas imagens do belo horrível que representam os incêndios florestais. Eles dominam as primeiras páginas dos espaços noticiosos durante os meses quentes do ano e o país fica compreensivelmente aterrado quando é confrontado com os 105 mortos ocorridos em incêndios florestais, por exemplo, no terrível ano de 2017, quando fenómenos atmosféricos altamente nefastos se conjugaram com o flagelo dos incêndios florestais, numa altura em que a vegetação se encontrava em estado de secura extremo.

Ainda que a sensibilidade do comum cidadão seja condicionada pelo tratamento mediático que é dado aos acontecimentos, tal não é suficiente para permitir interpretar a apatia com que o cidadão vulgar permanece impassível perante número médio anual de 4 dezenas de mortes, em incêndios urbanos, ao longo da última década. As razões destes diferentes comportamentos poderão ser objeto de uma curiosa análise dos especialistas do comportamento, não sendo o objetivo deste estudo. Para quem se preocupa por esta temática e, em especial, os que se confrontam com a necessidade de criar condições para que os seus municípios não colaborem no aumento da trágica estatística nacional, encontrará neste trabalho uma contribuição para a diminuição desse número, para além da necessidade de se reduzirem os prejuízos financeiros inerentes à perda de bens e aos danos ambientais e patrimoniais, resultantes da maior parte dos incêndios estruturais.

Existindo atualmente em Portugal um Sistema Nacional de Protecção Civil devidamente estruturado e apoiado nos Agentes de Protecção Civil, importa que seja analisada a organização e o planeamento das ações de resposta às emergências.

O Sistema, do tipo piramidal, com o vértice no 1º Ministro (com delegação de competências no Ministro da Administração Interna), passando pelos Presidentes das Comunidades Intermunicipais e acabando nos Presidentes das Câmaras, no que às autoridades políticas de Protecção Civil diz respeito, apoia-se na ANEPC e suas delegações distritais – os Comandos

Distritais de Operações de Socorro e nos Serviços Municipais de Protecção Civil, que só conseguem desempenhar cabalmente a sua missão se dispuserem de Planos de Emergência de âmbito nacional, distrital e municipal, devidamente ajustados aos riscos presentes em cada um dos Municípios abrangidos.

Independentemente dos planos de carácter especial, dedicados a um risco específico com fortes probabilidades de ocorrência no tempo ou espaço conhecidos, é nos Planos gerais que se encontra a tipificação dos riscos a enfrentar, as medidas de prevenção que importa implementar, a identificação dos meios e recursos mobilizáveis, a definição das responsabilidades que incumbem aos organismos, serviços e estruturas, públicas ou privadas, com competências no domínio da protecção civil, os critérios de mobilização e mecanismos de coordenação dos meios e recursos, públicos ou privados, utilizáveis e a estrutura operacional que há-de garantir a unidade de direcção e o controlo permanente da situação.

Podendo um incêndio estrutural ser causador de um elevadíssimo número de mortos, de feridos e de graves prejuízos materiais, patrimoniais e ambientais como já referido, não restam dúvidas de que se trata de um dos riscos para os quais temos que estar preparados e em condições de reagirmos com eficácia, razão pela qual é fundamental que o risco de incêndio deste tipo seja abrangido pelos Planos Municipais de Emergência.

Reconhece-se que a diversidade de situações existentes que podem dar origem a um incêndio num edifício, obrigará a uma análise de risco que permita avaliar a probabilidade da sua ocorrência e a eventual severidade com que pode atingir o edifício em causa. Ainda que as ciências cindínicas sejam hoje bem mais conhecidas, são um sector do conhecimento muito recente, o qual nem sempre os técnicos das Câmaras Municipais, dos Serviços Municipais de Protecção Civil ou mesmo dos Corpos de Bombeiros dominam com suficiente à vontade. Tal facto dificulta o trabalho de levantamento ou análise de risco de incêndio estrutural, que se torna indispensável à tomada de medidas preventivas ou ao planeamento do combate de forma a ser conseguida a não deflagração ou a supressão dos incêndios em edifícios na sua fase inicial, quando ainda se apresentam com reduzido desenvolvimento.

Ainda que sejam já do conhecimento de um elevado número de técnicos, os métodos de análise de risco até aqui desenvolvido não estão suficientemente disseminados de forma a

permitirem um levantamento adequado dos riscos existentes na totalidade dos edifícios que interessa analisar em determinadas zonas mais sensíveis das localidades em estudo. Só com esse levantamento se conseguirá tomar as medidas de prevenção adequadas ou preparar a intervenção com a maior eficácia possível. Para uma análise expedita mas suficientemente segura do risco de incêndio que os edifícios de determinado município apresentam, entendeu-se desenvolver um método que, utilizando os princípios recolhidos na matriz de risco desenvolvida pela Federal Emergency Management Agency (FEMA) dos Estados Unidos da América, ajustada e melhorada pela Oregon Emergency Management (OEM), conjugados com a simplicidade do Método FRIM, permitiu desenvolver a Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios – MARINE, apresentada no Anexo 1. Com esta Matriz obtemos uma análise rápida, suficientemente eficaz e segura do risco de incêndio que um edifício ou um conjunto de edifícios apresentam, o que permitirá a tomada de medidas preventivas necessárias à diminuição da probabilidade de ocorrência de um qualquer cenário de incêndio ou uma diminuição na gravidade com que tal fenómeno pode atingir a área em estudo.

Para o desenvolvimento deste método, usámos uma metodologia semelhante à do Método de FRIM, em que a análise efetuada conduz, à determinação de um determinado Grau de Risco. De forma a homogeneizarmos os critérios utilizados e podermos efetuar uma análise comparativa entre Graus de Risco de edifícios com tipologias diferentes, foi criado um fator de equilíbrio que origina que os limites do intervalo de valores que podem ser obtidos para cada tipologia de edifício, através da MARINE, são diferentes em cada tipologia. Assim, torna-se necessário verificar os diferentes extremos do escalão em análise e dividir esse intervalo por cada uma das classes que permitem determinar se um edifício apresenta um Grau de Risco Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.

Conforme descrito no corpo deste documento, o Grau de Risco é obtido pelo somatório dos produtos dos Graus de Severidade atribuídos a cada um dos 11 fatores em análise, pelo coeficiente de ponderação que afeta cada um desses fatores, somatório esse devidamente afetado por um fator de homogeneização das diferentes tipologias de construção.

Os 11 fatores que se considerou deverem participar na fórmula do cálculo do Grau de Risco foram aqueles que mais influenciam o aparecimento e o desenvolvimento dum princí-

pio de incêndio, ou que intervêm na maior ou menor dificuldade com que os Corpos de Bombeiros ou as equipas de primeira intervenção conseguem pôr cobro ao incêndio.

Procurando-se alcançar um método verdadeiramente expedito, a seleção dos fatores foi para que com facilidade eles possam ser obtidos, conseguindo-se a determinação do Grau de Risco de forma simples. Deste modo, é possível um levantamento do risco, que permite a hierarquização dos edifícios que precisem de intervenção, no sentido de se conseguir evitar o aparecimento dum incêndio, o seu desenvolvimento ou a severidade com que pode afetar os seus ocupantes.

Saliente-se que, quer na seleção dos fatores a considerar, bem como na ponderação a atribuir a cada um deles, servimo-nos, como salientado no corpo do documento, dos dados estatísticos disponíveis na ANEPC e muito particularmente na Tese de Mestrado “Análise estatística dos incêndios em edifícios no Porto, 1996-2006” (Primo, 2008). Quando for possível complementar essa Tese com trabalhos semelhantes a realizar noutros concelhos do país, conjugados com os registos da ANEPC relativos a vários anos, poderemos dispor de dados significativos e representativos das causas dos incêndios em Portugal e ajustar os fatores ou os graus de ponderação, agora considerados.

Os conceitos utilizados na construção do Método aqui apresentado, sendo simples, são simultaneamente rigorosos para a obtenção do grau de risco numa determinada zona do município ou num determinado edifício em análise.

Não foi objetivo deste estudo, desenvolver um método concorrencial aos já existentes e que permitisse a determinação do risco de incêndio no interior dos edifícios, para os quais deve ser usado um dos métodos mais específicos, já disponíveis. Interessou, isso sim, a apresentação de uma ferramenta expedita, que permita a todos os interessados uma avaliação comparativa sobre o risco de incêndio que os diversos edifícios de uma determinada zona urbana apresentam, sem no entanto apresentar resultados disparatados sobre o risco de incêndio no interior dos edifícios, se aí for aplicado.

O atual desenvolvimento dos Serviços Municipais de Protecção Civil, a sensibilidade que os responsáveis técnicos e políticos das autarquias passaram a ter sobre a problemática dos incêndios e a disponibilidade de oficiais bombeiros e outros técnicos abalizados nos Corpos

de Bombeiros de algumas regiões do país permitem que se considere viável a elaboração, num curto espaço de tempo, de mapas de risco de incêndio das zonas urbanas mais significativas, que devem vir a integrar os Planos Municipais de Emergência.

Os critérios utilizados e os fatores considerados na elaboração desta Matriz de Avaliação de Risco foram resultado de inúmeras análises comparativas e considerações baseadas no conhecimento empírico da fenomenologia do fogo e das características dos incêndios urbanos. A comprovação dos resultados alcançados só será possível com a aplicação prática deste método e a posterior comparação com os resultados obtidos após incêndios que ocorram nas áreas em análise e nos edifícios em estudo, bem como pela análise criteriosa dos dados estatísticos que venha a ser possível serem disponibilizados.

Não pode deixar de ser salientado que a falta de elementos estatísticos e bases de dados recolhidos nos incêndios estruturais verificados ao longo de vários anos nas diversas zonas do país, com diferentes tipologias de construção a que correspondem comportamentos ao fogo distintos, foi, sem dúvida, a maior dificuldade encontrada na elaboração deste trabalho. Lamenta-se que análises semelhantes à realizada para o município do Porto não tenham sido ainda efetuadas para outros concelhos do país, muito especialmente para o município de Lisboa, o que permitiria a validação das conclusões obtidas ou, pelo contrário, a necessidade de introduzir/ajustar os coeficientes de ponderação consoante a região do país, a tipologia das construções e o comportamento específico das populações.

No decurso deste trabalho, existiu, por diversas vezes, o confronto entre a perceção do que poderia ocorrer nas condições em estudo e a falta de bases científicas que permitissem assumir com segurança que seria esse o comportamento do incêndio e/ou o dano causado na estrutura ou nos seus ocupantes. Fez-se valer a experiência de uma vida ligada à área da protecção e do socorro e as similitudes constatadas em situações análogas registadas em países estrangeiros.

Ainda que, tal como antes referido, se considere que posteriores estudos poderão vir a certificar as conclusões a que aqui se chegou, desfrutando dos dados que, no futuro, se espera estejam disponíveis na ANEPC ou nos Corpos de Bombeiros intervenientes no combate aos incêndios entretanto verificados, fica-se convicto que se conseguiu elaborar um Método

que contempla uma Matriz de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios, que responde claramente aos objetivos propostos e que supera a aplicabilidade que outros métodos internacionais têm tido quando utilizados em Portugal.

(Página em branco)

Anexos

Anexo A – Matriz de Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios – MARINE - exemplo

Anexo B - Dois exemplos práticos de cálculo do Grau de Risco, com base na MARINE

Anexo C - Trocas de calor entre corpos – Fator de Forma

(Página em branco)

ANEXO A

Matriz de Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios - Exemplo

(Página em branco)

Quadro A1 - Matriz de Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios - exemplo

TIPOLOGIA DO EDIFÍCIO a)		FACTORES	Coeficiente de Equilíbrio E	ACESSIBILIDADE		ENVOLVENTE		DISPONIBILIDADE DE ÁGUA		MATERIAIS, PRODUTOS e EQUIPAMENTOS		INSTALAÇÕES TÉCNICAS		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		CARACTER. OCUPANTES		RAPIDEZ INTERVENÇÃO BOMBEIROS		CONTROLO FUMOS		ORGANIZAÇÃO SEGURANÇA		PLANO MUNICIPAL EMERGÊNCIA		PARCIAL	TOTAL	GRAU DE RISCO	
				CP = 5	CP = 4	CP = 7	CP = 8	CP = 7	CP = 9	CP = 8	CP = 6	CP = 5	CP = 10	CP = 6	CP = 5	CP = 6	CP = 6	CP = 6											
1		Zona com uma fraca implantação de edifícios, predominantemente do tipo familiar;	0.50	10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10		750	375	Medio	
				50	6.7%	40	5.3%	70	9.3%	80	10.7%	70	9.3%	90	12.0%	80	10.7%	60	8.0%	50	6.7%	100	13.3%	60	8.0%				
2		Zona urbana constituída predominantemente por construções isoladas com um máximo de 4 pisos acima do solo;	0.80	9		9		9		9		9		9		9		9		9		9		9		675	540	Alto	
				45	6.7%	36	5.3%	63	9.3%	72	10.7%	63	9.3%	81	12.0%	72	10.7%	54	8.0%	45	6.7%	90	13.3%	54	8.0%				
3		Zona urbana predominantemente constituída por construções com um máximo de 10 pisos acima do solo, destinadas à habitação, eventualmente com algum comércio e pequena industria;	1.00	8		8		8		8		8		8		8		8		8		8		8		600	600	Alto	
				40	6.7%	32	5.3%	56	9.3%	64	10.7%	56	9.3%	72	12.0%	64	10.7%	48	8.0%	40	6.7%	80	13.3%	48	8.0%				
4		Zona urbana constituída por construções de mais de 10 pisos, destinadas a habitações e serviços públicos;	1.15	7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		7		525	604	Alto	
				35	6.7%	28	5.3%	49	9.3%	56	10.7%	49	9.3%	63	12.0%	56	10.7%	42	8.0%	35	6.7%	70	13.3%	42	8.0%				
5	Zona urbana caracterizada pela existência de construções antigas ou de ocupação essencialmente comercial e de actividade industrial que armazene, utilize ou produza materiais explosivos ou altamente inflamáveis.	5A	Tipologia A (construção anterior a 1755)	1.60	6		6		6		6		6		6		6		6		6		6		450	720	Muito Alto		
					30	6.7%	24	5.3%	42	9.3%	48	10.7%	42	9.3%	54	12.0%	48	10.7%	36	8.0%	30	6.7%	60	13.3%				36	8.0%
		5B	Tipologia B (construção Pombalina, 1755-1880)	1.50	5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		375	563	Alto
					25	6.7%	20	5.3%	35	9.3%	40	10.7%	35	9.3%	45	12.0%	40	10.7%	30	8.0%	25	6.7%	50	13.3%	30	8.0%			
		5C	Tipologia C (construção gaioleira, 1880-1940)	1.20	4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		300	360	Medio
					20	6.7%	16	5.3%	28	9.3%	32	10.7%	28	9.3%	36	12.0%	32	10.7%	24	8.0%	20	6.7%	40	13.3%	24	8.0%			
5D	Tipologia D (construção com paredes de alvenaria e pavimentos em betão ou vigota e tijoleira (1940-1960)	1.00	3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		3		225	225	Baixo		
			15	6.7%	12	5.3%	21	9.3%	24	10.7%	21	9.3%	27	12.0%	24	10.7%	18	8.0%	15	6.7%	30	13.3%	18	8.0%					
5E	Tipologia E – Edifícios industriais, do final do século XIX	1.50	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		150	225	Baixo		
			10	6.7%	8	5.3%	14	9.3%	16	10.7%	14	9.3%	18	12.0%	16	10.7%	12	8.0%	10	6.7%	20	13.3%	12	8.0%					
5F	Tipologia F – Edifícios de grande volumetria, destinados à actividade comercial ou industrial, de construção posterior ao século XIX.	1.15	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		75	86	Muito Baixo		
			5	6.7%	4	5.3%	7	9.3%	8	10.7%	7	9.3%	9	12.0%	8	10.7%	6	8.0%	5	6.7%	10	13.3%	6	8.0%					

* NOTAS:

Para cada edifício em estudo, é-lhe atribuído o Grau de Severidade (pontuação) em cada um dos Fatores, que multiplicado pelo Coeficiente de Ponderação desse Fator, determina a pontuação correspondente. A soma de todas as pontuações dá o total da magnitude do risco, que permite classificar esse tipo de edifício. Na Tipologia 5, com maior potencial de risco, subdividiu-se a caracterização dos edifícios pelas 5 Tipologias definidas pela C.M. Lisboa no seu estudo sobre o CUA, que se complementou com a Tipologia F, que engloba os edifícios de grande volumetria, destinados à actividade comercial ou industrial, de construção posterior ao século XIX.

a) Classificação das Zonas Urbanas pelo seu Grau de Risco de incêndio e propagação na zona em causa, definido no Artº 18º do D.R. 23/95, de 23 de Agosto, que aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

(Página em branco)

ANEXO B

Exemplos práticos de cálculo do Grau de Risco

(Página em branco)

EXERCÍCIO 1

Trata-se de um edifício dos anos 30 do século passado, localizado na Rua da Rosa, Bairro Alto, em Lisboa. Dispõe de R/C, 2 pisos elevados e sótão. No R/C existem um restaurante, uma mercearia de bairro e arrecadações dos moradores, que ocupam o 2º, 3º piso e sótão para arrumos. O edifício é classificado como de tipologia 5C².



Figura 8 - Edifício na Rua da Rosa, Bairro Alto, Lisboa

² Conforme Matriz de Avaliação de Risco



Figura 9 – Planta de localização do edifício da Rua da Rosa

Avaliação:

1. Acessibilidade – Edifício de altura < 9m, arruamento com 3,5 m => GS = 7
2. Envolvente exterior – Edifício englobado numa banda de edifícios com a mesma tipologia, risco semelhante e continuidade horizontal. Os meios de combate só acedem a uma das fachadas do edifício => GS = 10
3. Disponibilidade de água – Com limitações - dado o mau estado das bocas-de-incêndio existentes na rua => GS = 8
4. Materiais, Produtos e Equipamentos – dada a existência do restaurante, com óleos de cozinha e da mercearia, com materiais sólidos com $PI < 100^{\circ}C$ => GS = 8
5. Instalações Técnicas – presença do restaurante e respetiva cozinha => GS = 8
6. Instalações elétricas – ainda que o restaurante seja recente e tenha a rede elétrica remodelada, o mesmo não se passa no resto do edifícios => GS = 6
7. Características dos ocupantes – com limitações parciais; edifício até 9 m de altura => GS = 5
8. Rapidez de intervenção dos bombeiros – apesar da proximidade dum quartel de bombeiros, as dificuldades de trânsito e a largura dos arruamentos levam a considerar $5 \text{ min} < T_m < 10 \text{ min}$ => GS = 3
9. Controlo de fumo – $h < 9 \text{ m}$, mas o equipamento de controlo de fumo existente apenas abrange o restaurante, sem integração num sistema adequado ao controlo de fumo em todo o edifício => GS = 4
10. Organização de segurança – implementadas 3 das medidas de autoproteção, ainda que não se considere serem as fundamentais => GS = 6
11. Plano Municipal de Emergência – considera-se que o PME de Lisboa trata o risco de incêndio urbano, ainda que deixe alguns aspetos importantes sem serem tratados => GS = 6

Introduzindo estes Graus de Severidade na Matriz de Avaliação do Risco (Quadro 16), obtemos como Grau de Risco para este edifício o valor de 593, que corresponde a uma avaliação de **Risco Alto**.

Quadro 16 – Matriz de avaliação do risco de incêndio do Edifício 1

TIPOLOGIA DO EDIFÍCIO a)	FACTORES	Coeficiente de Equilíbrio E	ACESSIBILIDADE	ENVOLVENTE	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	MATERIAS, PRODUTOS e EQUIPAMENTOS	INSTALAÇÕES TÉCNICAS	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	CARACTER. OCUPANTES	RAPIDEZ INTERVENÇÃO BOMBEIROS	CONTROLO FUMOS	ORGANIZAÇÃO SEGURANÇA	PLANO MUNICIPAL EMERGÊNCIA	PARCIAL	TOTAL	GRAU DE RISCO					
			CP = 5	CP = 4	CP = 7	CP = 8	CP = 7	CP = 9	CP = 8	CP = 6	CP = 5	CP = 10	CP = 6								
1	Zona com uma fraca implantação de edifícios, predominantemente do tipo familiar;	0.50	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
2	Zona urbana constituída predominantemente por construções isoladas com um máximo de 4 pisos acima do solo;	0.80	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
3	Zona urbana predominantemente constituída por construções com um máximo de 10 pisos acima do solo, destinadas à habitação, eventualmente com algum comércio e pequena indústria;	1.00	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
4	Zona urbana constituída por construções de mais de 10 pisos, destinadas a habitações e serviços públicos;	1.15	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
5A	Tipologia A (construção anterior a 1755)	1.60	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
5B	Tipologia B (construção Pombalina, 1755-1880)	1.50	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
5C	Tipologia C (construção gaioleira, 1880-1940)	1.20	7	10	8	8	8	6	5	3	7	6	6	494	593	Alto					
			35	7.1%	40	8.1%	56	11.3%	64	13.0%	56	11.3%	54	10.9%	40	8.1%	18	3.6%	35	7.1%	60
5D	Tipologia D (construção com paredes de alvenaria e pavimentos em bedão ou vigota e tijoleira [1940-1960])	1.00	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
5E	Tipologia E – Edifícios industriais, do final do século XIX	1.50	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
5F	Tipologia F – Edifícios de grande volumetria, destinados à actividade comercial ou industrial, de construção posterior ao século XIX	1.15	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				
			0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	BD/V/D	0	0	Muito Baixo				

* NOTAS:

Para cada edifício em estudo, é-lhe atribuído o Grau de Severidade (pontuação) em cada um dos Factores, que multiplicado pelo Coeficiente de Ponderação desse Fator, determina a pontuação correspondente. A soma de todas as pontuações dá o total da magnitude do risco, que permite classificar esse tipo de edifício. Na Tipologia 5c, com maior potencial de risco, subdividiu-se a caracterização dos edifícios pelas 5 Tipologias definidas pela CM. Lisboa no seu estudo sobre o CUA, que se complementou com a Tipologia F, que engloba os edifícios de grande volumetria, destinados à actividade comercial ou industrial, de construção posterior ao século XIX.

a) Classificação das Zonas Urbanas pelo seu Grau de Risco de incêndio e propagação na zona em causa, definido no Artº 18º do D. R. 23/95, de 23 de Agosto, que aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Competirá aos serviços camarários alertar os responsáveis de segurança por utilização-tipo (Quadro 17) para a necessidade de introduzir medidas corretivas e implementar as condições mínimas exigíveis nos diplomas legais³ que permitam reduzir o Grau de Risco do edifício em estudo.

Quadro 17 - Responsáveis de segurança por utilização-tipo

Utilização-tipo	Ocupação	Responsável de Segurança (RS)
I	Interior da habitações.....	Proprietário.
	Espaços comuns.....	Administrador do condomínio.
II a XII	Cada utilização-tipo.....	Proprietário ou entidade exploradora de cada utilização-tipo.
	Espaços comuns a várias utilizações-tipo.....	Entidade gestora dos espaços comuns a várias utilizações-tipo.

³ Decreto-lei nº 224/2014, de 9 de outubro (Regime jurídico de segurança contra incêndios em edifícios) e Portaria nº1532/2008, de 29 de Dezembro (Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios)

EXERCÍCIO 2

Edifício do final dos anos 90 (1998), localizado na Estrada de Telheiras, nº 79, em Lisboa. Dispõe de 12 pisos, com 50 frações. O edifício está isolado e tem acesso de veículos de combate a incêndio pela fachada norte e sul e por equipamento de combate, pelas outras duas. Dispõe de RIA, meios de 1ª intervenção e de deteção de incêndios em todos os pisos e de reservatório de água devidamente dimensionado para as características do edifício e da instalação. O edifício dispõe de instalação de bombagem própria. Da totalidade das frações ocupadas, 44 são destinadas a habitação e as restantes a escritórios.



Figura B.3

Figura 10 – Torre Vicentina (www.googlemaps.com, 15 Set. 2010)



Figura 11 – Planta de Localização Online – C.M. de Lisboa – Outubro 2010

Avaliação:

1. Acessibilidade – Sem limitações, ainda que sem acesso a viaturas por duas das fachadas => GS = 3
2. Envolvente exterior – Sem condicionante, $d > 8$ m => GS = 1

-
3. Disponibilidade de água – RIA e depósito de abastecimento de água => GS = 2
 4. Materiais, Produtos e Equipamentos – materiais líquidos com $PI > 100^{\circ}C$ e sólidos com $PI > 200^{\circ}C$. Coeficiente adimensional de ativação de $R_{si} = 1,0$ => GS = 2
 5. Instalações Técnicas – com reduzido risco de incêndio => GS = 1
 6. Instalações elétricas – com reduzido risco de incêndio => GS = 1
 7. Características dos ocupantes – sem limitações parciais; edifício com mais de 9 m de altura => GS = 3
 8. Rapidez de intervenção dos bombeiros – não existe nas proximidades nenhum quartel de bombeiros, o que leva a se considerar $10 \text{ min} < T_m < 30 \text{ min}$ => GS = 7
 9. Controlo de fumo – $h > 28 \text{ m}$ e o edifício não dispõe de nenhum sistema de controlo de fumo => GS = 10
 10. Organização de segurança – implementadas 3 das medidas de autoproteção, que se considera serem as fundamentais => GS = 5
 11. Plano Municipal de Emergência – considera-se que o PME de Lisboa trata o risco de incêndio urbano, ainda que deixe alguns aspetos importantes sem serem tratados => GS = 3

Introduzindo estes Graus de Severidade na Matriz de Avaliação do Risco, obtemos como Grau de Risco para este edifício o valor de 286 (Quadro 18), que permite avaliar o edifício como de **Risco Baixo**.

ANEXO C

Trocas de calor entre corpos – Fator de Forma

(Página em branco)

Trocas de calor entre corpos – Fator de Forma

Na figura seguinte representam-se esquematicamente dois corpos negros (corpo 1 e corpo 2) separados por um meio não absorvente.

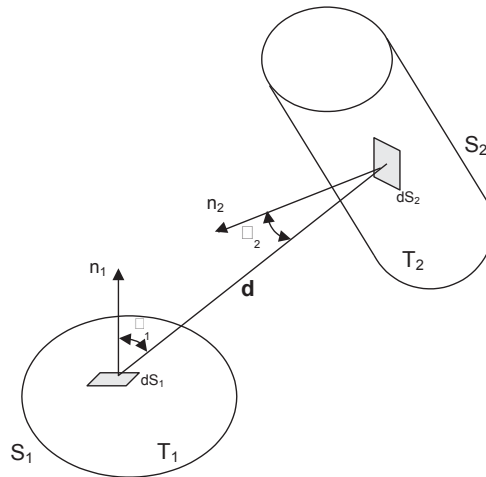


Figura 12 - Fluxo emitido por uma superfície e recebido por outra

Considerando no corpo 1 uma superfície elemental, dS_1 , não côncava e à temperatura T_1 , o fluxo que ela emite por radiação é igual a:

$$d\Phi_1 = E_1 dS_1 \quad (1)$$

Se no corpo 2 for considerada outra superfícies elemental, dS_2 , não côncava, à temperatura T_2 , visível de dS_1 e afastada desta d , então o fluxo emitido por dS_1 , que atinge dS_2 é dado por:

$$d\Phi_{1,2} = \frac{E_1 \cos\gamma_1 d\Omega_2 dS_2}{\pi} \quad (2)$$

O valor do ângulo sólido elemental $d\Omega_2$, definido por dS_1 em relação a dS_2 , é igual a:

$$d\Omega_2 = \frac{\cos\gamma_2 \cdot dS_1}{d^2} \quad (3)$$

Substituindo na equação anterior E_1 e $d\Omega_2$ pelos seus valores E_1 e $d\Omega_2$ pelos seus valores resulta:

$$d\Phi_{1,2} = \sigma T_1^4 \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (4)$$

Por outro lado, o fluxo emitido por dS_2 que atinge dS_1 é igual a:

$$d\Phi_{2,1} = \sigma T_2^4 \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (5)$$

O fluxo emitido pela superfície S_1 que incide sobre S_2 é obtido fazendo a integração da superfície elementar, resultando:

$$\Phi_{1,2} = \sigma T_1^4 \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_2 dS_1}{\pi d^2} \quad (6)$$

Por outro lado, a energia total emitida por S_1 é igual a:

$$\Phi_1 = \int_{S_1} E_1 dS_1 \quad (7)$$

$$\Phi_1 = \sigma T_1^4 S_1 \quad (8)$$

Assim, a fração de energia emitida por S_1 que atinge S_2 é igual a:

$$\frac{\Phi_{1,2}}{\Phi_1} = \frac{1}{S_1} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (9)$$

$$\frac{\Phi_{1,2}}{\Phi_1} = \frac{1}{S_1} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (10)$$

$$\frac{\Phi_{1,2}}{\Phi_1} = F_{1,2} \quad (11)$$

$$F_{1,2} = \frac{1}{S_1} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (12)$$

$$\Phi_{1,2} = F_{1,2} S_1 \sigma T_1^4 \quad (13)$$

A $f_{1,2}$ é o designado fator de forma e representa a relação entre a energia emitida por S_1 e recebida por S_2 .

Procedendo de forma idêntica calcula-se o fluxo emitido pela superfície S_2 que incide sobre S_1 , o qual é obtido a partir da seguinte expressão:

$$\Phi_{2,1} = \sigma T_2^4 \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (14)$$

$$\Phi_{2,1} = F_{2,1} S_2 \sigma T_2^4 \quad (15)$$

em que:

$$F_{2,1} = \frac{1}{S_2} \frac{\cos\gamma_1 \cos\gamma_2 dS_1 dS_2}{\pi d^2} \quad (16)$$

Das expressões anteriores relativas aos fatores de forma conclui-se que:

$$F_{1,2} S_1 = F_{2,1} S_2 \quad (17)$$

Os fatores de forma $F_{i,j}$ estão tabelados para diferentes situações e traduzem a relação geométrica entre duas superfícies, permitindo avaliar a fração de radiação que sai de uma superfície e que é intersectada pela outra.

Considerando as superfícies em análise localizadas de forma a que a radiação de S_1 incide perpendicularmente a S_2 , ($\gamma_2 = 90^\circ \Rightarrow \cos \gamma_2 = 1$), temos:

$$F_{1,2} = \frac{S_2}{\pi \cdot d^2} \quad (18)$$

$$F_{2,1} = \frac{S_1}{\pi \cdot d^2} \quad (19)$$

Dadas as aproximações adotadas na metodologia proposta, considerou-se para representar o perigo devido à transmissão de calor por radiação entre dois edifícios fronteiros, o fator de forma entre as superfícies envolvidas que, por sua vez, é proporcional ao inverso do quadrado da distância. Foi esta relação a utilizada para atribuição do valor de Grau de Severidade, apresentado no Quadro 6.2.

(Página em branco)

Referências Bibliográficas

1. Livros

- BRUNACINI, A. V. (1985) *"Fire Command"*, National Fire Protection Association (NFPA), USA.
- CASTRO, C. F. e ROBERTO, A. P. (2010). *"Manual de Exploração de Segurança Contra Incêndio em Edifícios"*. Associação Portuguesa de Segurança Electrónica e de Protecção Incêndio (APSEI), Lisboa.
- CASTRO, C. F. e ABRANTES, J. F. (2004). *"Manual de segurança contra incêndio em edifícios"*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- CASTRO, C. F. e ABRANTES, J. F. (2002). *"Combate a Incêndios Urbanos e Industriais – Volume X do Manual de Formação Inicial do Bombeiros"*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra
- COTE, A. E. (1986), *"Fire Protection Handbook - 16ª edition,"*, National Fire Protection Association (NFPA), USA.
- FERREIRA, J. P. M. (2003). *"Termodinâmica Fundamental para Ciências e Engenharias"*. Universidade Católica Editora, Lisboa.
- FERNANDES, A.M. S. (2008). *"Risco de incêndio em centros urbanos antigos – Da Teoria à Prática"*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa
- FIRE RISK EVALUATION TO EUROPEAN CULTURAL HERITAGE – WG6. (2003). *"Fire Risk Assessment Methods – Draft final report"*. Comunidade Europeia, Bruxelas.
- GUEDES SOARES et al (2005). *"Análise e Gestão de Riscos, Segurança e Fiabilidade"*. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- GUERRA, A. M., et al (2003). *" Fenomenologia da combustão e extintores – Volume VII do Manual de Formação Inicial do Bombeiros"*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra
- INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (IFSTA), (1983), *"Essentials of Fire Fighting"*, second edition, Fire Protection Publications Oklahoma State University, USA.

-
- LEÇA COELHO, A. (1998). *“Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Habitação”*, Edições ORION, Lisboa.
- LEÇA COELHO, A. (1997a) . *“Segurança contra risco de incêndio em centros urbanos antigos – Os bairros históricos de Lisboa – Volume I – Implicação na segurança das características físicas e funcionais.”* LNEC, Lisboa.
- LEÇA COELHO, A. (1997b) . *“Segurança contra risco de incêndio em centros urbanos antigos – Os bairros históricos de Lisboa – Volume II – Recomendações técnicas sobre medidas de segurança.”* LNEC, Lisboa.
- LEÇA COELHO, A. (1993a). *“Medidas Específicas de Segurança Contra Incêndio a Aplicar no Edifício do Chiado”*, LNEC, Lisboa.
- LEÇA COELHO, A. (1993b). *“Medidas Genéricas de Segurança Contra Incêndio a Aplicar no Edifício do Chiado”*, LNEC, Lisboa.
- NUNES, L. B. e RODRIGUES, J. (2005). *“Hidráulica - Volume III do Manual de Formação Inicial do Bombeiro ”*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- NUNES, L. B. (2003). *“Construção Civil - Volume II do Manual de Formação Inicial do Bombeiro ”*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra.
- PEDROSO, V. M.R. (2004). *“Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas”*. LNEC, Lisboa.
- RODRIGUES, J. A. (2004). *“Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – 5ª Edição”*. Editora rei dos Livros, Lisboa.
- SANTANA, M. L. A. (2008). *“Análise de Risco de Incêndio em Edifícios. Método de Fernandes, 2006. Características e Formulações”*. Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- TOVAR DE LEMOS, A.M. e CABRITA NEVES, I. (1991). *“Avaliação do Risco de Incêndio. Método de Cálculo.”* Gabinete de Apoio da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- WILD, J.A., MECH, F.I. (1998). *“Smoke control by pressurization”*. Flakt Woods Limited, England.
- XAVIER VIEGAS, D. e outros (2005), *“ Manual Prático para a Prevenção e o Combate a Incêndios”*. Verlag Dashofer, Lisboa.
-

2. Artigos em Actas de Congressos

JOÃO VENTURA, CABRITA NEVES, I et VALENTE, J. (2005). *“Avaliação do Risco de Incêndio do Edifício Grandela na situação imediatamente anterior ao Incêndio do Chiado”*. Departamento de Engenharia Mecânica e Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Lisboa

JOÃO VENTURA, CABRITA NEVES, I et VALENTE, J. (2005). *“Medidas de Segurança Contra Incêndio do Património Cultural: um método para a quantificação da sua eficácia e identificação de prioridades”*. Departamento de Engenharia Mecânica e Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

SOBRAL, J. e FERREIRA, L.A. (2005). *“Análise de Risco num Sistema de Protecção Contra Incêndio de um Edifício Público, com aplicação da Metodologia RAMS”*. Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

3. Guias e Manuais

“Estabelecimentos de Apoio Social a Pessoas Idosas. Manual para a Elaboração de Planos de Segurança” (2008). Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, Núcleo de Certificação e Fiscalização, Autoridade Nacional de Protecção Civil.

“Guia para a caracterização de risco no âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil” (2009). Unidade de Planeamento, Núcleo de Planeamento de Emergência, Autoridade Nacional de Protecção Civil.

“Manual de apoio à elaboração e operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil” (2008). Unidade de Planeamento, Núcleo de Planeamento de Emergência, Autoridade Nacional de Protecção Civil.

LEÇA COELHO, A. (2008). *“Curso sobre análise de risco de incêndio e organização de segurança das empresas.”* LNEC, Lisboa.

LEÇA COELHO, A. (2006). *“Proposta de uma Nova Metodologia de Abordagem à Segurança ao Incêndio em Portugal”*. Programa conjunto de investigação e pós-

graduação a apresentar às provas públicas para obtenção do título de habilitado para o exercício de funções de coordenação científica., LNEC, Lisboa

LEÇA COELHO, A. (2005). *“Curso de segurança contra incêndio em edifícios. Fundamentos da segurança contra incêndio em edifícios.”* LNEC, Lisboa.

4. Teses de Mestrado e Doutoramento

CORDEIRO, E.C. (2010). *“Modelação do comportamento das pessoas em caso de incêndio”*. Tese de Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.

FIGUEIRA, R.A.F. (2008). *“Avaliação do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos”*. Tese de Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.

LEÇA COELHO, A. (1997). *“Modelação Matemática de Evacuação de Edifícios Sujeitos à Acção de um Incêndio”*, Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia Civil, Porto.

LOPES, J.P. (2010). *“O Risco de Incêndio Urbano nos Planos Municipais de Emergência”*, Tese de Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.

MUCULO, C.P. (2013). *“Avaliação de risco de incêndio pelo Método ARICA a Edifícios no Porto”*. Tese de Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

PRIMO, V. M. (2008). *“Análise estatística dos incêndios em edifícios no Porto, 1996-2006”*. Tese de Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.

SANTANA, M. L. A. (2007). *“Avaliação do Risco de Incêndio em Centros Históricos. O caso de Montemor-o-Velho”*. Dissertação para Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e LNEC, Coimbra.

5. Legislação

DECRETO-LEI nº 45/2019, de 1 de abril. *“Lei Orgânica da Autoridade Nacional Protecção Civil”*. Diário da República, Lisboa.

DECRETO-LEI nº 224/2015, de 9 de outubro. *“Regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios”*. Diário da República, Lisboa.

DECRETO-LEI nº 72/2013, de 31 de maio. Atualiza o *“Sistema Integrado de Operações de Protecção e Socorro (SIOPS)”*. Diário da República, Lisboa.

DECRETO-LEI nº 56/2008, de 26 de Março. *“Comissão Nacional de Protecção Civil”*. Diário da República, Lisboa.

DECRETO-LEI nº 247/2007, de 27 de Junho. *“Regime Jurídico dos Corpos de Bombeiros”*. Diário da República, Lisboa.

DECRETO REGULAMENTAR Nº 23/95, de 23 de Agosto. *“Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais”*. Diário da República, Lisboa.

DESPACHO Nº 5533/2010, de 26 de Março. *“Cria a comissão de acompanhamento da aplicação do regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios, previsto no Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro”*. Despacho do Presidente da Autoridade Nacional de Protecção Civil, Diário da República, Lisboa.

DESPACHO nº 2074/2009, de 15 de Janeiro. *“Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada”*. Despacho do Presidente da Autoridade Nacional de Protecção Civil, Diário da República, Lisboa.

DESPACHO Nº 7316/2016, de 23 de junho. *“Especificações técnicas de veículos e equipamentos operacionais dos Corpos de Bombeiros”*. Despacho do Presidente da Autoridade Nacional de Protecção Civil, Diário da República, Lisboa.

LEI Nº 65/2007, de 12 de Novembro. *“Enquadramento Institucional e Operacional da Protecção Civil no âmbito Municipal, Organização dos Serviços Municipais de Protecção civil e Competências do Comandante Operacional Municipal”*. Diário da República, Lisboa.

LEI nº 80/2015, de 3 de agosto. *“Lei de bases de Protecção Civil”*. Diário da República, Lisboa.

-
- PORTARIA Nº 64/2009, de 22 de Janeiro. “*Regime de credenciação de entidades para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspecções das condições de segurança contra incêndio em edifícios*”. Diário da República, Lisboa.
- PORTARIA nº 610/2009, de 8 de Junho,. “*Regulamenta o funcionamento do sistema informático previsto no nº2 do artigo 32º do Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro*”. Diário da República, Lisboa.
- PORTARIA nº 773/2009, de 21 de Julho. “*Procedimento de registo, na Autoridade Nacional de Protecção Civil, das Entidades que exerçam a actividade de Comercialização, Instalação e ou Manutenção de Produtos e Equipamentos de Segurança Contra Incêndio em Edifícios*”. Diário da República, Lisboa.
- PORTARIA nº 1054/2009, de 16 de Setembro,. “*Fixa o valor das taxas pelos serviços prestados pela Autoridade Nacional de Protecção Civil*”. Diário da República, Lisboa.
- PORTARIA nº 1532/2008, de 29 de Dezembro. “*Regulamento Técnico de segurança contra incêndios em edifícios*”. Diário da República, Lisboa.
- PORTARIA Nº 1358/2007, de 15 de Outubro. “*Equipas de Intervenção Permanente*”. Diário da República, Lisboa.
- RESOLUÇÃO Nº 25/2008, de 18 de Julho. “*Critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de protecção civil*”. Resolução da Comissão Nacional de Protecção Civil, Diário da República, Lisboa.

6. Normas

- NP EN 1846-1:1999. “*Viaturas de socorro e de combate a incêndio – Parte 1. Nomenclatura e designação*”. Comité Europeu de Normalização, Bruxelas.
- NP EN 1846-2: 1999. “*Viaturas de socorro e de combate a incêndio – Parte 2. Requisitos comuns – Segurança e desempenho*”. Comité Europeu de Normalização, Bruxelas.

7. Relatório Técnico

COELHO, C. (2009). “*Relatório de Estágio na Autoridade Nacional de Protecção Civil*”, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Beja.

RAMOS, T. (2009). “*Relatório de Estágio na Autoridade Nacional de Protecção Civil*”, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Beja.

8. Planos e Estudos

CDOS de Faro (2009). “*Estudo Tático Operacional de Protecção e Socorro para o Distrito de Faro*”. Faro.

SMPC de Alcobaça (2007). “*Estudo Tático Operacional de Protecção e Socorro*”. Alcobaça.

SMPC do Alandroal (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho do Alandroal*”.

SMPC de Barrancos (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Barrancos*”.

SMPC de Elvas (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Elvas*”.

SMPC de Mafra (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Mafra*”.

SMPC de Odivelas (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Odivelas*”.

SMPC de Santo Tirso (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Santo Tirso*”.

SMPC do Seixal (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho do Seixal*”.

SMPC de Vale de Cambra (2010). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Vale de Cambra*”.

SMPC do Alenquer (2009). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho do Alenquer*”.

SMPC de Castro Verde (2009). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Castro Verde*”.

SMPC de Coimbra (2009). “*Plano Municipal de Emergência para o concelho de Coimbra*”

SMPC de Sintra (2009). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Sintra”*

SMPC de Vila Real de Santo António (2009). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Vila Real de Santo António”*

SMPC de Cascais (1998). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Cascais”*

SMPC de Castelo Branco (1998). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Castelo Branco”*

SMPC de Évora (1998). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Évora”*

SMPC da Guarda (1998). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho da Guarda”*

SMPC de Setúbal (1998). *“Plano Municipal de Emergência para o concelho de Setúbal”*

9. Sites da Internet

Colombo@ (2010). <http://www.virtualtourist.com>, Lisboa

Fim