



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica

		Sirenes			Portas e Portões, Controlo Acessos		Elevadores	Ventilação					
		Círculo 1	Círculo 2	Círculo 3	Desbloqueio portas e Portões	Desbloqueio Controlo Acessos		Procedimento elevador	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso -1	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)	Abertura Exu tores
Zonas	Piso -1	1 Detetor	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-	
		Botão	X	-	-	X	X	X	-	X	-	X	X
	Piso 0	1 Detetor	-	X	-	-	X	X	X	-	-	X	-
		Botão	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X
	Piso 1	1 Detetor	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	-
		Botão	-	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X

Importância da Matriz de Incêndio no Controlo de Fumo e na Evacuação de Edifícios

MIGUEL PACHECO DOS SANTOS

(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques
Doutora Cláudia Sofia Séneca da Luz Casaca

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Miguel de Abreu e Silva
Vogais:

Doutor José Augusto da Silva Sobral
Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques

Dezembro de 2023

Agradecimentos

Durante a realização deste trabalho foi-me possível colaborar e aprender com diversas pessoas e instituições, a quem desde já gostaria de deixar o meu profundo agradecimento.

Primeiramente, gostaria de agradecer a toda a minha família, que mais uma vez me apoiarem em todo o meu percurso enquanto estudante, sendo que sem o apoio demonstrado não teria sido possível ultrapassar muitos dos percalços apresentados durante toda esta fase da minha vida.

Em segundo, gostaria de deixar um agradecimento aos meus orientadores do presente Trabalho Final de Mestrado, Prof. Cláudia Casaca e Prof. Nuno Henriques, por todo o apoio e carinho demonstrado, sendo que sem a ajuda e motivação demonstrada, não teria sido possível concluir esta etapa.

Aos meus colegas Eng. Fábio Ramos, Eng. Bruno Custódio e Eng. Rui Longo, pelo incentivo e apoio sempre dispensado, para que eu me pudesse empenhar na obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Por fim, gostaria de deixar um agradecimento especial aos meus colegas e amigos, Eng. João Oliveira e Eng. Virgolino Carvalho, por todo o apoio e conhecimento transmitido ao longo de dois duros anos de trabalho, sem os quais não teria sido possível iniciar e concluir o presente documento.

Resumo

O presente documento enquadra-se na temática da especialidade de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE), consistindo no estudo de diversos equipamentos e metodologias de combate ao incêndio, sendo para isso posteriormente apresentado um projeto desta especialidade nas instalações da Mercedes-Benz Portugal.

Por forma a justificar as necessidades de implementação e constante melhoria dos meios de extinção, controlo de fumos e evacuação, são abordados diversos conceitos exemplificativos da gravidade de um incêndio, sendo mencionados e apresentados documentos normativos e técnicos existentes, associados a esta temática.

Dando enfoque ao tema do presente documento, foi realizado um estudo sobre as vertentes da Segurança Contra Incêndios, como a fenomenologia do fogo e causas para o seu crescimento, a sua deteção e posterior extinção agregada aos diversos sistemas e equipamentos utilizados, a compartimentação corta-fogo e o controlo de fumos por meios naturais e mecânicos. Posteriormente foram apresentados os conceitos e metodologias de controlo de fumos, sendo para isso explicitados os processos de desenfumagem e sobrepressão de um local, que se encontram intimamente relacionados à conceptualização de matrizes de incêndio.

Foi ainda apresentado o conceito de evacuação de edifícios incluindo as diversas metodologias e tecnologias de implementação, que possuem como objetivo garantir a segurança de todos os intervenientes de um edifício.

Desta forma, foi explicitada a metodologia de elaboração de uma Matriz de Incêndio, para as diversas Utilizações-Tipo, que implemente os meios possíveis de controlo de fumos, possuindo como objetivo melhorar a evacuação de pessoas.

Por fim, e por forma a enquadrar os objetivos do documento, foram utilizadas como base as metodologias de realização de uma Matriz de Incêndio com a Metodologia utilizada no caso de estudo das instalações da Mercedes-Benz Portugal, sendo para tal justificada a implementação da respetiva Matriz de Incêndio.

Palavras-Chave: Fogo, Deteção, Extinção, Desenfumagem, Matriz de Incêndio

Abstract

This document is part of the Fire Safety in Building theme, which consists of the study of various equipments and methodologies of firefighting, for which a project of this speciality will subsequently be presented in the Mercedes-Benz facilities.

In order to justify the need to implement, and constantly improve the means of extinguishing, smoke control and evacuation, various concepts were discussed that illustrate the severity of a fire, using existing normative and technical documents related to this subject, which are mentioned and presented.

Focusing on the theme of this document, a study was carried out on the aspects of Fire Safety, such as the phenomenology of fire and the causes for its growth, its detection and subsequent extinguishment added to the various systems and equipment used, the fire compartmentation and smoke control by natural and mechanical means. Subsequently, the concepts and methodologies for smoke control were presented, explaining the smoke removal and overpressure processes in a determined location, which are closely related to the concept of fire matrices.

The concept of evacuation was also presented, including the various methodologies and implementation technologies, which aim to ensure the safety of all those involved in a building.

In this way, the methodology for preparing a Fire Matrix was explained, for the various uses, which implements the possible means of smoke control, with the objective of improving the evacuation of people.

Finally, and in order to frame the objectives of the document, the methodologies for carrying out a Fire Matrix were used as a basis with the methodology used in the case study of the Mercedes-Benz Portugal Facilities, justifying the implementation of the respective Fire Matrix.

Key words: Fire, Detection, Extinguishing, Smoke Removal, Fire Matrix

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação e Estrutura.....	2
1.2. Objetivos	2
2. Estado da Arte	5
2.1. O Fogo e o Incêndio.....	5
2.1.1. A Química do Fogo	6
2.1.2. Fatores que afetam o fogo	8
2.1.2.1. Limites de inflamabilidade	8
2.1.2.2. Ponto de inflamação	9
2.1.2.3. Autoignição	10
2.1.3. Crescimento e Propagação de um Incêndio.....	11
2.2. Detecção Automática de Incêndio.....	12
2.2.1. Detetores, Botões e Difusão sonora de Alarme	13
2.2.1.1. Detetores de Calor ou Térmicos.....	14
2.2.1.2. Detetores de Fumo.....	15
2.2.1.3. Sistema de Aspiração de Fumos.....	16
2.2.1.4. Detetores de Gás.....	17
2.2.1.5. Detetores de Chama.....	17
2.2.1.6. Botões de Alarme	19
2.2.1.7. Sirenes de Alarme	20
2.2.2. Localização e Distribuição de Detetores e Botoneiras de Incêndio	20
2.2.3. Sistemas Automáticos de Incêndio	23
2.2.3.1. Sistema Automático de Detecção de Incêndio	23
2.2.3.2. Sistema Automático de Detecção de Gás	25
2.3. Extinção de Incêndio	26
2.3.1. Meios de Primeira Intervenção	28

2.3.1.1.	Extintores	28
2.3.1.2.	Bocas de Incêndio do Tipo Carretel.....	29
2.3.1.3.	Mantas Ignífugas	31
2.3.1.4.	Sprinklers.....	31
2.3.2.	Meios de Segunda Intervenção.....	34
2.3.2.1.	Redes Hidráulicas de Extinção.....	34
2.3.2.2.	Bocas de Incêndio.....	34
2.3.3.	Sistemas de Extinção por Agentes Gasosos/Espumíferos.....	36
2.4.	Controlo de Fumos	39
2.4.1.	Sistemas de Controlo de Fumos.....	41
2.4.1.1.	Desenfumagem Passiva.....	42
2.4.1.2.	Desenfumagem Ativa	46
2.4.2.	Vias de Evacuação	51
2.4.3.	Compartimentação.....	54
2.4.4.	Planos de Emergência	57
3.	Matrizes de Incêndio	61
3.1.	Utilizações-Tipo	61
3.2.	Locais de Risco.....	65
3.3.	Categorias de Risco	67
3.4.	Metodologia de Realização de uma Matriz de Incêndio.....	72
3.4.1.	Metodologia para Utilização-Tipo I.....	73
3.4.2.	Metodologia para Utilização-Tipo II.....	74
3.4.3.	Metodologia para Utilização-Tipo III.....	75
3.4.4.	Metodologia para Utilização-Tipo IV.....	76
3.4.5.	Metodologia para Utilização-Tipo V.....	77
3.4.6.	Metodologia para Utilização-Tipo VI.....	78
3.4.7.	Metodologia para Utilização-Tipo VII.....	79
3.4.8.	Metodologia para Utilização-Tipo VIII.....	80
3.4.9.	Metodologia para Utilização-Tipo IX.....	81
3.4.10.	Metodologia para Utilização-Tipo X.....	82
3.4.11.	Metodologia para Utilização-Tipo XI.....	83
3.4.12.	Metodologia para Utilização-Tipo XII.....	84
4.	Caso de Estudo	87
4.1.	Classificação quanto à categoria de risco, utilização-tipo e locais de risco	87
4.2.	Caraterização do edifício.....	88

4.3.	Arquitetura do Sistema Automático de Detecção de Incêndio	89
4.4.	Selagens e Compartimentação.....	93
4.5.	Elaboração da Matriz de Incêndio.....	97
5.	Conclusão	101
	Referências.....	103

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Triângulo do fogo [2]	6
Figura 2.2 – Tetraedro do fogo [3]	7
Figura 2.3 – Transferência de calor por condução [4]	7
Figura 2.4 – Transferência de calor por convecção [4]	8
Figura 2.5 – Transferência de calor por radiação [4]	8
Figura 2.6 – Detetor de incêndio térmico [15].....	14
Figura 2.7 – Detetor de fumo do tipo ótico [17]	15
Figura 2.8 – Fenómeno de dispersão de Luz em Detetores Óticos de Fumo [17]	15
Figura 2.9 – Detetor de fumo do tipo iónico [18]	16
Figura 2.10 – Sistema de Detecção por Aspiração [19]	16
Figura 2.11 – Exemplo de Detetor de Gás [20]	17
Figura 2.12 – Detetor de chama do tipo UV [22]	18
Figura 2.13 – Detetor de chama do tipo IV [23].....	18
Figura 2.14 – Detetor de chama do tipo UV/IV [24]	18
Figura 2.15 – Botões de Alarme [25].....	19
Figura 2.16 – Sirenes de alarme de incêndio [28].....	20
Figura 2.17 – Instalação correta de detetores de incêndio [30]	22
Figura 2.18 – Configuração tipo do SADI [16]	23
Figura 2.19 – SADI – Tipo Convencional [33]	24
Figura 2.20 – SADI – Tipo Analógico/Endereçável [33]	24
Figura 2.21 – Sistema Automático de Detecção de Gás [34].....	25
Figura 2.22 – Extintores à base de água, pó químico e CO2 [38].....	29
Figura 2.23 – Boca de incêndio do tipo carretel [41]	30
Figura 2.24 – Manta Ignífuga [43]	31
Figura 2.25 – Exemplo de sprinkler pendente, montante e de parede, respetivamente [46]... 33	
Figura 2.26 – Boca de incêndio do tipo siamesa [48].....	35
Figura 2.27 – Boca de incêndio do tipo teatro [49]	35
Figura 2.28 – Hidrante de incêndio [50].....	35
Figura 2.29 – Extinção por sistema de espuma [51]	37
Figura 2.30 – Extinção por sistema de pó-químico [52].....	38
Figura 2.31 – Funcionamento de sistema passivo de controlo de fumos [53]	42
Figura 2.32 – Exutor de uma comporta e exutor de lamelas para fachada [56].....	43
Figura 2.33 – Sistema mecânico de desenfumagem passiva [57].....	44
Figura 2.34 – Sistema elétrico de desenfumagem passiva [57]	45
Figura 2.35 – Sistema pneumático e hidráulico de desenfumagem passiva [57]	46
Figura 2.36 – Insuflador de ar ou Unidade de Tratamento de Ar [58].....	48
Figura 2.37 – Ventiladores de insuflação de ar [59].....	48
Figura 2.38 – Ventiladores de extração de fumo [59].....	49
Figura 2.39 – Registos Corta-Fogo motorizados retangular e circular [59]	49
Figura 2.40 – Ventiladores de impulso para direcionamento de fumo [59].....	50
Figura 2.41 – Vias Verticais e Horizontais de Evacuação [1]	51
Figura 2.42 – Controlo de fumo em VVE com abertura permanente no topo e exutor [61].....	51
Figura 2.43 – Distância entre bocas ou grelhas de entrada de ar ou saída de fumo em VHE [61]	53

Figura 2.44 – Porta Corta-Fogo [63].....	54
Figura 2.45 – Divisórias resistente ao fogo[64].....	55
Figura 2.46 – Sistema de cortina de água aplicada sobre uma janela [65].....	55
Figura 2. 47 – Selagens Corta-Fogo [66].....	56
Figura 2.48 – Planta de Emergência exemplificativa [69]	57
Figura 4.1 – Instalações da Mercedes Benz Portugal.....	87
Figura 4.2 – Localização das Centrais de Incêndio	89
Figura 4.3 – Central de Incêndio FC2060 SIEMENS	89
Figura 4.4 – Esquema de princípio do SADI no Edifício A.....	90
Figura 4.5 – Pormenor de instalação do SADEI no DataCenter	93
Figura 4.6 – Registos Corta-Fogo instalados nos OpenSpace 1 e 2 do Piso 0	95
Figura 4.7 – Registos Corta-Fogo instalados na Zona Central do Piso 0	96
Figura 4.8 – Registos Corta-Fogo instalados na zona da Cozinha do Piso 0.....	96
Figura 4.9 – Registos Corta-fogo instalados no Piso 1	96

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 – Relatório de Atividades 2019 [1]	1
Tabela 2.1 – Limites inferior e superior de inflamabilidade de diversos gases combustíveis [6] .	9
Tabela 2.2 – Pontos de inflamação para diversos combustíveis [7]	10
Tabela 2.3 – Temperatura de autoignição para alguns gases [9]	10
Tabela 2.4 – Limites de altura dos tetos e raio de ação [16]	22
Tabela 2.5 – Classificação de Fogos e Agentes Extintores [36]	27
Tabela 2.6 – Código de cores da ampola segundo norma NFPA 13 [46]	33
Tabela 2.7 – Tipos de controlo de fumo em diversas tipologias de edifícios [60]	50
Tabela 2.8 – Largura mínima de Vias Horizontais de Evacuação [62]	53
Tabela 2.9 – Simbologia de Resistência ao fogo [66]	56
Tabela 2.10 – Classificação e duração de resistência ao fogo [66]	57
Tabela 3.1 – Categorias de Risco para UT I [72]	68
Tabela 3.2 – Categorias de Risco para UT II [72]	68
Tabela 3.3 – Categorias de Risco para UT III [72]	68
Tabela 3.4 – Categorias de Risco para UT IV e V [72]	69
Tabela 3.5 – Categorias de Risco para UT VI e IX [72]	69
Tabela 3.6 – Categorias de Risco para UT VII [72]	70
Tabela 3.7 – Categorias de Risco para UT VIII [72]	70
Tabela 3.8 – Categorias de Risco para UT X [72]	70
Tabela 3.9 -Categorias de Risco para UT XI [72]	71
Tabela 3.10 – Categorias de Risco para UT XII [72]	71
Tabela 3.11 – Exemplo de identificação de zonas numa Matriz de Incêndio	72
Tabela 3.12 – Exemplo de comandos numa Matriz de Incêndio	72
Tabela 3.13 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo I	73
Tabela 3.14 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo II	75
Tabela 3.15 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo III	76
Tabela 3.16 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo IV	77
Tabela 3.17 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo V	78
Tabela 3.18 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo VI	79
Tabela 3.19 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo VIII	81
Tabela 3.20 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo IX	82
Tabela 3.21 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo X	83
Tabela 3.22 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo XI	84
Tabela 3.23 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo XII	85
Tabela 4.1 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 3	91
Tabela 4.2 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 4	92
Tabela 4.3 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 5	92
Tabela 4.4 – Coluna de Entradas da Matriz de Incêndio	97
Tabela 4.5 – Linha de Saídas da Matriz de Incêndio	97
Tabela 4.6 – Matriz de Incêndio realizada em projeto para o Edifício A da Mercedes-Benz Portugal	98

Siglas e Acrónimos

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BIE – Bocas de Incêndio Equipadas

CDI – Central de Detecção de Incêndio

DN – Diâmetro Nominal

EN – Norma Europeia

FT – Ficha Técnica

HFC - Hidrofluorcarbonetos

LII – Limite Inferior de Inflamabilidade

LSI – Limite Superior de Inflamabilidade

NP – Norma Portuguesa

NT – Nota Técnica

PPM – Parte por Milhão

PT – Posto de Transformação

QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão

RIA – Rede de Incêndio Armada

RJ-SCIE – Regimento Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

RSCIE – Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

RT – Regulamento Técnico

SADEI – Sistema Automático de Detecção e Extinção de Incêndios

SADG – Sistema Automático de Detecção de Gás

SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndio

SCI – Segurança Contra Incêndios

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

UCS – Unidade de Controlo e Sinalização

UT – Utilização-Tipo

VHE – Vias Horizontais de Evacuação

VVE – Vias Verticais de Evacuação

1. Introdução

Inicialmente o fenómeno de fogo consiste numa reação química exotérmica cuja energia é transferida de um meio interior para o meio exterior. Existe, portanto, fogo quando se verifica a combustão de um determinado combustível, quer seja líquido, sólido ou gasoso. Caso não ocorra extinção inicial do fogo, o mesmo irá consumir quaisquer materiais circundantes propagando-se rapidamente e descontroladamente, passando desta forma a denominar-se de incêndio.

Em Portugal a incidência do número de incêndios urbanos tem vindo a aumentar gradualmente a cada ano, causando elevados danos económicos, materiais e humanos, sendo o mesmo verificado através da Tabela 1.1 retirada do “Relatório de Atividades de 2019” [1], realizado pela Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil.

Tabela 1.1 – Relatório de Atividades 2019 [1]

Tipo de socorro	2014	2015	2016	2017
Incêndios em habitação	6380	6484	6718	7019
Incêndios industriais	626	692	679	741
Outros incêndios (excluindo rurais)	11125	9944	9733	10809

Devido ao aumento gradual dos incêndios em Portugal, considera-se fundamental realizar-se uma avaliação de riscos presentes nos edifícios por forma a reduzir estes valores, sendo possível desta forma minorar os efeitos pejorativos inerentes ao fenómeno de incêndio.

O risco de incêndio encontra-se classificado através de normas específicas que possuem como base a tipologia de edifício e as suas características, dependendo de fatores como a ocupação, composição (materiais e dimensões) e conteúdo de um edifício (materiais presentes e respetivo nível de inflamabilidade).

Nesta ótica, existe uma elevada importância associada ao estudo deste fenómeno, começando inicialmente com a execução de um correto projeto de especialidades de acordo com a tipologia do edifício e as suas necessidades. Desta forma existe a necessidade de considerar: um conveniente sistema de extinção e desenfumagem, coerente com a metodologia de compartimentação corta-fogo horizontal e vertical; o estabelecimento de caminhos de evacuação eficazes, corretamente dimensionados e ventilados; um sistema de deteção e alarme preciso quanto à informação do local de eclosão do fogo, associado à correta execução de uma matriz de incêndio de todos os equipamentos afetos ao combate ou alarme de um incêndio, sendo capaz de informar os responsáveis pela segurança do edifício, dando desta forma possibilidades aos mesmos de tomarem medidas de combate, muito antes de existir um situação irreversível, podendo desta forma evitar um desastre material ou ultimamente humano.

1.1. Motivação e Estrutura

Através do estudo realizado, verifica-se que a temática apresentada no presente documento se encontra ainda em desenvolvimento, justificando-se por vezes através da falta de informação verificada, aquando da realização do mesmo.

Face ao exposto, e havendo uma enorme motivação e curiosidade de aprendizagem neste tipo de equipamentos e sistemas nasce o presente documento, derivado ainda da complexidade e importância desta especialidade de engenharia na segurança e bem-estar de todas as pessoas.

Paralelamente, verifica-se uma forte componente mecânica associada aos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), que promovem a melhoria na qualidade do ar no interior de um edifício, havendo desta forma uma interligação deveras interessante de processos de climatização e de desenfumagem promovendo desta forma o bem-estar dos ocupantes e a sua segurança, que se verifica ser um fator de interesse na execução do presente documento.

Como forma de arranque o trabalho proposto inicia-se no Capítulo 2, com uma descrição detalhada dos fenómenos de fogo e incêndio realizando-se uma distinção entre estes dois conceitos e exemplificando-se os motivos pelos quais este se propaga exponencialmente.

Numa segunda fase é detalhado ainda no Capítulo 2, o conceito de deteção de incêndio, mencionando para tal os equipamentos e tecnologias utilizadas, a sua correta localização/instalação e distribuição destes equipamentos, e todos os sistemas automáticos agregados a estes componentes. Por forma a se manter a cronologia de deflagração um incêndio, é então mencionado e descrito o fenómeno de extinção de um incêndio, descrevendo-se os meios e equipamentos utilizados para tal, e sistemas de extinção não baseados em água como meio extintor. Foi ainda detalhada a tipologia de sistemas de controlo de fumos, também designado por desenfumagem, descrevendo-se para tal o seu conceito de utilização e metodologias aplicadas, explicitando-se desta forma o conceito de compartimentação corta-fogo horizontal e vertical, e suas utilizações. Inserido ainda nesta fase, foram apresentados os conceitos de evacuação de edifícios e os respetivos planos de emergência, associando os diversos equipamentos e sistemas para a sua correta implementação e funcionamento.

Tendo em conta todo o estudo prévio realizado ao longo deste documento, foram então descritas no Capítulo 3 as metodologias de realização de matrizes de incêndio, englobando as utilizações-tipo de edifícios e suas categorias de risco, servindo como base para a realização e comparação do caso de estudo proposto no Capítulo 4.

Por fim, no Capítulo 5 foi realizada a conclusão do documento, justificando as decisões tomadas e dificuldades obtidas no mesmo, enaltecendo a importância do estudo do respetivo tema.

1.2. Objetivos

Devido à problemática do tema apresentado e motivações descritas anteriormente, neste trabalho procura-se estudar os processos de realização uma matriz de incêndio, relacionando a

mesma com as diversas tipologias de edifícios apresentadas e os seus graus de risco. Desta forma, foi necessário estudar as diversas tecnologias, metodologias e equipamentos associados a estes sistemas de Segurança Contra Incêndio, por forma a minimizar os danos provocados pelo fenómeno do incêndio, dando enfoque aos sistemas de controlo de fumos e evacuação.

Por forma a se atingirem os objetivos propostos, foram estudadas as metodologias de realização de Matrizes de Incêndio para as diversas Utilizações-Tipo de edifícios e explicitados todos os equipamentos que se incluem. Desta forma, foi apresentado o respetivo caso de estudo, iniciando-se com uma descrição do edifício e como se encontra estruturado na ótica da temática da Segurança Contra Incêndios. Posteriormente será analisada a Matriz de Incêndio implementada durante as obras de requalificação que sofreu, sendo realizada uma comparação entre a mesma e a metodologia explicitada para a respetiva Utilização-Tipo do edifício.

2. Estado da Arte

2.1. O Fogo e o Incêndio

O fogo considera-se a maior conquista do ser humano desde o início dos seus tempos. Através desta descoberta, o Homem evoluiu, possuindo a capacidade de se proteger de predadores utilizando o calor e a luz irradiada pelo fogo para provocar um sentimento de medo. Através da sua capacidade de raciocínio, o Homem aplicou o fogo para sua benesse, aprendendo a utilizar o fogo para se aquecer, sobrevivendo a climas gélidos, caçar animais que outrora não conseguia, utilizando tochas para assustar e encurralar a(s) sua(s) vítima(s) ganhando assim vantagem sobre elas, e a cozinhar os seus próprios alimentos de forma mais saudável, uma vez que, aquecendo os seus alimentos conseguiria destruir impurezas presentes nos alimentos, aumentando por sua vez as suas capacidades de sobrevivência.

Com a descoberta do fogo e sua utilidade, o ser humano foi capaz de se elevar como espécie dominante e realizar todas as descobertas que fundamentam a sua dominância perante as restantes espécies.

Quimicamente o fogo distingue-se como sendo uma reação química exotérmica (combustão/oxidação) entre uma matéria combustível e um comburente. Geralmente, um composto orgânico tal como o papel, a madeira, plásticos, gases de hidrocarbonetos e gasolina, suscetíveis a oxidação em contato com uma substância comburente, como o oxigénio, ao atingirem a energia/temperatura de ativação/ignição entram em combustão.

Já um incêndio, que por sua vez deriva do fenómeno do fogo, caracteriza-se como sendo uma ocorrência de fogo não controlado, podendo provocar a perda do património, de equipamentos, na perda de vidas humanas ou ainda a cessação de atividades laborais parcial/total.

Devido a esta capacidade destrutiva, houve necessidade de se criar técnicas de combate ao incêndio, introduzindo legislação e sensibilização nas sociedades que permitem uma coexistência segura entre o uso seguro das propriedades da sua reação e o seu poder destrutivo.

A energia para iniciar este processo pode ser fornecida através de uma faísca ou chama. Iniciada a reação anteriormente descrita, o calor transferido pela reação mantém o processo em atividade, até a atuação de um agente extintor.

Relativamente às causas de incêndio, estas podem ser naturais, através de descargas elétricas provocadas durante trovoadas ou devido a elevadas temperaturas registadas no período de verão, sendo aplicado em casos de incêndios florestais, ou derivado de causas humanas, podendo ser causada por descuido, desconhecimento ou ultimamente por fogo posto. Como tal, as fontes de incêndio podem ser de origem:

- **Térmica** – normalmente promovido por motores de combustão, radiação, tabagismo ou materiais e equipamento que libertem chama.
- **Elétrica** – normalmente promovido por má utilização de equipamentos, aparelhos defeituosos ou eletricidade estática.

- **Mecânica** – normalmente promovido por faíscas provocadas durante a utilização de ferramentas ou equipamentos.
- **Química** – como por exemplo reações químicas exotérmicas durante a utilização de produtos químicos.

No que diz respeito ao meio ambiente, o fenómeno de incêndio possui diversas consequências associadas, através do fumo provocado por este fenómeno, constituído por gases tóxicos para o ser humano e para a atmosfera circundante, bem como destruição de património, contaminação de solos e de águas, entre outros.

Como tal, é de máxima importância, não só a implementação e constante melhoria de medidas de prevenção abrangentes, mas também uma constante melhoria na aplicação e tecnologias de sistemas de combate a incêndios para que no caso de deflagração de um incêndio seja possível extingui-lo de uma forma mais rápida e eficiente antes da intervenção humana.

2.1.1. A Química do Fogo

O conceito de fogo, anteriormente mencionado, consiste numa reação química com elevada libertação energética, ou seja, uma reação exotérmica com libertação de calor e luz. Em geral, para se verificar a combustão não bastará misturar o combustível com o comburente, sendo necessária uma fonte de energia que possa iniciar o processo, ou seja, uma energia de ativação. Através da junção destes três fatores origina-se a combustão, sendo o processo demonstrado na Figura 2.1 através do triângulo do fogo.



Figura 2.1 – Triângulo do fogo [2]

A ação conjunta destes três elementos, necessária para se iniciar a combustão, pode não ser condição suficiente para a manter. Por forma a garantir a continuidade da combustão verifica-se necessário introduzir-se um quarto elemento, designado por reação em cadeia.

Com efeito, no decurso da reação química formam-se os chamados radicais livres, resultantes da decomposição das moléculas nos átomos que lhes deram origem. Os mesmos, contêm uma densidade de energia elevada, reagindo rapidamente com outras moléculas, formando mais radicais livres expandindo, desta forma, a combustão no espaço e no tempo. Como tal, dá-se o nome de tetraedro do fogo a este novo fenómeno, como representado na Figura 2.2.

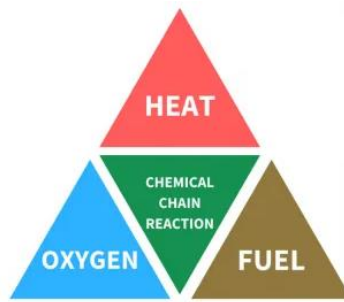


Figura 2.2 – Tetraedro do fogo [3]

O combustível designa-se na reação como a substância redutora, que arde, tratando-se de qualquer substância que reaja com o oxigênio circundante, libertando dessa forma energia em forma de calor, chamas e gases. Caso não exista ou seja removida uma destas propriedades, a reação não ocorre.

Em certos tipos de incêndio promovidos por gases, a reação pode ser descrita através de um rácio estequiométrico. Em qualquer mistura combustível-ar existe um rácio ótimo a partir do qual a combustão será mais eficiente, designando-se por condição estequiométrica, quando a quantidade de ar se encontra em equilíbrio com a quantidade de combustível.

Sendo o calor um produto resultante da reação descrita anteriormente, o mesmo é suscetível de se propagar através de diversos meios, tais como:

- **Condução:** em que átomos ou moléculas a uma temperatura mais elevada possuem níveis de energia superiores. Através da vibração natural, essa energia é transferida para átomos ou moléculas vizinhas. Este tipo de transferência de energia é tanto mais rápido quanto melhor for o condutor, sendo os metais um bom exemplo disso, contrariamente a matérias como a cortiça e a borracha. Já no caso de um edifício, o meio de condução verifica-se através de estruturas metálicas, pilares, vigas e paredes, como representado na Figura 2.3.

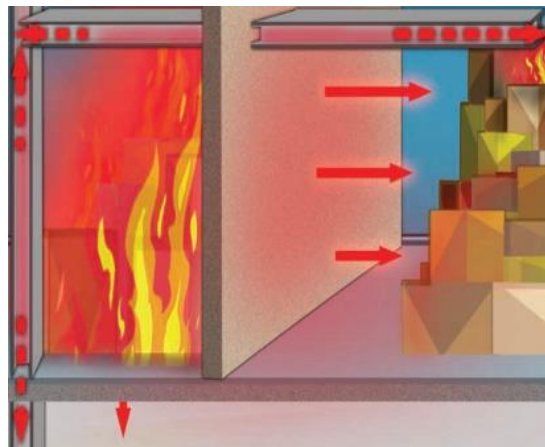


Figura 2.3 – Transferência de calor por condução [4]

- **Convecção:** correspondente a um modo de transferência de calor que ocorre através do movimento de massas coletivas de átomos e moléculas aquecidos. A menor densidade dos gases aquecidos provoca correntes ascendentes dos gases quentes e correntes descendentes do ar circundante mais frio. Num edifício, esta forma de propagação realiza-se através de todos os meios de comunicação interiores, tais como elevadores,

corredores, coretes ou condutas de ventilação, e exteriormente através da fachada do edifício, como esquematizado na Figura 2.4.



Figura 2.4 – Transferência de calor por convecção [4]

- **Radiação:** Modo de transferência de calor que ocorre através de fótons presentes em ondas eletromagnéticas. O movimento aleatório de átomos e moléculas presentes na substância aquecida resulta da emissão de ondas eletromagnéticas, nomeadamente radiação infravermelha, que transportam o calor a ser transferido (ver Figura 2.5). Como tal, a energia é transmitida através do espaço, sem suporte material e em todas as direções, semelhante à radiação produzida pelo sol, que ao encontrar um corpo opaco, transforma-se em calor, aquecendo-o.



Figura 2.5 – Transferência de calor por radiação [4]

2.1.2. Fatores que afetam o fogo

2.1.2.1. Limites de inflamabilidade

Um gás/combustível inflamável queima no ar numa faixa limitada relativa à sua composição. Como tal, um limite de inflamabilidade consiste num intervalo de concentrações de um gás/combustível que poderá resultar num incêndio caso uma fonte de ignição seja fornecida. Definem-se então, para cada combustível, os limites de inflamabilidade verificados na Tabela 2.1, que delimitam o campo de inflamabilidade, dentro dos quais é possível o início da combustão, de acordo com a norma portuguesa NP-3874-1 [5].

- **Limite Inferior de Inflamabilidade (LII)** – diz respeito à percentagem mínima de combustível gasoso que, misturado com o ar, permite a combustão, não sendo a mesma possível abaixo desse valor limite, sendo designada como mistura pobre.
- **Limite Superior de Inflamabilidade (LSI)** – diz respeito à percentagem máxima de combustível gasoso que, misturado com o ar, permite a combustão, não sendo a mesma possível acima desse valor limite, sendo designada por mistura rica.

Tabela 2.1 – Limites inferior e superior de inflamabilidade de diversos gases combustíveis [6]

Combustível	Campo de Inflamabilidade	
	LII (%)	LSI (%)
Hidrogénio	4,0	75,0
Monóxido de Carbono	12,5	74,0
Propano	2,1	9,5
Acetileno	2,5	82,00
Gasolina (vapor)	1,4	7,6
Éter (vapor)	1,7	48,0
Álcool (vapor)	3,3	19,0

2.1.2.2. Ponto de inflamação

Designa-se por ponto de inflamação a temperatura mínima, a partir da qual um combustível emite vapor em concentração suficiente para se formar uma mistura inflamável com o ar à superfície do líquido.

O ponto de inflamação é normalmente um indicador de suscetibilidade à ignição, sendo determinado através do aquecimento do líquido, medindo a temperatura a partir da qual uma chama é obtida na zona de vapor acima da superfície do líquido, utilizando uma fonte de ignição, como por exemplo uma faísca.

Como tal, verifica-se importante estabelecer a diferença entre líquido combustível e líquido inflamável.

- **Líquido combustível:** Qualquer líquido que possua um ponto de inflamação superior ou igual a 37,8 °C.
- **Líquido inflamável:** Qualquer líquido que possua um ponto de inflamação inferior a 37,8 °C.

Verifica-se que muitos dos combustíveis não são compostos por apenas um tipo de líquido, mas sim uma mistura de diversos tipos. Como tal, o ponto de inflamação, neste caso, é determinado pelo composto com menor ponto de inflamação, uma vez que este é o primeiro a possuir a capacidade de produzir chama.

O ponto de inflamação é ainda um conceito de elevada importância na investigação e proteção de incêndios, não só para a classificação de líquidos inflamáveis, mas também para a classificação e avaliação de situações de perigo, ajudando dessa forma na adequação dos meios de combate ou extinção de incêndios [7]. Alguns pontos de inflamação de determinados combustíveis são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Pontos de inflamação para diversos combustíveis [7]

Combustível	Ponto de Inflamação (°C)
Etanol	16,6
Gasolina	45 - 50
Diesel	50 - 60
Querosene	38 - 72

Através da equação 1 foi possível retirar o valor do ponto de inflamação para diversos líquidos ou gases.

$$t_f = 0,683t_b - 71,7 \quad (1)$$

Onde:

- t_f , corresponde ao valor do ponto de inflação do líquido ou gás, calculado em °C;
- t_b , corresponde à temperatura de ebulição do líquido ou gás, medido em °C.

2.1.2.3. Autoignição

Designa-se por autoignição o fenómeno de combustão que ocorre a uma temperatura mínima, independente de uma fonte de ignição, para iniciar a sua reação.

Este processo ocorre quando uma mistura de gases ou vapores inflama espontaneamente, após uma temperatura designada por temperatura de autoignição. Alguns exemplos de temperatura de autoignição encontram-se apresentados na Tabela 2.3. Esta temperatura não se define como uma propriedade intrínseca dos gases ou vapores, mas sim como a temperatura mais baixa onde a taxa de calor dos gases ou vapores aumenta além da taxa de perda de calor para o ambiente, resultando no processo de ignição [8].

O mecanismo em causa, para além da temperatura, é ainda afetado pela pressão, volume, contaminantes, taxa de transferência e pela concentração de reagentes.

Tabela 2.3 – Temperatura de autoignição para alguns gases [9]

Componente	Temperatura de Autoignição (°C)
Monóxido de Carbono	605
Hidrogénio	560
Metano	610
Etano	525
Propano	470
Benzeno	555

2.1.3. Crescimento e Propagação de um Incêndio

O crescimento e propagação de um incêndio são fases de importante análise, uma vez que permitem retirar conclusões quanto ao combate do incêndio e medidas de intervenção a tomar para extinção do mesmo.

O reconhecimento destas fases de desenvolvimento determina-se como sendo essencial para as operações de emergência contra o incêndio. O mesmo permite ao corpo de intervenção preparar-se para o combate e determinar possíveis propagações e efeitos resultantes das suas ações [10].

O desenvolvimento de um incêndio depende de diversos fatores, sendo caracterizado pelas seguintes fases:

- **Eclosão** – Designa-se como a fase inicial do incêndio, sendo que a sua duração está condicionada fundamentalmente pela qualidade e quantidade de material combustível.
- **Propagação** – Nesta fase, a combustão ativa-se rapidamente propagando-se para os meios combustíveis mais próximos. O processo de propagação denomina-se como contínuo, correspondendo a uma elevação gradual da temperatura no compartimento onde se desenvolve o incêndio. Normalmente entre o intervalo de temperaturas de 500 °C e 600 °C, ocorre o fenómeno em que existe possibilidade dos combustíveis em causa se autoinflamarem. A este fenómeno dá-se a designação de “Inflamação Generalizada” ou “Flash-Over”.
- **Combustão Contínua** – Nesta fase, a temperatura no compartimento mantém-se praticamente constante e poderá existir combustível em grandes quantidades, sendo o incêndio controlado pela quantidade de oxigénio disponível no ar. Como tal, trata-se de uma fase em que o incêndio se encontra maioritariamente controlado pelo efeito de ventilação.
- **Declínio** – Nesta fase a temperatura diminui bem como a produção de chama e fumos, o qual ocorre naturalmente após o consumo da maioria do combustível. Como tal, à medida que o combustível presente na reação vai sendo consumido e a intensidade das chamas diminuindo, a taxa de libertação de calor diminui também. A fase de declínio das chamas pode ainda ser antecipado no caso em que a dissipação de energia for superior à sua produção, provocando desta forma uma redução da temperatura no compartimento até se atingir o valor da temperatura ambiente do espaço.

A propagação ou não do incêndio é dependente de diversos fatores, como são exemplo, a natureza do combustível, geometria do espaço, temperatura exterior ao local do incêndio, entre outros.

Não obstante, nem todos os incêndios passam pelas fases anteriormente descritas, visto que todos os incêndios ocorrem de formas diferentes. Aqueles que são detetados durante as fases iniciais de ignição e propagação permitem que seja possível uma intervenção atempada das forças de intervenção ou de sistemas de extinção presentes na instalação, não permitindo o avanço do mesmo para as fases seguintes, permitindo reduzir a destruição de objetos materiais e de vidas humanas [11].

2.2. Detecção Automática de Incêndio

Diversos desastres naturais ameaçam o meio ambiente e a vida humana. Entre esses desastres, os incêndios são uma das ameaças mais devastadoras para a vida humana. Como tal, a deteção e evacuação de incêndio possui um cariz de elevada importância, reduzindo desta forma os riscos envolvidos no decorrer de um incêndio, tais como, ferimentos, perdas de vidas humanas e perdas económicas e materiais [12].

Especificamente, os incêndios em espaços fechados como edifícios e residências, envolvem materiais que geralmente reagem de uma forma mais lenta, designadas por reações latentes. Em comparação com incêndios em espaços ao ar livre, as reações latentes são consideradas de baixa intensidade, libertando quantidades relativamente pequenas de energia. Por outro lado, após o início do incêndio, verifica-se que o mesmo produz concentrações significativamente mais elevadas de gases e compostos orgânicos voláteis. Além destes, emitem ainda gases tóxicos e asfixiantes que diminuem a probabilidade de evacuação ao incêndio [13].

Muitos dos incêndios são colmatados na sua fase inicial, quer seja por autoextinção ou por atuação precoce no mesmo. Como tal, é de elevada importância a máxima celeridade na sua extinção por forma a que sejam iniciados todos os procedimentos necessários ao alarme, confinamento, extinção e eventual evacuação de vidas humanas, atenuando desta forma os riscos agravados derivados da sua evolução.

Os detetores de incêndio consistem numa primeira linha de aquisição de dados de um sistema automático de deteção de incêndios. Possuem como função a deteção precoce de eventuais focos de incêndios sem a necessidade de intervenção humana. Estes são agrupados por circuitos, de modo a dar informação mais detalhada por zona (zona de deteção).

Como tal, este equipamento pode ser dividido em três partes:

- **Sensor** – cujo objetivo é medir a evolução de um parâmetro físico ou químico ao qual se encontra adaptado e transformá-lo num sinal elétrico;
- **Tratamento da informação recebida** – que analisa a informação fornecida pelo sensor, fazendo a posterior distinção entre os estados de repouso, interrupção ou alarme;
- **Transmissão da informação** – que envia informações representativas dos estados de serviço, de acompanhamento, de perturbação ou de alarme de incêndio dos equipamentos de controlo e de sinalização, podendo ainda ser enviadas informação identificativas do sensor em causa.

Quanto ao seu funcionamento, os detetores medem a evolução de um parâmetro físico ou químico (fumo, temperatura ou gás), transformando-o num sinal elétrico que é lido pela Central de Deteção de Incêndio (CDI). A componente de tratamento de informação analisa a mesma, fornecida pelo sensor, e faz a distinção entre os estados de repouso, interrupção ou alarme.

Ultimamente, ao se confirmar a deteção de incêndio, o detetor envia a informação através de sinais elétricos, por forma a serem acionados os mecanismos de extinção ou ainda serem chamados os membros de combate ao incêndio, neste caso, o corpo de bombeiros mais próximo do local.

Devido à sua natureza tecnológica, estes equipamentos podem introduzir falhas nos sistemas, sendo a sua construção dificultada por diversos fatores, tais como:

- Diferentes tipos de fogos possuem assinaturas de incêndio diferentes, na medida em que a combustão de diferentes materiais provoca diferentes intensidades de fumo, devendo ser tomada em atenção a sensibilidade dos próprios dispositivos.
- Falsos alarmes que, dependendo do local onde se encontram instalados e da situação do próprio alarme, podem causar danos materiais e económicos. Por forma a evitar este acontecimento, as grandezas que se encontram a ser monitorizadas devem possuir um limiar e/ou uma taxa de variação antes de sinalizar o alarme ou atuar.
- A distância a que um detetor se encontra pode atrasar substancialmente a deteção. Dessa forma, um incêndio que comece num compartimento sem detetores só é detetado por um detetor próximo do mesmo.

Como tal, a escolha correta, bem como a localização dos detetores de incêndio, é essencial para se obter bons resultados, sendo apenas conseguida através duma boa avaliação individual de cada caso.

2.2.1. Detetores, Botões e Difusão sonora de Alarme

Na sua base, um detetor de incêndio consiste num dispositivo que deteta os diversos parâmetros de um incêndio, efetuando-se posteriormente o alarme através de dispositivos sonoros, tais como sirenes, que alertaram os utilizadores dos espaços acerca de uma possível ameaça de incêndio [14].

Visto que a deteção por detetores de incêndio possui inerentemente uma atuação tardia, existem ainda equipamentos, tais como botões de alarme, que se caracterizam por serem de atuação imediata de um alarme quando se verifica um incêndio.

Atualmente verifica-se a existência de diversos tipos de detetores automáticos de incêndio, tais como detetores de fumo, detetores de chamas, detetores de temperatura e detetores de gás.

Estes dispositivos são concebidos de forma a detetar uma ou mais características de um incêndio, como por exemplo, o fumo, o calor, a temperatura e outros produtos resultantes da combustão.

Verifica-se ainda que inseridos na vasta panóplia de detetores de incêndio, os detetores de fumo, de calor e de dupla tecnologia, são os mais utilizados, visto que permitem dar resposta à generalidade das necessidades de deteção.

Com a evolução da tecnologia na área da Segurança Contra Incêndios (SCI), começaram a ser fabricados e lançados para o mercado detetores automáticos que conjugam dois ou mais tipos de indicadores de incêndio, tais como detetores automáticos de fogo e temperatura, detetores automáticos de fogo, gás e temperatura e ainda detetores incorporados com sirenes de alarme, conjugando assim diversas funcionalidades num equipamento apenas.

2.2.1.1. Detetores de Calor ou Térmicos

Na Figura 2.6 visualiza-se um detetor de incêndio térmico. Este tipo de detetores baseia-se numa metodologia de funcionamento composta por uma resistência elétrica, cujo valor varia significativamente com o aumento de temperatura. Através da alteração deste valor elétrico irá ser acionado o alarme.



Figura 2.6 – Detetor de incêndio térmico [15]

Como vantagem, este tipo de detetores possuem uma elevada fiabilidade, possuindo uma pequena probabilidade de provocar falsos alarmes. Visto serem atuados por temperatura, este tipo de dispositivo possui maior aplicação em espaços confinados, onde se verifique incêndios de elevadas temperaturas e com elevadas velocidades de propagação.

Dentro desta tipologia, distingue-se ainda duas subcategorias distintas de detetores térmicos, sendo eles detetores termovelocimétricos e detetores termoestáticos, possuindo funcionalidades distintas entre ambos.

- **Detetores Termovelocimétricos** - Esta tipologia de detetores térmicos efetua a sinalização inicial de um incêndio de desenvolvimento rápido no caso em que o aumento de temperatura por unidade de tempo ultrapassar um determinado valor, normalmente se se verificar uma elevação de 5 °C a 10 °C por minuto. Estes detetores possuem um princípio de funcionamento semelhante ao termopar, possuindo um elemento sensorial no seu interior.
- **Detetores Termoestáticos** - Esta tipologia de detetores térmicos efetua a sinalização inicial do incêndio no caso em que uma determinada temperatura seja ultrapassada, sendo considerados dispositivos de elevada fiabilidade. Relativamente ao seu princípio de funcionamento, estes baseiam-se em três princípios distintos, na dilatação de um sensor bimetálico, na fusão de um elemento base e num contato elétrico entre dois fios isolados por uma camada de isolante que se degrada em função da temperatura.

Entre estes, os detetores termovelocimétricos consideram-se mais adequados para instalação em locais onde a temperatura ambiente é reduzida ou varia lentamente, enquanto os detetores termoestáticos consideram-se mais adequados para instalação em locais onde se prevê que a temperatura ambiente possa variar rapidamente num curto espaço de tempo. Regra geral, os detetores térmicos possuem uma maior resistência a condições ambientais adversas do que outros tipos de detetores [16].

2.2.1.2. Detetores de Fumo

O detetor de fumo possui uma maior eficácia na detecção de um incêndio na sua fase inicial, quando existe libertação de fumo, sendo o mesmo transportado para o teto devido às correntes de ascensão do ar quente que se estratifica na zona mais elevada, uma vez que possui menor densidade que o ar arrefecido.

O mesmo pode ser subdividido em duas tipologias distintas:

- **Detetores óticos** - Este subtipo de detetor pode ser visualizado na Figura 2.7, é caracterizado por realizar a sua detecção de duas formas distintas, por difusão de luz ou por absorção de luz, sendo que ambos os subtipos se baseiam numa fonte luminosa e numa célula fotoelétrica recetora de luz.



Figura 2.7 – Detetor de fumo do tipo ótico [17]

No caso de absorção de luz, na Figura 2.8, verifica-se a presença de incêndio quando o feixe de luz, que incide continuamente na célula fotoelétrica, é obscurecido, desencadeando dessa forma um alarme. Para o caso de dispersão de luz, verifica-se que o fumo provoca a dispersão dos raios de luz, fazendo com que a mesma chegue ao recetor, desencadeando-se o alarme [16].

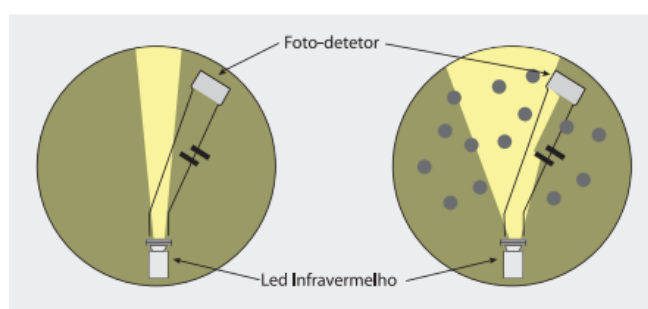


Figura 2.8 – Fenómeno de dispersão de Luz em Detetores Óticos de Fumo [17]

- **Detetores iónicos:** Neste subtipo de detetor, apresentado na Figura 2.9, uma fonte radioativa ioniza o ar que circula no interior de uma câmara, criando uma diferença de potencial entre os eléctrodos do equipamento, permitindo uma medição de corrente eléctrica. Após a entrada de fumo no equipamento, verifica-se uma alteração na corrente causando uma redução na potência presente no circuito, que por sua vez gera o alarme. Visto que esta tipologia de detetor de fumo utiliza uma fonte radioativa para ionizar o ar, que por sua vez é prejudicial ao ser humano, a sua utilização caiu em desuso.



Figura 2.9 – Detetor de fumo do tipo iónico [18]

Os detetores de fumo, por funcionarem segundo o princípio de difusão de luz verificam-se sensíveis a partículas opticamente ativas de maiores dimensões, que se encontram em fumos visivelmente densos, sendo menos sensíveis a pequenas partículas produzidas em incêndios de combustão limpa. Materiais como o PVC quando sobreaquecidos, ou quando entram em combustão lenta, produzem fumo que contém principalmente grandes partículas, às quais os detetores óticos são particularmente sensíveis. [16]

2.2.1.3. Sistema de Aspiração de Fumos

Complementarmente aos detetores de fumo, verifica-se a existência de um sistema de aspiração de fumos. Neste sistema é utilizado um sistema de tubagem com orifícios de pequenas dimensões para recolha de ar ambiente de uma zona a proteger e um sistema de aspiração elétrico que efetua a recolha de ar para o interior de uma central de deteção, a qual possui sensores no seu interior para análise do ar recolhido, como se pode verificar na Figura 2.10.

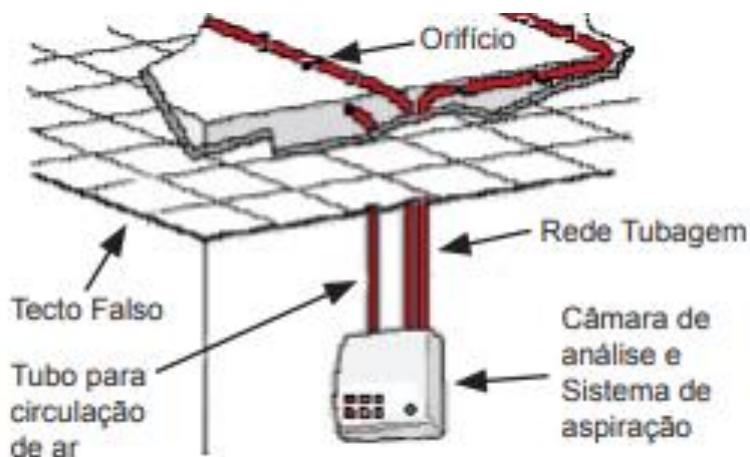


Figura 2.10 – Sistema de Deteção por Aspiração [19]

O ar aspirado atravessa um ou mais filtros de modo a evitar que partículas de poeira cheguem à central de deteção, evitando-se desta forma a formação de um falso alarme. Depois de passar pelo sistema de filtração, a amostra de ar passa pela central de deteção e, no caso de existir fumo, será desencadeado o sinal de alarme.

Relativamente à instalação de detetores de aspiração, a mesma é aconselhável em áreas onde:

- Será indispensável uma detecção de incêndios muito precoce, como por exemplo, em armários técnicos e bastidores, salas de computadores, telecomunicações ou hospitais.
- O ambiente seja limpo.
- O fumo seja difícil de ser detetado, como por exemplo em armazéns com pé direito elevado, átrios ou estádios cobertos.

Para este tipo de sistema de detecção existem limitações quanto à área de cobertura do mesmo, uma vez que cada lance de tubagem poderá possuir grandes comprimentos, não sendo possível diferenciar o local de ocorrência do foco de incêndio. Como tal, e por forma a combater esta limitação, seria necessário instalar diversas centrais e ramais de aspiração por forma a se abranger uma maior área e se obter uma diferenciação dos espaços, obtendo-se uma maior precisão na detecção do incêndio.

2.2.1.4. Detetores de Gás

O detetor de gás gera um alarme quando deteta a existência de gases típicos de combustão na atmosfera de um espaço, tais como dióxido de carbono, hidrogénio, nitrogénio ou acetileno. A Figura 2.11 apresenta um exemplo de detetor de gás. Relativamente à sua utilização, os mesmos são normalmente montados em espaços como cozinhas, parques de estacionamento, centrais térmicas ou armazéns.



Figura 2.11 – Exemplo de Detetor de Gás [20]

Quanto ao seu funcionamento, utilizam um elemento catalítico, presente no seu interior, que promove a aceleração da oxidação dos gases combustíveis a que tiver exposto, gerando se for o caso um alarme.

2.2.1.5. Detetores de Chama

Os detetores de chama são detetores sensíveis à radiação ultravioleta, infravermelha ou uma combinação das duas. Estes detetores são utilizados normalmente em situações em que exista uma rápida progressão de um incêndio. Quando os níveis de radiação atingem um determinado valor, o sistema assume que existe um incêndio e envia essa informação para posterior acionamento de alarme [21].

- **Detetor Ultravioleta** – Este funciona através da detecção da radiação ultravioleta no instante de ignição do incêndio (ver, Figura 2.12). Apesar de ser capaz de detetar

incêndios na ordem dos 3 a 4 milissegundos, é imposto um atraso de tempo na ordem de 2 a 3 s por forma a minimizar a atuação de um falso alarme com origem em outras fontes de radiação ultravioleta, tomando-se como exemplo os processos de soldadura e a incidência de luz solar.



Figura 2.12 – Detetor de chama do tipo UV [22]

- **Detetor Infravermelho** – monitoriza uma banda espectral infravermelha para padrões específicos emitidos por gases quentes, detetados por meio de uma câmara térmica presente no seu interior, possuindo um tempo de resposta na ordem de 3 a 5 segundos (ver, Figura 2.13).



Figura 2.13 – Detetor de chama do tipo IV [23]

- **Detetor Ultravioleta + Infravermelho** – Este detetor, apresentado na Figura 2.14, efetua uma medição em ambos os comprimentos de onda, detetando o incêndio comparando o sinal de ambas as faixas, ajudando dessa forma a minimizar a ocorrência de falsos alarmes.



Figura 2.14 – Detetor de chama do tipo UV/IV [24]

Estes detetores possuem uma elevada fiabilidade e eficácia na sua atuação, desde que a radiação produzida por um incêndio não seja impedida de atingir os detetores pela presença de nuvens de fumo ou por qualquer obstáculo.

Visto que a transmissão é feita por radiação, a sua instalação pode ser feita em qualquer zona do edifício, quer em teto real ou falso, quer em parede. Estes verificam-se particularmente adequados para utilização em situações tais como a vigilância geral de grandes áreas abertas em armazéns, ou para vigilância local de áreas críticas em que o incêndio com chama se possa propagar rapidamente, como por exemplo em bombas, válvulas ou condutas contendo combustíveis líquidos, ou áreas com materiais combustíveis dispostos em finos planos de orientação vertical. Estes detetores devem ser utilizados em casos que se verifique uma clara linha de vista para a área a ser protegida [16].

2.2.1.6. Botões de Alarme

Os botões de alarme, também designados por botoneira de incêndio, são equipamentos constituídos normalmente por uma caixa plástica vermelha onde se encontra um vidro que, de forma a ser acionado, deve ser partido (ver Figura 2.15).

Estes são assim designados pelo fato da sua ativação ser efetuada manualmente, podendo ser utilizados para desencadear um alarme de incêndio ou para confirmar o mesmo, devendo estes alarmes serem prioritários sobre quaisquer outros.



Figura 2.15 – Botões de Alarme [25]

Quanto ao seu acionamento, é necessário partir o componente de vidro, quebrando desta forma a ligação entre os contactos elétricos presentes no seu interior, entrando desta forma em estado de alarme, só podendo ser repostos por ação da CDI ou localmente através de uma chave própria.

Quanto ao tipo de operação podem ser [26]:

- **Tipo A** – Também designado de operação direta, este dispositivo baseia-se no princípio em que basta atuar o elemento de operação, tal como quebrar o vidro, para que se desencadeie um alarme;
- **Tipo B** – Também designado de operação indireta, este dispositivo implica partir ou deslocar um elemento de proteção, como por exemplo um vidro quebrável ou uma tampa de proteção transparente, para aceder ao elemento de operação presente no seu interior, normalmente um botão.

Quanto ao elemento de operação é constituído por:

- **Botões de alarme rearmáveis** – depois de atuarem, podem ser repostos manualmente do estado de alarme para o estado de repouso, pela cessação das condições que causaram a atuação, sem a substituição de qualquer componente;
- **Botões de alarme não rearmáveis** – após atuação, necessitam de substituição de um ou mais componentes para serem repostos no seu estado de repouso. Possuem um vidro quebrável com uma proteção exterior para evitar a fragmentação do vidro, proporcionando uma rutura limpa.

2.2.1.7. Sirenes de Alarme

Os dispositivos de difusão sonora, também designados por sirenes de alarme de incêndio, possuem como objetivo alertar todos os ocupantes de um edifício para a ocorrência de um incêndio. Estes elementos, apresentados na Figura 2.16, possuem ainda diversas configurações, podendo atuar por alarme sonoro, comunicação de voz através de frases pré-definidas ou através de luz intermitente, devendo estar em conformidade com o disposto na EN 54-3 e NP EN 54-1 [27].



Figura 2.16 – Sirenes de alarme de incêndio [28]

Relativamente à sua instalação, estes dispositivos devem ser instalados no interior de um edifício em número nunca inferior a dois, mesmo que o nível sonoro recomendado possa ser alcançado por um único dispositivo.

Relativamente às características sonoras emitidas pela sirene de alarme, deve ser contínua e possuir um nível mínimo de 65 dB(A), devendo ser sempre 5 dB(A) superior a qualquer outro ruído que possa persistir por um período superior a 30 s, e um nível máximo de 120 dB(A) em qualquer outro ponto onde possam circular pessoas. [29]

Finalmente, estes dispositivos devem ser ativados no instante em que ocorra uma verificação e aceitação de um alarme proveniente de um detetor automático de incêndio ou ativação de um botão de alarme manual, não devendo ser ignorados em qualquer situação.

2.2.2. Localização e Distribuição de Detetores e Botoneiras de Incêndio

Como já referido anteriormente, os detetores de incêndio possuem como objetivo detetar a ocorrência de um incêndio, e posteriormente efetuar um alarme por forma a que as pessoas

presentes na área de deteção consigam evacuar efetivamente o local. Como tal, e para que haja deteção, verifica-se a necessidade de se instalarem estes dispositivos da forma mais efetiva possível.

Os detetores devem ser instalados em todas as áreas do edifício, excetuando:

- Quartos de banho, zonas de duche (exceto vestuários), ou sanitários;
- Vazios verticais ou condutas verticais para cabos com secções inferiores a 2 m^2 ;
- Armazéns de alimentos congelados sem ventilação;
- Vazios com menos de 10 m de comprimento ou menos de 10 m de largura ou que sejam separados por material incombustível ou que não contenham cabos relacionados com sistemas de segurança ou que estejam protegidos totalmente por sistema fixo de extinção.

A norma EN54-14:2018 [27], tal como nas suas versões anteriores, afirma que os detetores automáticos de incêndio devem ser instalados de forma que os produtos de combustão de um incêndio, dentro da área monitorizada, possam alcançar esses detetores sem diluição, atenuação ou atraso indevido. O local mais genérico de colocação de um detetor é sob um teto plano, sendo este responsável pela “condução” do fumo até ao detetor, uma vez que se verifica a estratificação do mesmo junto ao teto [30].

A altura máxima para colocação de detetores ótico é de 12 m e de detetores térmicos é de 6 m. Acima desses valores existe uma necessidade de se utilizarem outras tecnologias como detetores de chamas ou detetores lineares [31].

A Nota Técnica 12 [16], elaborada pela ANEPC, refere que estes dispositivos devem ser posicionados de forma que os produtos resultantes de qualquer incêndio dentro da área protegida possam chegar aos detetores sem grande dissipação, atenuação ou demora. Deve ainda haver cuidado para assegurar que o posicionamento dos detetores também cubra áreas ocultas onde o incêndio poderá começar ou propagar-se. Tais áreas podem incluir espaços sob o chão ou sobre tetos falsos.

A mesma Nota Técnica 12 [16], define ainda o raio de ação de um detetor em função da altura do teto. Os limites de altura dos tetos e raio de ação para os detetores e botoneiras de incêndio podem ser visualizados na Tabela 2.4.

Para que ocorra uma deteção rápida e eficaz de um incêndio não basta somente localizar corretamente o dispositivo. É ainda de elevada necessidade ter conhecimento se o fumo consegue chegar ao detetor. A existência de um teto, o seu formato, a sua inclinação e altura são então fatores a considerar, não sendo os únicos.

Como tal, verifica-se ainda necessário ter em consideração paredes, vigas, divisórias e outros obstáculos, tais como:

- Qualquer irregularidade do teto (tal como uma viga) com uma altura superior a 10% do pé direito deve ser tratada como uma parede.
- Se uma divisória ou estante ficar a uma distância inferior a 30 cm do teto é considerada parede.

- Devem ser sempre dados 50 cm abaixo dos detetores em todas as direções.

Tabela 2.4 – Limites de altura dos tetos e raio de ação [16]

	Altura do Teto (m)					
	≤4,5	>4,5 ≤6	>6 ≤8	>8 ≤11	>11 ≤25	>25
Tipo de detetor	Raio de Ação (m)					
Térmicos: EN 54-5 - Grau 1	5	5	5	NN	NU	NU
Fumo Pontual: EN54-7	7,5	7,5	7,5	7,5	NN	NU
Feixe: EN 54-12	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5 a)	NU
NU - Não utilizável para esta gama de alturas						
NN - Normalmente não utilizável para esta gama, mas pode ser utilizado em aplicações especiais						
a) Será normalmente necessária uma segunda camada de detetores a aproximadamente metade da altura do teto						

As representações destas considerações estão apresentadas na Figura 2.17, não se devendo ainda instalar detetores [30]:

- A menos de 1 metro de ventiladores e ares condicionados.
- A menos de 50 cm de paredes ou outras barreiras verticais.
- Abaixo de 10% do pé direito, com máximo de 60 cm abaixo do teto para detetores óticos e 15 cm do teto para detetores térmicos.
- Embutidos no teto, têm, pelo menos, de estar com o sensor a 2,5 cm abaixo do teto.
-

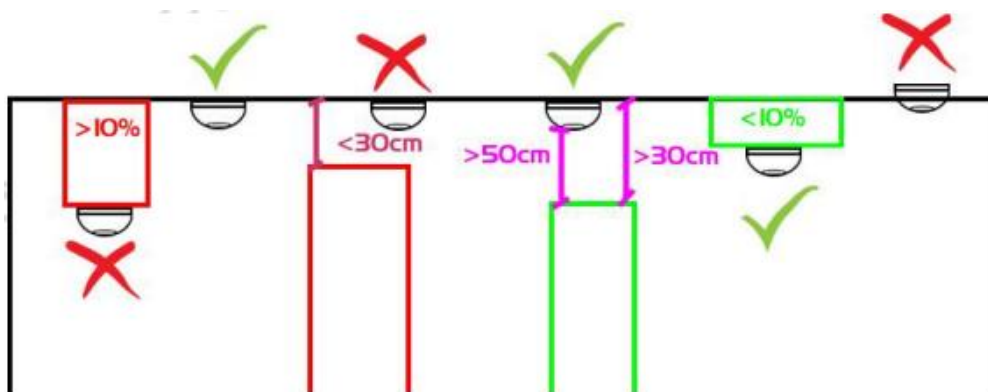


Figura 2.17 – Instalação correta de detetores de incêndio [30]

Relativamente à instalação de botões de alarme, devem ser posicionados nos caminhos de evacuação, sempre que possível, junto às saídas de pisos e em locais sujeitos a riscos especiais, a cerca de 1,2 m de altura. Devem ainda estar sinalizados e não devem ser ocultados por portas ou qualquer outro equipamento.

2.2.3. Sistemas Automáticos de Incêndio

2.2.3.1. Sistema Automático de Detecção de Incêndio

Um Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI), representado na Figura 2.18, consiste num sistema para detecção de um incêndio que visa garantir a proteção de pessoas, bens e o ambiente, destinando-se a detetar precocemente, assinalar o local de foco de incêndio e a limitar o seu desenvolvimento, minimizando desta forma os seus efeitos, nomeadamente a propagação de fumos e gases de combustão.

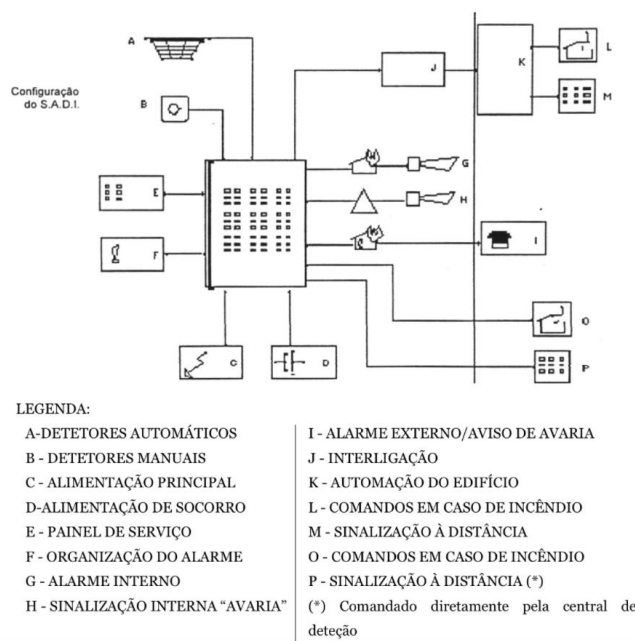


Figura 2.18 – Configuração tipo do SADI [16]

De acordo com a norma EN 54 – “Sistemas de deteção e alarme de incêndio” [27], um sistema de alarme e alerta de incêndio possui como elementos na sua constituição [32]:

- Centrais e quadros de sinalização e comando com baterias de emergência;
- Dispositivos de atuação automática, designados por detetores de incêndio;
- Dispositivos de acionamento manual, designados por botões de alarme ou botoneiras;
- Sinalizadores e difusores de alarme;
- Equipamentos de transmissão automática do sinal ou mensagem de alerta;
- Dispositivos de comando de sistemas e equipamentos de segurança.

Neste sistema, todos os dispositivos endereçáveis ou não endereçáveis, encontram-se ligados diretamente à Central de Detecção de Incêndio (CDI), a qual é responsável por todas as tomadas de decisão relativas às informações provenientes dos diversos dispositivos do sistema, desencadeando desta forma ações de aviso e comando, tais como avisos gerais dos ocupantes do edifício, alerta das equipas de socorro, atuação de portas e registos corta-fogo, ativação de sistemas de desenfumagem, atuação de sistemas de extinção, entre outros.

Estes sistemas são ainda caracterizados por possuírem algoritmos avançados de análise de alarmes, garantindo assim um nível extremamente reduzido de falsos alarmes.

Relativamente à ligação entre a CDI e os diversos dispositivos do sistema, normalmente é organizado em anel (loop) através de cabos elétricos resistentes ao fogo, dependendo o número de dispositivos por cada anel e o seu comprimento, das especificações de cada fabricante e do protocolo utilizado.

O SADI pode ainda ser dividido em duas tipologias distintas:

- **Sistemas Convencionais** - Consistem em sistemas de maior simplicidade de implementação, tais como o exemplo apresentado na Figura 2.19. Nestes a central de deteção de incêndio recebe informação do estado da linha (loop) através da leitura de uma resistência presente no final da linha. Caso ocorra uma avaria, interrupção de linha ou alarme de incêndio, esse valor lido é alterado. Nesta tipologia, os detetores e sirenes são agrupados por circuitos de modo a dar informação por zona (zona de deteção), sendo adequada para locais com pequenas áreas e poucos dispositivos.

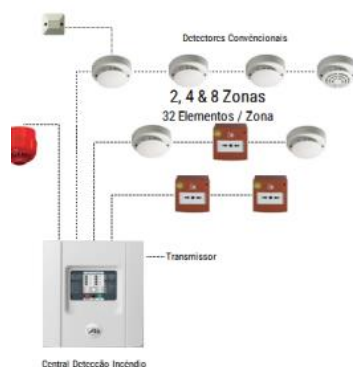


Figura 2.19 – SADI – Tipo Convencional [33]

- **Sistemas Analógicos/Endereçáveis** – Consistem em sistema utilizados em instalações de maior dimensão, tal como representado na Figura 2.20, em que cada elemento presente na linha é identificado por um endereço individual. Os endereços são transmitidos à CDI em associação com as restantes informações dos dispositivos, permitindo identificar com precisão o local do incêndio e diagnosticar avarias e condições de alarme de forma clara e inequívoca.

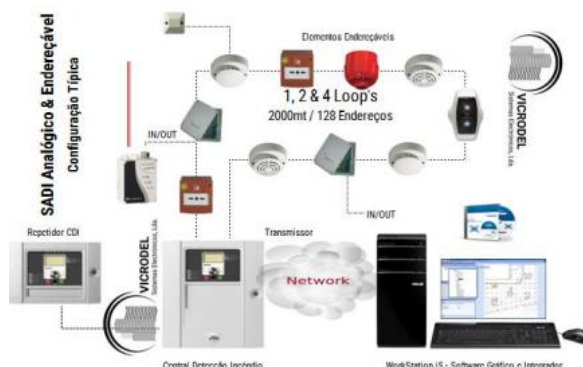


Figura 2.20 – SADI – Tipo Analógico/Endereçável [33]

2.2.3.2. Sistema Automático de Detecção de Gás

Um sistema automático de detecção de gás combustível ou monóxido de carbono (SADG) consiste numa instalação técnica capaz de informar os ocupantes de um edifício acerca de uma fuga de gás combustível, ou uma atmosfera com alto teor de monóxido de carbono, tal como a representada na Figura 2.21. Essa informação é transmitida através de um painel ótico acústico com o dístico “Atmosfera Perigosa” com a informação do tipo de gás em causa, como também efetuando o corte nas válvulas de rearme manual existentes. No caso de gases nocivos, como é o caso do monóxido de carbono, o sistema terá de atuar em ventiladores de extração e em painéis acústicos com a informação de “Atmosfera Saturada – CO”. Este tipo de sistemas e respetivos equipamentos que o agregam, embora em termos de lógica de funcionamento sejam semelhantes aos Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio, não se incluem nos mesmos, sendo sistemas diferenciados, podendo fazer parte de sistemas eletrónicos de segurança.

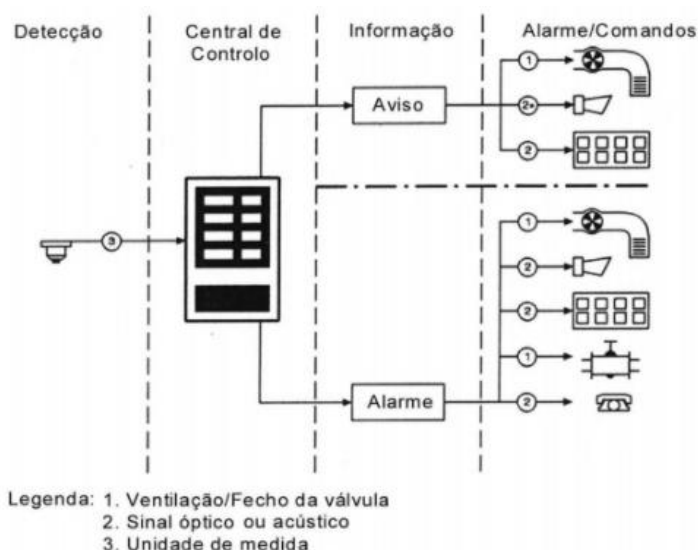


Figura 2.21 – Sistema Automático de Detecção de Gás [34]

Na sua constituição, um sistema automático de detecção de gás possui como elementos [34]:

- **Detetores de gás** – detetam as moléculas de gás ou monóxido de carbono, produzindo um sinal elétrico com uma magnitude proporcional à concentração do gás.
- **Unidade de Controlo e Sinalização (UCS)** – recebe a informação proveniente dos detetores e supervisiona o estado dos mesmos, desencadeando as ações programadas na mesma.
- **Dispositivos de Comando** – responsáveis pelo comando da extração de ar, e corte de válvulas alimentadores de gás combustível, por forma a reduzir a concentração do mesmo.
- **Sinalizadores Ótico-Acústicos** – Utilizados para realizar a transmissão de um aviso de alarme correspondente à existência de concentrações de gás combustível no espaço a proteger.

- **Fonte de alimentação de energia** – A alimentação do sistema é garantida por duas fontes de energia independentes, a rede de energia elétrica e a alimentação de socorro. A alimentação de socorro deverá consistir numa fonte local de energia, capaz de garantir o funcionamento do sistema por um período não inferior a 60 minutos em caso de falha de energia elétrica da rede.

Regulamentadamente, e no caso em que exista um elevado teor de monóxido de carbono (CO) existente no ar, o mesmo não deve exceder 50 ppm em valores médios durante 8 h, nem 200 ppm em valores instantâneos. Quando atingida a concentração máxima de 200 ppm, as pessoas devem ser alertadas através de um alarme ótico-acústico que indique “Atmosfera Saturada – CO” junto às entradas do espaço em questão, ou através de um sinalizador com indicação de “Atmosfera Perigosa” e a indicação do tipo de gás, para o caso em que exista uma fuga de gás combustível.

Quanto à instalação dos detetores, a mesma deverá ser efetuada a uma altura de 1,5 m do pavimento e distribuídos uniformemente de modo a cobrir uma área inferior a 400 m² por cada detetor [34].

2.3. Extinção de Incêndio

Agentes extintores trata-se de substâncias com características que determinam uma maior ou menor eficiência na supressão do fenómeno de combustão. A inexistência de uma substância extintora leva à utilização de várias substâncias que se complementam e cuja utilização é determinada pelo conhecimento preciso de cada situação.

A extinção é possível através da criação de uma rede de equipamentos de extinção que irá permitir não só às forças de socorro combater um incêndio de forma mais eficaz, mas também a todos os ocupantes do edifício através da utilização destes equipamentos, caso o incêndio se encontre numa fase inicial e estejam reunidas as condições para um combate seguro.

Segundo [35], os fogos classificam-se em 5 classes:

- Classe A: Fogos que resultam de combustão de materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica, a qual se dá normalmente com a formação de brasas.
- Classe B: Fogos que resultam da combustão de líquidos e sólidos liquidificáveis.
- Classe C: Fogos que resultam de combustão de gases.
- Classe D: Fogos que resultam da combustão de metais.
- Classe F: Fogos que envolvem produtos para cozinha em aparelhagem de cozinha.

A classificação de fogos e respetivos agentes extintores são apresentados na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Classificação de Fogos e Agentes Extintores [36]

Classes de Fogos	AGENTES EXTINTORES							
	À base de água				Pó Químico			CO2
	Água	Espuma	Água com Aditivo	Agente Químico Húmido	ABC	BC	D	
A - Fogos envolvendo sólidos. Ex: madeira, papel, têxteis, PVC, etc.	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
B - Fogos envolvendo líquidos. Ex: Gasolina, Óleo, Gordura, Alcool, Solventes, etc.	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM
C - Fogos envolvendo gases. Ex: Butano, Propano, Acetileno, etc.	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM
D - Fogos que resultam da combustão de metais. Ex: Sódio, Potássio, Magnésio, etc.	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
F - Fogos envolvendo produtos para cozinhar em aparelhagem de cozinha	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Relativamente à extinção de um incêndio, a mesma é promovida pela inibição de um dos componentes presentes no “Tetraedro do Fogo”, anteriormente mencionada, descrevendo-se para tal quatro efeitos [37]:

- **Efeito de Arrefecimento** – Este método de extinção tem por base a eliminação da energia de ativação, uma vez que ao se reduzir a temperatura, elimina-se a possibilidade do meio combustível continuar a emitir vapores que ao se misturarem com o oxigénio entram em combustão.
- **Efeito de Abafamento ou Asfixia** – Este método baseia-se na eliminação do comburente, tendo como objetivo impossibilitar que a combustão se desenvolva. Este processo pode ser realizado através da introdução de um gás inerte que irá ocupar o lugar do oxigénio na reação, sendo que o mesmo não irá reagir com o combustível.

- **Efeito de Carência** – Este método consiste na remoção de combustível presente na reação, implicando uma grande aproximação do foco de incêndio, uma vez que é necessário espalhar e separar a matéria em combustão da energia de ativação e do comburente, sendo apenas utilizada em casos que permitam essa separação.
- **Efeito de Inibição** – Este método consiste em impedir a transmissão de energia sob a forma de calor de umas partículas de combustível para outras. Assim são utilizados agentes químicos que irão interferir com os radicais livres que se formam durante a combustão, impedindo que a mesma se continue a desenvolver.

No que diz respeito aos meios de extinção, estes podem ser categorizados como:

- **Meios de Primeira Intervenção** – determinam-se como meios que proporcionam um ataque imediato ao incêndio, sendo capaz de ser utilizado não somente por equipas de segurança, mas também por ocupantes do edifício. Pode-se tomar como exemplo os extintores, as caixas de areia, as mantas ignífugas e carretéis.
- **Meios de Segunda Intervenção** – Consistem na intervenção no combate a um incêndio desencadeada imediatamente após um alarme de bombeiros ou por equipas especializadas e responsáveis pela segurança de um edifício, englobando as redes de incêndio armadas e não armadas.

2.3.1. Meios de Primeira Intervenção

2.3.1.1. Extintores

Os extintores de incêndio possuem um cariz de extrema importância nos primeiros estágios de um incêndio, devido ao seu fácil manuseamento e disponibilidade, permitindo iniciar as ações de extinção com rapidez. A sua eficiência depende fortemente de uma manutenção e instalação adequada, da sua correta utilização e do número de equipamentos disponíveis (ver Figura 2.22).

Por forma a se realizar uma escolha correta destes equipamentos para instalação num edifício, é necessário ter em conta as classes de fogo anteriormente descritas.

Como tal, para a classe A, aplicado em locais onde exista a probabilidade de ocorrência de fogos que possuam como origem materiais sólidos, de natureza orgânica, como por exemplo madeira, papel, carvão ou têxteis, deve optar-se pela utilização/escolha de extintores à base de água, espuma ou pó químico seco do tipo ABC.

Para a classe B, aplicado em locais onde exista a probabilidade de ocorrência de fogos que possuam como origem combustíveis líquidos, deve optar-se pela utilização/escolha de extintores de água com aditivo, espuma, pó químico seco do tipo BC ou ABC ou de dióxido de carbono.

A classe C é aplicado em locais onde exista a probabilidade de ocorrência de fogos que possuam como origem gases combustíveis, deve optar-se pela utilização/escolha de extintores de pó químico seco do tipo BC ou ABC ou de dióxido de carbono.



Figura 2.22 – Extintores à base de água, pó químico e CO2 [38]

Em locais que envolvam metais como o sódio, o potássio, o alumínio, o magnésio ou o lítio, deve optar pela utilização/escolha de extintores de pó químico do tipo D. Na sua escolha deve ainda ser assegurado que o agente extintor é apropriado ao metal em causa, de modo a garantir o seu melhor desempenho na extinção.

Finalmente, para a classe F, aplicado em locais que envolvam produtos para cozinhas, tais como óleos e gorduras vegetais ou animais, deve optar-se pela utilização/escolha de agentes extintores de químico húmido, uma solução de água e acetato de potássio, o qual transforma os óleos e gorduras numa substância saponácea (sabão).

É ainda interessante mencionar o caso de fogo em locais que possuam equipamentos elétricos sob tensão. Para este caso, deve optar-se pelo uso/seleção de extintores de dióxido de carbono, sendo que o mesmo deverá ser de difusor não metálico [35].

2.3.1.2. Bocas de Incêndio do Tipo Carretel

As bocas de incêndio do tipo carretel consistem em sistemas de extinção manual pertencentes à rede de incêndio armada (RIA), formadas por um conjunto de elementos necessários para transportar e projetar água no combate a um incêndio [39].

Estes equipamentos devem estar localizados nos caminhos horizontais de evacuação, junto à saída para caminhos verticais, sendo constituídos por uma mangueira semirrígida, munida de uma agulheta (ver Figura 2.23).

Regulamentarmente, este tipo de equipamento encontra-se abrangido por diversos requisitos, por forma a otimizar a sua localização e utilização no combate ao fogo [39].

Quanto ao número e localização de bocas de incêndio do tipo carretel, tendo em conta o Artigo 165º da Portaria nº 1532/2008 alterada pela Portaria nº 135/2020 [40], determina-se que:

- As bocas de incêndio armadas do tipo carretel devem ser dispostas nos seguintes termos:
 - a) O comprimento das mangueiras utilizadas permita atingir, no mínimo, por uma agulheta, uma distância não superior a 5 m de todos os pontos do espaço a proteger;
 - b) A distância entre as bocas não seja superior ao dobro do comprimento das mangueiras utilizadas;

- c) Exista uma boca de incêndio nos caminhos horizontais de evacuação junto à saída para os caminhos verticais, a uma distância inferior a 3 m do respetivo vão de transição;
 - d) Exista uma boca de incêndio junto à saída de locais que possam receber mais de 200 pessoas.
- Quanto às características das bocas de incêndio do tipo carretel, referente ao Artigo 166º da Portaria nº 1532/2008 alterada pela Portaria nº 135/2020 [40], apresentados na Figura 2.23, determina-se que:
 - a) Para além do disposto no artigo 164º, os carretéis de incêndio devem ainda assegurar que:
 - i. O seu manípulo de manobra se situa a uma altura do pavimento não superior a 1,50 m;
 - ii. Os carretéis de tambor fixo são exclusivamente para instalação à face da parede e possuam guia de roletes omnidirecional;
 - iii. Os carretéis encastrados, com ou sem armário, são do tipo de rodar ou de pivotar;
 - iv. Os armários são sempre do tipo homologado com o carretel e a respetiva porta, instalada à face da parede ou saliente desta, de modo que possa rodar 170º na sua abertura;
 - b) A eixo com os carretéis, instalados ou não em armário, deve existir um espaço desimpedido e livre de quaisquer elementos que possam comprometer o seu acesso ou a sua manobra, com um raio mínimo, medido em planta, de 1 m e altura de 2 m.



Figura 2.23 – Boca de incêndio do tipo carretel [41]

2.3.1.3. Mantas Ignífugas

Mantas ignífugas, apresentadas na Figura 2.24, consistem em equipamentos de primeira intervenção na extinção de incêndios, abrangidas pela norma NP EN 1869 – “Mantas de Incêndio” [42], devendo ser utilizadas como complemento dos extintores de incêndio. Caracterizam-se ainda como sendo especialmente adequadas para a extinção de focos de incêndio em equipamentos de pequenas dimensões, para a extinção de fogos resultantes da combustão de óleo alimentar e para a extinção de fogos em peças de vestuário individuais.



Figura 2.24 – Manta Ignífuga [43]

Quanto à sua localização num edifício devem ser instaladas junto aos acessos dos espaços a proteger, de modo que estejam permanentemente visíveis e acessíveis através de sinalização fotoluminescente adequada.

2.3.1.4. Sprinklers

Os sistemas de extinção por sprinklers são sistemas que utilizam como agente extintor água possuindo a capacidade de detetar e extinguir/controlar um foco de incêndio de forma automática, não sendo necessária intervenção humana.

A deteção precoce e a localização do fogo permitem uma resposta mais rápida e mais eficiente, podendo salvar vidas e limitar custos associados a danos. Uma das formas de se realizar isso, especialmente em infraestruturas públicas, comerciais e industriais, é monitorizar o estado do sistema de sprinklers em tempo real. Através da sua monitorização, uma fonte emissora de calor pode ser detetada, acionando assim um sistema de alarme de incêndio com informações adicionais acerca da localização da malha do sprinkler ativado, sendo desta forma possível localizar com maior exatidão a localização do incêndio [44].

A alimentação de água na rede composta por estes equipamentos é assegurada através de um depósito privativo para serviço de incêndio e de uma central de bombagem que transporta o fluido para todos os pontos da rede, devendo ambos estar em conformidade com os requisitos aplicáveis do Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios.

Quanto à sua constituição, os sprinklers consistem num elemento metálico dotado de um orifício calibrado através do qual irá ser descarregada água sobre o local a proteger. Usualmente dotados de um elemento fusível, normalmente uma ampola ou um fusível metálico, que aciona quando se atinja uma temperatura pré-determinada [44].

Os sistemas de sprinklers, de acordo com a NT N°16 da ANEPC podem ainda ser caracterizados da seguinte forma [45]:

- **Sistemas de sprinklers fechados:** Consistem em sistemas em que os aspersores (sprinklers) estão dotados de um elemento termo-sensível (metálico ou ampola de vidro), que ao atingirem a temperatura de ativação, atuam isoladamente, em função da evolução do incêndio:
 - a) **Sistema Húmido:** em que os aspersores são instalados numa tubagem permanentemente cheia de água, ligada através de um posto de comando a uma fonte abastecedora de água, de modo que seja descarregada imediatamente quando o(s) sprinkler(s) são ativados pela ação térmica do incêndio. Caracteriza-se ainda por ser o sistema mais comum.
 - b) **Sistema Seco:** em que os aspersores são instalados em tubagem seca, contendo ar (ou azoto) comprimido, de modo que o posto de comando mantém a água a montante de si, abrindo somente depois de um ou mais sprinklers serem ativados, provocando a descarga do ar/azoto contido na tubagem. Este tipo de sistema possui uma maior implementação em países ou zonas onde existe o risco de a água congelar na tubagem ou em instalações onde a temperatura possa exceder os 100 °C.
 - c) **Sistema Alternado:** em que o mesmo pode operar como seco ou húmido, consoante a época do ano. Este sistema possui uma necessidade de alimentação de ar comprimido, por forma a se assegurar o equilíbrio de pressões no sistema, sendo de aplicação restrita devido aos seus custos associados.
 - d) **Sistema de Preamoção:** combinado com um SADI. As condutas a jusante do posto de comando dispõem de sprinklers automáticos e encontram-se secas, sendo alimentadas com água quando o SADI deteta o incêndio. As condutas ficam assim pressurizadas com água, sendo que a atuação só ocorre quando o(s) sprinkler(s) for(em) ativado(s) pela ação térmica do incêndio. O presente sistema pode ainda subdividir-se em:
 - i. **Sistema não interbloqueado:** quando a água flui na tubagem dos sprinklers, quer o posto de comando tenha recebido ordem da deteção de incêndio, quer pela atuação de um sprinkler.
 - ii. **Sistema interbloqueado simples:** quando a admissão de água na tubagem do sistema sprinkler ocorre, exclusivamente, por acionamento do SADI sobre o posto de comando.
 - iii. **Sistema interbloqueado duplo:** quando a admissão de água na tubagem do sistema de sprinkler ocorre, apenas, pela conjugação das ordens, do SADI e da ativação de um sprinkler.

- **Sistemas de sprinklers abertos ou de Dilúvio:** neste sistema todos os aspersores funcionam em simultâneo porque estão abertas, ou seja, não se encontram dotadas de elemento termo sensível. Classifica-se como um sistema de distribuição uniforme de água ligado a uma rede de abastecimento através de um posto de comando, normalmente fechado e que apenas abre por ação do sistema de deteção de incêndio instalado no mesmo local, ou por comando manual à distância. Aquando da ordem do posto de comando, a água pressurizada irá fluir na tubagem e em simultâneo por todos os sprinklers, promovendo uma descarga uniforme, simultânea e em toda a área coberta pelo sistema de sprinklers.

Como especificado anteriormente, estes sistemas acionam através de um elemento termo sensível. Como tal, a sua implementação varia de acordo com a temperatura de funcionamento. Esta temperatura de atuação encontra-se normalizada, existindo um código de cores, indicativo da sua temperatura através da cor da ampola.

Numa panóplia geral, a temperatura de atuação do sprinkler será 30°C superior à temperatura máxima esperada para o ambiente onde for colocado. Para tal, apresenta-se a lista de temperatura para os sprinklers de ampola e termofusíveis através da Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Código de cores da ampola segundo norma NFPA 13 [46]

Laranja	Vermelha	Amarela	Verde	Azul	Violeta	Preta
57 °C	68 °C	79 °C	93 °C	141 °C	182 °C	204° a 260 °C

Relativamente à metodologia de instalação deste equipamento, existem 3 modos, conforme exposto na Figura 2.25:



Figura 2.25 – Exemplo de sprinkler pendente, montante e de parede, respetivamente [46]

- **Sprinklers Pendentes:** possuem um padrão de descarga tipo e muito característico, alimentados pela tubagem sobre a qual estão instalados, a uma cota ligeiramente inferior, sendo que o defletor deve ser paralelo ao plano de cobertura;
- **Sprinklers de Parede:** possuem um padrão de descarga tipo correspondente a um quarto de esfera, sendo alimentados pela tubagem na qual estão instalados, devendo fazer um ângulo de 90° com o plano do solo;
- **Sprinklers Montantes:** são alimentados pela tubagem sob a qual estão instalados, a uma cota ligeiramente superior, sendo que o defletor deve ser paralelo ao plano do solo.

2.3.2. Meios de Segunda Intervenção

2.3.2.1. Redes Hidráulicas de Extinção

As redes hidráulicas de extinção, presentes em edifícios, possuem tanta ou mais importância no ato de extinção como os métodos de primeira intervenção, como por exemplo os extintores manuais.

Instalada na rede de distribuição de água, estes equipamentos possuem como principal objetivo permitir ao corpo de intervenção (bombeiros) uma fácil e rápida conexão dos seus equipamentos à rede de água, permitindo dessa forma uma rápida extinção do incêndio [47].

Sendo a água o agente extintor de maior utilização, podem-se considerar diversas formas de disponibilização da mesma, tais como:

- **Redes Secas** – Consistem em canalizações fixas e rígidas instaladas em edifícios permitindo a alimentação de bocas de incêndio não armadas, constituindo por isso um meio de segunda intervenção com o objetivo de ser utilizado pelas equipas de combate ao incêndio e postas em carga no momento de utilização.
- **Redes Húmidas** – Consistem em canalizações fixas e rígidas instaladas em edifícios, permanentemente em carga, ligada à rede de abastecimento de água de incêndio, sendo utilizada exclusivamente para o combate a incêndio.

2.3.2.2. Bocas de Incêndio

Estes equipamentos ligados através de tubagem à rede de incêndio, podem ser ligados à rede armada, destinando-se ao ataque direto de um incêndio, ou ligados exteriormente à rede não armada para reabastecimento de veículos de combate a incêndio. Pode ainda ser instalada interiormente, destinando-se ao combate ao incêndio, para utilização da equipa de combate ao incêndio.

Este equipamento pode ser do tipo:

- **Bocas Siamesas** – em que a alimentação é realizada através de uma boca dupla, siamesa, dotada de válvula antirretorno, onde cada uma das junções será de aperto tipo “STORZ” (ver, Figura 2.26), podendo ser abastecidas pelo corpo de bombeiros aquando a sua chegada. Relativamente à sua localização, deverá encontrar-se numa fachada de um edifício e localizada na via de acesso, possuindo o seu eixo a uma cota de nível relativamente ao pavimento da via de acesso compreendida entre 0,80 m e 1,20 m, podendo ainda localizar-se no interior sendo instalada num armário próprio e devidamente sinalizado.



Figura 2. 26 – Boca de incêndio do tipo siamesa [48]

- **Bocas de Incêndio tipo Teatro (BIATT)** – apropriado para intervenção dos bombeiros ou outra entidade habilitada (ver, Figura 2.27). A sua metodologia de funcionamento em tudo é semelhante à boca de incêndio do tipo carretel, contudo esta é constituído por uma mangueira flexível com 45 mm ou 70 mm de diâmetro e 20 m de comprimento. Relativamente à sua localização, devem estar presentes nos patamares de acesso verticais ou em câmaras corta-fogo, caso existam.



Figura 2.27 – Boca de incêndio do tipo teatro [49]

- **Hidrante** - consiste num equipamento de segurança utilizado como fonte de água para ajudar no combate de incêndios (ver, Figura 2.28). A sua forma mais conhecida apresenta-se como uma válvula construída em metal, instalada acima do nível do chão de rua, podendo ser ligado à rede pública em anel ou através de um sistema de pressurização autónomo. O objetivo principal deste equipamento de combate ao fogo, é permitir ao corpo de bombeiros, a quando a sua solicitação, a conexão de mangueiras por forma a ajudar na extinção do incêndio, sempre que o mesmo ocorra, possuindo diâmetros normais de cada uma das três bocas ou ligações, tais como 50cm-70cm-90cm ou 70cm-90cm-110cm.



Figura 2.28 – Hidrante de incêndio [50]

2.3.3. Sistemas de Extinção por Agentes Gasosos/Espumíferos

Numa edificação existem locais/zonas em que a extinção por sistemas baseados em água é ineficaz ou perigosa, podendo danificar os equipamentos presentes no seu interior. Como tal, surge a necessidade de aplicação de um sistema de extinção promovido por um agente diferente de água. Estes sistemas são constituídos geralmente por componentes como:

- **Sistema de armazenagem** – constituído por recipientes que contêm o agente extintor, em quantidade suficiente à extinção, e as válvulas que devem assegurar que a descarga de agente extintor seja efetuada nos limites de tempo estipulados;
- **Tubagens e acessórios** – Com o objetivo de encaminhar o agente extintor do(s) recipiente(s) para o compartimento a proteger;
- **Difusores** – por forma a realizar a descarga e distribuição do agente extintor no compartimento, devendo a sua localização ter em consideração a geometria do compartimento;
- **Sistema de deteção, atuação e controlo** – consistindo numa unidade que irá dar a ordem de extinção caso receba um alarme, podendo ser de cariz automático ou manual;
- **Deteção automática** – efetuada por qualquer método ou dispositivo, devendo ser capaz de efetuar a deteção precoce e indicação de calor, chama, fumo, vapores combustíveis, ou qualquer condição anormal de risco, passível de originar um incêndio.

Apesar da existência destes meios de extinção automática em edifícios, a mesma não invalida a implementação de meios de extinção como os meios de primeira e segunda intervenção anteriormente especificados neste documento. A necessidade de implementação de uma extinção automático por agentes gasosos prende-se com o fato de que estas instalações são concebidas especialmente para espaços com características especiais, possuindo no seu interior equipamentos que em certa forma se iriam danificar com a utilização de água como agente extintor, sendo exemplos desses espaços os Data Center (servidores e salas de computadores).

Relativamente à tipologia do agente extintor, os sistemas de extinção por agentes gasosos podem utilizar os seguintes gases extintores:

- **Cetonas e HFC's** – atuam diretamente sobre o foco de incêndio a concentrações relativamente baixas, sendo armazenados no estado líquido e extinguem o incêndio através do mecanismo de arrefecimento.
- **Gases Inertes** – exigem concentrações relativamente elevadas e extinguem o incêndio através do mecanismo de abafamento, sendo utilizados puros ou em mistura e com ou sem dióxido de carbono. Este tipo de gases é normalmente armazenado enquanto gases comprimidos no interior de uma botija de armazenamento.
- **CO₂** – Este gás exige concentrações relativamente elevadas, extinguindo o incêndio através do mecanismo de abafamento, sendo armazenado em estado líquido. Negativamente a sua utilização é letal para os seres humanos, mesmo em concentrações baixas, sendo que depende do tempo de exposição a este gás.

Relativamente a estes sistemas verifica-se uma maior utilização de composições tais como:

- **Sistemas de espuma** – utilizado maioritariamente em instalações industriais e onde existam elevadas quantidades de líquidos combustíveis (ver, Figura 2.29). Neste sistema o concentrado espumífero é introduzido em água a uma razão de expansão cuidadosamente controlada, obtendo-se uma solução resultante alimentada com ar e produzindo bolhas, que serão libertadas sobre a superfície do líquido combustível. A espuma produzida tem vários efeitos na extinção do incêndio, tais como [51]:
 - a) Abafamento do fogo, impedindo a mistura de ar com vapores inflamáveis;
 - b) Separação das chamas e do calor libertado;
 - c) Arrefecimento da superfície do combustível e das fontes de ignição;
 - d) Supressão da libertação de vapores inflamáveis na superfície combustível.



Figura 2.29 – Extinção por sistema de espuma [51]

Este sistema de supressão de incêndios é ainda constituído pelos seguintes elementos:

- a) **Fonte abastecedora** – assegura a necessidade de água do sistema, a qual depende da área de intervenção, da taxa de indução, da densidade de descarga requerida e do intervalo de tempo dessa descarga.
- b) **Depósito de espumífero** – reservatório que assegura a necessidade de espumífero do sistema, tendo em consideração os requisitos do sistema e a taxa de indução utilizada.
- c) **Dispositivo proporcionalizador** – componente que controla a indução e a mistura do espumífero na água numa concentração predefinida, de modo a produzir a solução à base de espuma.
- d) **Gerador de espuma** – dispositivo no qual o ar e a solução espumífera são misturados para produzir a espuma.
- e) **Consumidor** – qualquer dispositivo através do qual é efetuada a descarga da espuma e que pode ser ou não dotado de um elemento sensível à temperatura ou a outro qualquer tipo de automação de atuação. De entre os consumidores recorrentes, destacam-se os sprinklers, os vertedores de superfície com ou sem suavizador de descarga e os geradores.

- f) **Aguilheta de espuma** – consumidor móvel ou portátil através do qual é realizada a descarga da espuma e que a projeta com uma determinada formatação de jato.
- g) **Tubagens e acessórios** – Para transporte da água, do espumífero, da solução e descarga da espuma.
- **Sistemas de pó químico** – o agente extintor de pó químico considera-se um elemento de elevada eficácia atuando por via química, classificando-se como um supressor de chamas graças à sua capacidade de interromper a cadeia de reações químicas presentes num incêndio. Este tipo de sistema, apresentado na Figura 2.30, na sua generalidade será utilizado em compartimentos que armazenam líquidos inflamáveis ou onde seja provável a ocorrência de derrames, cozinhas industriais e equipamentos que não sejam sensíveis aos resíduos libertados pelo agente extintor. A sua eficácia em termos de capacidade de extinção depende de vários fatores, nomeadamente [52]:
 - a) A conceção e construção mecânica do sistema, uma vez que o pó se comporta como um fluido que tem de passar por tubagens, vencer resistências mecânicas e ainda ser projetado para o exterior com uma determinada velocidade e num determinado padrão de descarga;
 - b) Composição química do pó, isto é, dos ingredientes utilizados e teor do princípio ativo que contém.



Figura 2.30 – Extinção por sistema de pó-químico [52]

Quanto à sua estrutura, este sistema é composto por:

- a) **Depósito de armazenamento de pó químico** – onde é armazenado o pó químico adequado, instalado num local próximo do risco a proteger, sendo necessário ter em conta a impossibilidade de instalação em locais suscetíveis de ocorrência de incêndio e onde possa estar sujeito a condições severas.
- b) **Cilindro de gás propulsor** – elemento que contém o gás que irá pressurizar o depósito de pó químico, permitindo desta forma a descarga através da rede de tubagens para o espaço a proteger.

- c) **Tubagens** – para distribuição do pó químico seco desde o depósito de armazenagem até ao espaço a proteger, devendo estas ser constituídas por um material não combustível e resistente à corrosão, e que tenha capacidade para resistir às pressões de serviço do sistema.
- d) **Difusores de descarga** – dispositivos através dos quais é efetuada a descarga do agente extintor, devendo possuir resistência necessária à pressão de serviço do sistema.
- e) **Comandos** – permitindo a atuação manual do sistema, devendo ser localizados à altura normal de utilização, em locais visíveis, de preferência nas proximidades de saídas exteriores do espaço a proteger ou perto do risco a proteger.
- f) **Sistema Automático de deteção** – por forma a detetar, sinalizar e atuar um alarme de incêndio e para o comando automático de atuação do sistema de extinção por pó químico.

Finalmente, este sistema possui ainda duas tipologias de funcionamento:

- a) **Sistemas de inundação total** – em que a descarga do agente extintor é realizada num espaço estanque.
- b) **Sistemas de aplicação local** – em que o risco não está enclausurado ou em que o espaço fechado onde está localizado não cumpre os requisitos necessários para a utilização de um sistema de inundação total. Nesta tipologia a descarga do agente extintor é regra geral efetuado diretamente sobre o risco a proteger.

2.4. Controlo de Fumos

Como visto anteriormente, existem diversos meios de proteção de um edifício em caso de incêndio, tais como sistemas automáticos de deteção e extinção, e meios manuais de atuação como extintores ou bocas de incêndio armadas de primeira e segunda intervenção (carretéis). De outra forma, existe ainda a possibilidade de implementação de um sistema de extração e controlo de gases e fumos resultantes da combustão, muitas vezes responsáveis pelo maior número de mortes num incêndio urbano, bem como na criação de dificuldades acrescidas na evacuação de pessoas, sendo esta metodologia de elevada importância, visto verificar-se um aumento gradual de incêndios urbanos anualmente, como se pode constatar na Tabela 1.1.

Estes sistemas possuem como principal objetivo promover a libertação de fumos e gases tóxicos para o exterior, de modo a reduzir a contaminação e a temperatura dos espaços, mantendo desta forma as condições de visibilidade necessárias para a evacuação segura do edifício. Por forma a otimizar a admissão de ar e extração de fumo pode utilizar-se sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) para controlar ou reduzir a propagação de fumo e do incêndio, controlando transferências térmicas do incêndio e direção da libertação de fumos e gases, melhorando dessa forma a segurança do edifício [53].

Verifica-se desta forma, que existe necessidade de se controlar eficazmente o fumo produzido por um incêndio, sobretudo nas fases de eclosão e propagação, em que o ambiente deixa de ser consistente com a possibilidade de ocupação humana, em virtude de uma combustão generalizada e das elevadas temperaturas atingidas.

Na ótica de segurança dos ocupantes de um edifício durante a deflagração de um incêndio, é nas fases iniciais do incêndio que o controlo de fumo permitirá assegurar as condições para a evacuação dos ocupantes e para a intervenção dos bombeiros, diminuindo o risco de queimaduras internas por inalação de gases quentes e asfixia, bem como a falta de visibilidade decorrente da opacidade do fumo. Como tal, uma metodologia mais eficiente de acionamento dos meios de desenfumagem, limita a progressão exponencial do fogo, visto estar-se a retirar oxigénio e produtos gasosos que poderão promover o aumento do incêndio, e finalmente reduzir os danos materiais possivelmente verificados.

Tendo em conta o explicitado, torna-se evidente a importância de adotar sistemas eficientes de desenfumagem, permitindo desta forma extrair/encaminhar eficazmente o fumo das vias de evacuação ou de zonas de maior risco de incêndio. Tal só é possível articulando o dimensionamento dos sistemas de controlo de fumos, ativos ou passivos, com uma disposição arquitetónica conveniente. Devido à sua baixa densidade e à capacidade de extrair o fumo através destes sistemas, o mesmo irá circular nas zonas mais altas dos espaços, promovendo uma circulação mais eficiente de todos os ocupantes do edifício [54].

Por forma a demonstrar a importância e necessidade desta tipologia de sistemas e dando relevo ao Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE), encontra-se explicitado que os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, reduzindo a contaminação e temperaturas dos espaços, mantendo as mínimas condições de visibilidade, nomeadamente nas vias de evacuação [55].

Desta forma, e de acordo com o RT-SCIE - Portaria nº 135/2020 de 2 de Junho de 2020 [40], mencionam-se as devidas exigências para o estabelecimento de instalação de controlo de fumos, informando as seguintes localizações com necessidades de controlo de fumos:

- As vias verticais de evacuação enclausuradas;
- As câmaras corta-fogo;
- As vias horizontais a que se refere o nº 1 do artigo 25º “Proteção de vias horizontais de evacuação”, onde se explicita as exigências de proteções para as vias horizontais de evacuação.
- Os pisos situados no subsolo, desde que possuam um efetivo superior a 200 pessoas ou que tenham área superior a 400 m²;
- Os locais de risco B com efetivo superior a 500 pessoas;
- Os átrios e corredores adjacentes a pátios interiores;
- Os espaços cobertos afetos à UT II;
- Os espaços afetos à UT XII, cumprindo as respetivas condições específicas;

O mesmo artigo especifica ainda os meios de controlo de fumo que deverão ser utilizados para certos locais, tais como:

- Em vias verticais enclausuradas de evacuação de edifícios com altura superior a 28 m, o controlo de fumo deve ser efetuado por sistemas de sobrepressão, que deverão ser duplicados por sistemas de desenfumagem passiva de emergência com manobra reservada aos bombeiros.
- Em vias de evacuação horizontais enclausuradas de edifícios com altura superior a 28 m, o controlo de fumo deve ser efetuado por sistemas ativos de arranque automático, podendo a admissão de ar ser efetuado a partir do exterior ou pela câmara corta-fogo.
- No caso de cozinhas, o controlo de fumo deverá ser efetuado por sistemas de desenfumagem ativa, devendo para tal serem instalados painéis de cantonamento disposto entre as cozinhas e as salas de refeições.
- No caso de pisos enterrados, sendo mais do que um piso abaixo do plano de referência, o controlo de fumos deve ser sempre feito por recurso a meios ativos, de preferência por hierarquia de pressões.

Como tal, verifica-se que este tipo de sistema de proteção encontra-se abrangido por normas específicas de utilização e instalação, com o intuito final de se proteger ao máximo as vidas humanas e bens materiais, promovendo a correta extração e movimentação de fumos para diminuir o risco de propagação de um incêndio e melhorar a evacuação dos ocupantes de um edifício.

2.4.1. Sistemas de Controlo de Fumos

A conceção destes sistemas deve basear-se numa necessidade intrínseca de extração de fumos, gases e energia sobre a forma de calor para o exterior de um edifício, e na posterior renovação de ar através de entradas de ar, sendo de elevada necessidade ter-se em conta a distribuição de pressões nos espaços de implementação.

Este tipo de sistemas possuem como objetivo final a evacuação rápida e segura dos ocupantes, viabilizando as vias de emergência através do aumento da visibilidade e do controlo da temperatura, evitar a intoxicação por inalação de fumos, dos ocupantes e das equipas de intervenção, através da criação de uma atmosfera limpa e respirável, limitar a propagação do incêndio, retardando o aumento da temperatura e aquecimento da matéria combustível, e facilitar a intervenção dos meios de socorro, por forma a aumentar a segurança quer nas operações de busca e salvamento quer nas operações de extinção.

Por forma a controlar o fumo distinguem-se duas metodologias, sendo elas o método de varrimento e a hierarquia de pressões/pressurização. Na metodologia de varrimento, compreendem-se os processos de admissão de ar novo num ponto baixo de um compartimento afetado pelo incêndio e respetiva extração de fumo para o exterior do compartimento, através de uma corrente de ar (de direção vertical ou horizontal) gerada entre os pontos de entrada e os de saída na zona mais alta dos compartimentos, criando fenómenos de transporte propícios ao arrastamento de fumo [55]. Já na metodologia de hierarquia de pressões/pressurização,

estabelece-se uma hierarquia relativa de pressões, com subpressão do local sinistrado relativamente aos locais que lhe são adjacentes, com o objetivo de proteção de intrusão de fumo nos respetivos compartimentos afetados.

No entanto, independentemente do tipo de sistema dimensionado, existem princípios que se verificam necessário de cumprir. Primeiramente, o movimento de ar deve ser uniforme, evitando-se zonas de recirculação em que se criam acumulações indesejáveis de fumo. Posteriormente, a velocidade do varrimento irá também pesar na escolha do sistema, visto que se o mesmo for inferior à velocidade de escoamento do fumo, o fenómeno de transporte será insuficiente e o processo de desenfumagem pouco eficiente.

Quanto ao princípio de varrimento, o mesmo pode ser realizado por meios naturais ou por meios mecânicos, abrangendo as duas metodologias base, a desenfumagem dos espaços e a sobrepressão de zonas adjacentes.

2.4.1.1. Desenfumagem Passiva

Relativamente a um sistema de desenfumagem passivo, o funcionamento do mesmo é realizado por forças de impulsão, sendo os principais componentes deste sistema as entradas e saídas de ar instaladas durante a construção de um edifício. Estas aberturas de admissão de ar devem ser instaladas em locais protegidos do fumo e tendo em conta a orientação predominante dos ventos no local a ser instalado.

No que toca à extração de fumos neste sistema, a mesma pode ser realizada através de vãos dispostos em paredes exteriores, exdutores de fumos ou bocas de extração ligadas por condutas (ver Figura 2.31).

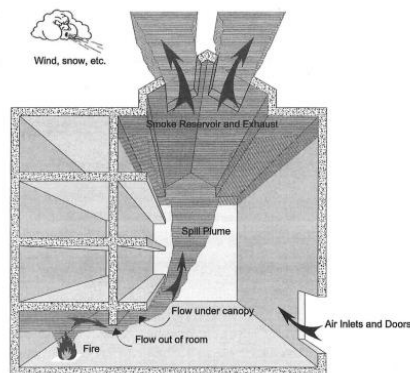


Figura 2.31 – Funcionamento de sistema passivo de controlo de fumos [53]

Verifica-se que um sistema de desenfumagem passivo não utiliza meios mecânicos de extração de fumos, utilizando para tal o efeito do vento. No entanto, este efeito por vezes verifica-se muito difícil de prever, constituindo dessa forma um grande inconveniente na utilização desta técnica. A instalação desta tipologia de equipamento para desenfumagem verifica-se com maior utilização em instalações industriais, mas também em grandes centros comerciais.

Segundo o RT-SCIE – Portaria nº 135/2020 de 2 de Junho de 2020 – Artigos 141º e 142º da Secção II [40], definem-se algumas noções para a instalação de sistemas de desenfumagem passiva sendo:

- Admissão de Ar pode ser realizada por meio de:
 - a) Vãos dispostos em paredes exteriores, cuja parte superior se situe a uma altura de até 1 m do pavimento, ou confinando com locais amplamente arejados;
 - b) Bocas de admissão, ligadas a tomadas exteriores de ar eventualmente através de condutas.

- Evacuação de Fumo pode ser realizada por meio de:
 - a) Vãos dispostos em paredes exteriores cuja parte inferior se situa, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento;
 - b) Exutores de fumo (ver Figura 2.32);
 - c) Bocas de extração cuja parte inferior se situe, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento, ligadas a aberturas exteriores, eventualmente através de condutas;
 - d) As condutas das instalações de desenfumagem passiva devem possuir secção mínima igual ao somatório das áreas livres das bocas que servem em cada piso;
 - e) As condutas coletoras verticais não devem comportar mais de dois desvios, devendo qualquer deles fazer com a vertical um ângulo máximo de 20°;
 - f) Em cada piso, o comprimento dos ramais horizontais de ligação à conduta coletora vertical não deve exceder os 2 m, a menos que seja justificado pelo cálculo que a tiragem requerida é assegurada.

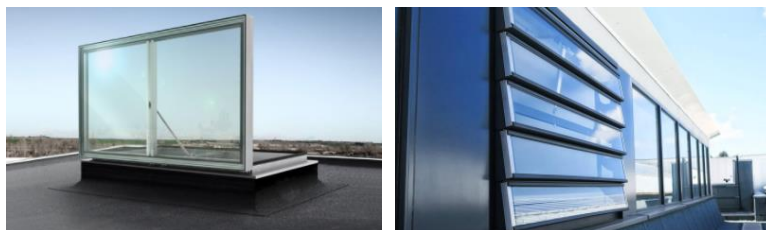


Figura 2.32 – Exutor de uma comporta e exutor de lamelas para fachada [56]

No caso em que se verifique o início de um incêndio em um edifício, em que o mesmo se encontre dotado de um sistema de desenfumagem passiva, com instalação de exutores ou vãos de fachada, é necessário que os mesmo atuem corretamente por forma a cumprirem as suas funções. Para tal, estes tipos de equipamentos encontram-se dotados de atuadores elétricos, em que remotamente é possível comandá-los, ou integrá-los num sistema de incêndio por forma a que caso se verifique um incêndio, os mesmo atuem automaticamente. Desta forma, o fumo será direcionado para o exterior, permitindo que os respetivos caminhos de evacuação permaneçam desimpedidos e visíveis.

Contudo, é sabido que os comandos automáticos por vezes poderão falhar, havendo necessidade de comandar manualmente este tipo de equipamentos. Os comandos manuais poderão ser ativados pressionando um botão/botoneira, a qual deve ser instalada próximo dos acessos dos locais, e duplicada através de uma instalação em paralelo nas centrais de segurança

da instalação/edifício, caso existam. Por forma a evitar a má utilização destes comandos, é obrigatório que os mesmos sejam atuados com a ordem dos responsáveis de segurança do local.

Os sistemas de comando manual de desenfumagem passiva podem ainda ser classificados como sistemas de comando mecânico, elétrico, pneumático e hidráulico.

No que diz respeito aos sistemas de comando mecânico, representados na Figura 2.33, estes são constituídos por uma alavanca que permite destravar um tirante de retenção, permitindo desta forma a abertura da tampa.



Figura 2.33 – Sistema mecânico de desenfumagem passiva [57]

Por forma a garantir o fácil manuseamento e abertura, o braço da alavanca não deve exceder o máximo de 30 m no seu comprimento, possuindo um limite de 5 curvas e mantendo os tirantes alinhados. Através da utilização deste sistema é possível obter as seguintes vantagens:

- Facilidade de instalação dos sistemas;
- Requer pouca manutenção;
- Em geral será um sistema bastante económico

No entanto, apresenta desvantagens face aos restantes sistemas, tais como:

- Encontrar-se limitado relativamente ao comprimento do braço e desvios de direção do mesmo;
- Existir uma elevada possibilidade de quebra ou falha.

Relativamente à tipologia de sistema de comando elétrico de desenfumagem passiva, representado na Figura 2.34, verifica-se que a abertura e fecho do sistema é realizado através de um telecomando, que por sua vez irá dar uma ordem de rotação ao respetivo motor elétrico do exutor ou grelhas de fachada caso possuam registos motorizados.

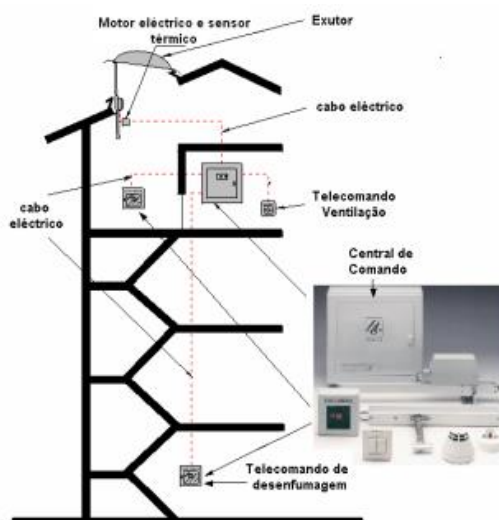


Figura 2.34 – Sistema elétrico de desenfumagem passiva [57]

Comparativamente às restantes tipologias destaca-se:

- A possibilidade de agregação de todos os equipamentos de desenfumagem passiva num comando.
- A reduzida manutenção associada a esta tipologia;
- Apresentar uma metodologia de instalação fácil, de acordo com o comprimento e a complexidade associada ao caminho dos cabos elétricos;
- Possibilitar a rápida abertura e fecho dos equipamentos;
- Possibilitar a sinalização do estado físico dos exutores e avarias no sistema, caso existam;
- A capacidade de instalar detetores de incêndio/fumo, que agregados a este sistema, fornecem informação imediata que irá desencadear uma ordem de acionamento destes equipamentos.

No que diz respeito aos sistemas de comando pneumático e hidráulico de desenfumagem passiva, representado na Figura 2.35, verifica-se que em ambos é utilizado um êmbulo que realiza força para abertura e fecho dos equipamentos de desenfumagem.

A diferença entre estes dois sistemas foca-se somente no tipo de fluido utilizado no sistema, sendo que no caso do sistema pneumático é utilizado ar comprimido ou dióxido de carbono armazenado em botijas, e no caso do sistema hidráulico é utilizado óleo, por forma a realizar as respetivas ações. Em todo o caso, são sistemas que podem ser inseridos num sistema de comando automático, acionado através de botoneiras locais.

Em geral, e excetuando o sistema puramente mecânico, todos os restantes podem ser inseridos num sistema automático de comando, havendo ainda possibilidade de inserção num sistema de alarme e deteção de incêndios. Devido à complexidade da arquitetura de um sistema de alarme e deteção de incêndios esta solução, à primeira vista, pode ser a menos económica, contudo, e tendo sempre em conta a segurança de todos os colaboradores de um edifício, é sempre a opção mais automatizável, fiável e eficaz.

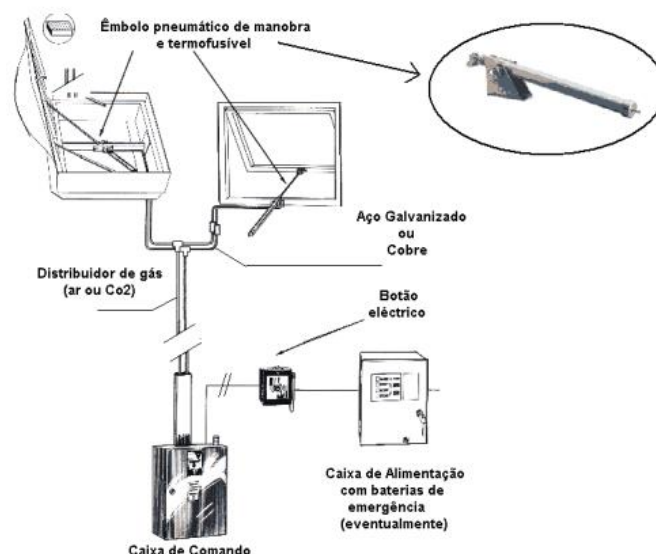


Figura 2.35 – Sistema pneumático e hidráulico de desenfumagem passiva [57]

2.4.1.2. Desenfumagem Ativa

Nos sistemas de desenfumagem ativa, a extração de fumo e admissão de ar são realizadas através de meios mecânicos, podendo ser acoplada a uma rede de condutas por forma a distribuir de uma maneira mais prática o ar e recolher o fumo nos pontos do respetivo compartimento. Designa-se por sistema ativo, uma vez que o varrimento de fumo resulta na ação de ventiladores de insuflação, que atuam na zona inferior do local, e de ventiladores de extração, que atuam na zona superior do local onde se concentra uma maior quantidade de fumo. Desta forma verifica-se a existência de duas tipologias de sistemas para a metodologia de desenfumagem ativa, que de certa forma hierarquizam as pressões do local para encaminhamento do fumo, impedindo que o mesmo se alastre para além do local afetado, sendo:

- Admissão de ar natural, com recurso a grelhas exteriores instaladas nas fachadas dos edifícios, e instalação de meios mecânicos que realizam a extração de fumo do local;
- Admissão de ar forçado com recurso a ventiladores de insuflação, com instalação de ventiladores de extração de fumo.

Em termos normativos o RT-SCIE – Portaria nº 135/2020 de 2 de Junho de 2020 – Artigos 143º, 144º e 146º da Secção III [40], define algumas noções para a instalação de sistemas de desenfumagem ativa sendo:

- Admissão de ar pode ser realizada por:
 - a) Meios naturais de admissão de ar que deverão ser estabelecidos nas condições indicadas no artigo 136º - “Localização das tomadas exteriores de ar e das aberturas para descarga de fumo”;

- b) A admissão de ar por meios mecânicos deve ser realizada por bocas de insuflação cuja parte mais elevada se situe, no máximo, a 1 metro do pavimento;
- Extração de fumo pode ser realizada por:
 - a) Ventiladores ou bocas cuja parte inferior se situe, pelo menos, a uma altura de 1,8 m do pavimento, ligadas a ventiladores através de condutas;
 - b) As condutas de insuflação de ar forçado e de extração de fumo devem apresentar um caudal total de fuga inferior a 20% do caudal a exigir no piso mais desfavorável;
 - c) Os ventiladores de extração de fumo devem resistir, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumo a uma temperatura de 400 °C, durante 1 h, em edifícios com altura não superior a 28 m, e durante duas horas em edifícios com altura superior a 28 m ou em pisos enterrados;
 - d) A certificação das características exigidas no ponto anterior deve ser feita por organismo acreditado no âmbito do Sistema Português de Qualidade (SPQ);
 - e) A posição dos aparelhos de comando dos ventiladores deve ser sinalizada no posto de segurança, quando exista.
- Relativamente ao comando destes equipamentos define-se:
 - a) Os sistemas de comando das instalações de desenfumagem ativa devem assegurar que os ventiladores de extração de fumo só entrem em funcionamento após a abertura dos obturadores das bocas de admissão e de extração dos espaços interessados;
 - b) O acionamento dos ventiladores deverá ser garantido, mesmo que a abertura dos obturadores não chegue ao fim de curso;
 - c) Sempre que os sistemas de ventilação ou tratamento de ar do edifício participem no controlo de fumo, deve ser assegurada a obturação de todas as bocas, abertas em exploração normal, que permitam o escoamento do fumo para as zonas do edifício não sinistradas.

No que diz respeito aos equipamentos utilizados nos sistemas de desenfumagem ativa, verifica-se a existência de [57]:

- **Insufladores de ar ou Unidades de Tratamento de Ar:** são equipamentos do sistema de AVAC que realizam o tratamento e recirculação de ar de uma instalação (ver, Figura 2.36). Na sua constituição base são ventiladores do tipo centrífugo, de potência variável, os quais permitem o fornecimento de ar. Visto serem equipamentos que promovem a insuflação e extração de ar, podem ser considerados equipamentos de apoio no controlo de fumo em caso de incêndio.



Figura 2.36 – Insuflador de ar ou Unidade de Tratamento de Ar [58]

- **Ventiladores de insuflação ar:** são equipamentos que proporcionam energia ao ar através do movimento rotacional realizado por um motor elétrico, a verificar na Figura 2.37. Os mesmo possuem uma elevada eficiência mecânica, porém não conseguem superar quedas de pressão muito elevadas, sendo por isso a sua principal aplicação no campo da insuflação forçada de ar. Por serem equipamentos bastante usuais verifica-se a existência no mercado de diversos tipos de ventiladores de insuflação de ar, tais como, ventiladores axiais de alhetas diretas, axiais tubulares ou helicoidais, e ventiladores centrífugos de lâminas curvadas ou radiais.

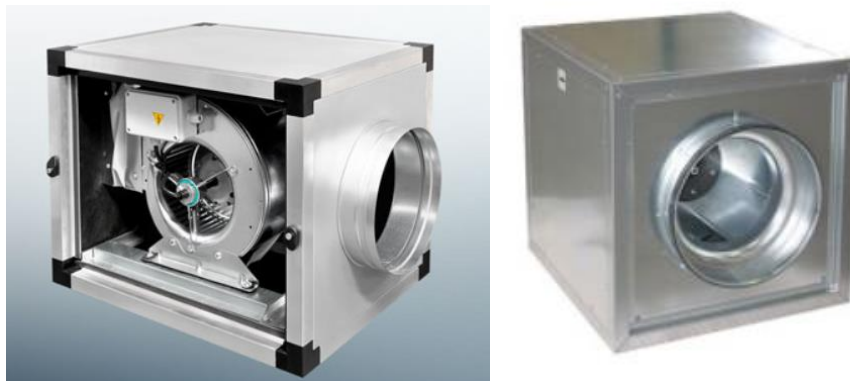


Figura 2.37 – Ventiladores de insuflação de ar [59]

- **Ventiladores de Extração:** são equipamentos eletromecânicos semelhantes aos ventiladores de insuflação, no entanto proporcionam o efeito de expulsão de fumo e gases quentes a elevadas temperaturas (ver, Figura 2.38). Estes equipamentos ao ser projetados, tem sempre de se ter em atenção às perdas de carga derivadas de curvas e grandes troços de conduta, por forma a dimensionar e instalar um equipamento capaz de extrair o fumo do respetivo local.



Figura 2.38 – Ventiladores de extração de fumo [59]

- **Registos Corta-Fogo:** São equipamentos que possuem como função isolar de forma automática as respetivas zonas de fogo, abrindo ou fechando as suas alhetas, sendo instalados em condutas de sistemas de ventilação e ar condicionado, podendo ser inseridos em tetos de alvenaria ou betão e paredes, como os apresentados na Figura 2.39. Em geral, o seu funcionamento possui como objetivo impedir que o fumo ou calor produzido por um incêndio transite de um compartimento para outro, melhorando de certa forma o encaminhamento de fumo para o exterior.



Figura 2.39 – Registos Corta-Fogo motorizados retangular e circular [59]

Paralelamente aos sistemas apresentados, e tomando o caso de garagens construídas em pisos subterrâneos, verifica-se uma necessidade diferente de encaminhamento do fumo e gases produzidos por um incêndio. Para este caso é necessário a instalação de ventiladores de impulso, que possuem como principal objetivo encaminhar o fumo para as respetivas grelhas e condutas de extração, as quais com o auxílio de ventiladores de extração, irão extrair o fumo para o exterior do edifício.

Há semelhança do sistema de desenfumagem passiva, anteriormente mencionado, os sistemas de desenfumagem ativa podem também ser inseridos num sistema automático de comando, sendo desta forma integrados os respetivos comandos automáticos de acionamento dos equipamentos de desenfumagem (ver figura 2.40), por forma a encaminhar o fumo para o exterior do edifício, e permitir a correta evacuação do edifício.



Figura 2.40 – Ventiladores de impulso para direcionamento de fumo [59]

Na Tabela 2.7 identificam-se os métodos de controlo de fumos adequados para as diversas zonas de um edifício ou recinto.

Tabela 2.7 – Tipos de controlo de fumo em diversas tipologias de edifícios [60]

EDIFÍCIO / RECINTO / LOCAL	TIPO DE SISTEMA / MÉTODO DE CONTROLO DE FUMO
Locais amplos e cobertos, incluindo pátios interiores e átrios, com altura superior a 12 m	Desenfumagem ativa
Pátios interiores cobertos prolongados até ao topo do edifício	Desenfumagem passiva ou ativa
Pátios interiores cobertos abertos	Desenfumagem ativa ou por hierarquia de pressões, com o piso sinistrado em depressão relativamente aos restantes
Vias verticais enclausuradas de evacuação de edifícios com altura superior a 28 m	Sistemas de sobrepressão, duplicados por sistemas de desenfumagem ativa por emergência com manobra reservada aos bombeiros
Vias de evacuação horizontais enclausuradas de edifícios com altura superior a 28 m	Sistemas ativos, de arranque automático
Cozinhas	Desenfumagem ativa, incluindo painéis de cantonamento dispostos entre as cozinhas e as salas de refeição
Pisos enterrados, com mais do que um piso abaixo do plano de referência	Desenfumagem ativa, de preferência por hierarquia de pressões
Locais sinistrados	Desenfumagem passiva ou ativa
Vias horizontais de evacuação	Desenfumagem passiva, ativa ou por sobrepressão relativamente ao local sinistrado
Vias verticais de evacuação (normalmente caixas de escadas)	Desenfumagem passiva ou por sobrepressão relativamente aos espaços adjacentes

2.4.2. Vias de Evacuação

Os caminhos de evacuação, que integram percursos horizontais e verticais, devem possuir características que permitam uma evacuação rápida, eficiente e segura dos ocupantes para o exterior, tal como exemplificado na Figura 2.41. No caso em que se faz menção a vias de evacuação verticais, por norma consideram-se as vias de escadas dos edifícios que se identificam como o primeiro refúgio dos ocupantes em caso de incêndio. Como tal, torna-se de máxima importância que as condições atmosféricas nestes locais se mantenham próximo do parâmetro de normalidade aquando do respetivo período de evacuação.



Figura 2.41 – Vias Verticais e Horizontais de Evacuação [1]

Nas Vias Verticais de Evacuação (VVE) o controlo de fumos pode ser efetuado através de desenfumagem passiva ou através de sobrepressão das caixas de escadas, sendo proibida a extração forçada nestes locais, de acordo com a Regulamentação de Segurança Contra Incêndio (RSCIE). No caso de desenfumagem passiva nas VVE a extração de fumo deverá ser realizada através de aberturas no topo, e admissão de ar na base da via, podendo as aberturas superiores serem equipadas com exutor de fumos, sendo que as mesmas nunca deverão possuir uma área inferior a $1 m^2$, como representado na Figura 2.42.

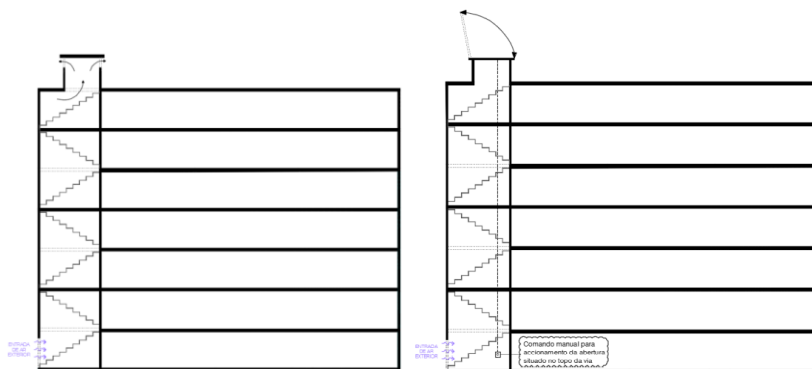


Figura 2.42 – Controlo de fumo em VVE com abertura permanente no topo e exutor [61]

Para o último caso em que se efetua a extração de fumo através de um exutor, o mesmo deve possuir comando manual de acionamento instalado no interior da via, ao nível de acesso do corpo de intervenção.

Por forma a evitar o fenómeno de bloqueamento por fogo o RT-SCIE propõe que os pisos situados a mais de 28 m acima do plano de referência possuam pelo menos duas vias verticais de evacuação. Neste caso os vãos de acesso às escadas ou às respetivas câmaras corta-fogo devem estar a uma distância mínima de 10 m e ligadas por comunicação horizontal comum.

No caso de desenfumagem ativa nas VVE, a mesma só deve ser realizada por insuflação de ar mecânica, uma vez ser proibida a utilização de extração mecânica de fumos neste caso em específico. Em situações de sobrepressão, a penetração de fumo é limitada pelo estabelecimento de uma pressão superior nas VVE promovido por:

- Insuflação de ar na via;
- Insuflação de ar na via com extração nas vias horizontais de evacuação do piso em causa;
- Extração de fumos no local em causa.

Como tal, a diferença de pressão entre as VVE e o local em que ocorra um incêndio deve estar compreendido entre 20 a 80 Pa por forma a se manter estas zonas livres de fumo. O limite superior é estabelecido tendo em conta o esforço necessário para a abertura da porta em causa, mantendo as condições de sobrepressão, não devendo impossibilitar a evacuação rápida e eficaz dos elementos presentes no edifício.

Por forma a que estas vias de evacuação permaneçam desimpedidas de fumo, é então necessário que as mesmas possuam um fornecimento de ar contínuo, que possibilite manter um diferencial de pressão, preservando desta forma o fluxo de ar através de uma ou mais trajetórias de fuga, possibilitando ainda a condução do fumo para o exterior do edifício.

Visto que se tem por base o estudo deste fenómeno em edifícios, existe sempre a possibilidade de existir portas de acesso às vias de evacuação que se encontrem abertas. Nestas situações, em que possivelmente a porta do local sinistrado se encontre aberta, é impreterível que haja um fluxo de ar suficiente através da porta, que previna a entrada de fumo para a via de evacuação.

Desta forma, verifica-se que a pressurização das vias pode ser dividida em duas categorias distintas, sendo elas através de sistemas de insuflação simples ou sistemas de insuflação múltipla.

Entende-se por sistemas de insuflação simples, um sistema cuja pressurização é realizada por insuflação de ar num só local, normalmente situado na parte inferior das vias de evacuação. Contudo, este primeiro sistema possui alguns pontos menos favoráveis caso as portas localizadas nas imediações de insuflação de ar se encontrem abertas, uma vez que desta forma se verifica a perda do ar pressurizado pelas mesmas, não se conseguindo desta forma inserir uma pressão positiva na via. Por forma a evitar esta situação, é aconselhável a instalação de bocas de insuflação em vários locais da via, designando-se desta forma por um sistema de insuflação múltipla, tendo sempre em conta as regras de instalações mencionadas no RT-SCIE apresentado anteriormente.

No que diz respeito às vias horizontais de evacuação (VHE), é possível utilizar o processo de desenfumagem ativo para controlo de fumos, a qual é realizada através da utilização de ventiladores de ar e condutas de ar, de acordo com as regras de seguida explicitadas:

- Relativamente às bocas ou grelhas de insuflação de ar e extração de fumos, devem as mesmas ser instaladas com a distância máxima entre duas aberturas consecutivas de admissão ou extração, igual a 15 m nos percursos em linha reta, e de 10 m nas restantes situações, como exemplificado na Figura 2.43.



Figura 2.43 – Distância entre bocas ou grelhas de entrada de ar ou saída de fumo em VHE [61]

- As grelhas de extração de parede devem situar-se a pelo menos 1,80m de altura e as grelhas de insuflação de parede deverão situar-se no máximo a 1 m de altura

Quanto à largura das saídas e dos caminhos de evacuação horizontais, os mesmo encontram-se intimamente relacionados com o efetivo e número de unidades de passagem (ver Tabela 2.8).

Tabela 2.8 – Largura mínima de Vias Horizontais de Evacuação [62]

Efetivo	Nº de UPs	Largura
Menos de 50	1	0,9
51 a 100	2	1,4
101 a 200	3	1,8
201 a 300	4	2,4
301 a 400	5	3
401 a 500	6	3,6
501 a 600	6	3,6
601 a 700	7	4,2

Como tal, verifica-se que para o caso de controlo de fumos nas vias de evacuação, a metodologia mais eficaz, contudo menos económica, é a desenfumagem ativa com recurso a pressurização, visto permitir que as vias de evacuação se mantenham isentas de fumo quer para evacuação, quer para o combate ao incêndio por parte do corpo de intervenção. É ainda importante mencionar que a circulação do ar insuflado através dos ventiladores, deve ser dimensionado de modo a incutir uma trajetória de fluxo de ar no sentido contrário à circulação de emergência, com o intuito de diminuição do risco de intrusão do fumo.

2.4.3. Compartimentação

A compartimentação corta-fogo consiste numa das medidas adotadas na prevenção e limitação da propagação de um incêndio, com o objetivo principal de limitar a penetração de fumo e gases de combustão, e propagação das chamas no interior de um espaço, permitindo dessa forma reduzir a carga de incêndio e uma rápida e segura evacuação dos ocupantes de um edifício, limitando assim os prejuízos e facilitando a intervenção das forças de socorro.

Um compartimento corta-fogo é então composto por paredes e pavimentos resistentes ao fogo com capacidade de o circunscrever durante um determinado período, implicando dessa forma que todos os vãos e atravessamentos na fronteira do compartimento mantenham as características de resistência ao fogo.

Quanto às características de resistência destacam-se:

- **Estabilidade ao fogo** – consistindo na capacidade de resistência ao colapso no decorrer de um incêndio, para um elemento que tenha de suportar cargas;
- **Estanquicidade ao fogo** – consistindo numa propriedade que um elemento possui durante um incêndio de não deixar penetrar chamas ou gases quentes;
- **Isolamento térmico** – consistindo numa propriedade do elemento em que a temperatura não atinja um determinado valor de temperatura na face oposta à exposta ao incêndio.

Devido às características construtivas de diversos espaços, os sistemas de compartimentação são constituídos por um conjunto de equipamentos ou materiais que permitem o correto isolamento do espaço em causa. Para tal, destacam-se materiais e equipamentos tais como:

- **Portas Corta-Fogo** – consistindo em elementos construtivos instalados em vãos de passagem entre zonas compartimentadas, ilustrado na Figura 2.44, tais como vias de evacuação e câmaras corta-fogo, devendo possuir características de reação e resistência ao fogo.



Figura 2.44 – Porta Corta-Fogo [63]

- **Divisórias resistentes ao fogo** – consistindo em elementos com função divisória que apresentam características de resistência ao fogo adequadas para efetuar a compartimentação de um determinado espaço, podendo ser utilizadas placas ou painéis que garantam as exigências de resistência, tais como os exemplos apresentados na Figura 2.45.



Figura 2.45 – Divisórias resistente ao fogo[64]

- **Sistemas de cortina de água** – consistindo em sistemas de atuação automática, complementar dos sistemas de proteção contra o incêndio, constituído por um circuito de alimentação de água e válvulas de comando do tipo “dilúvio”, irrigando os elementos de construção e estabelecendo assim um ecrã de proteção contra a energia radiada de um incêndio (ver, Figura 2.46).

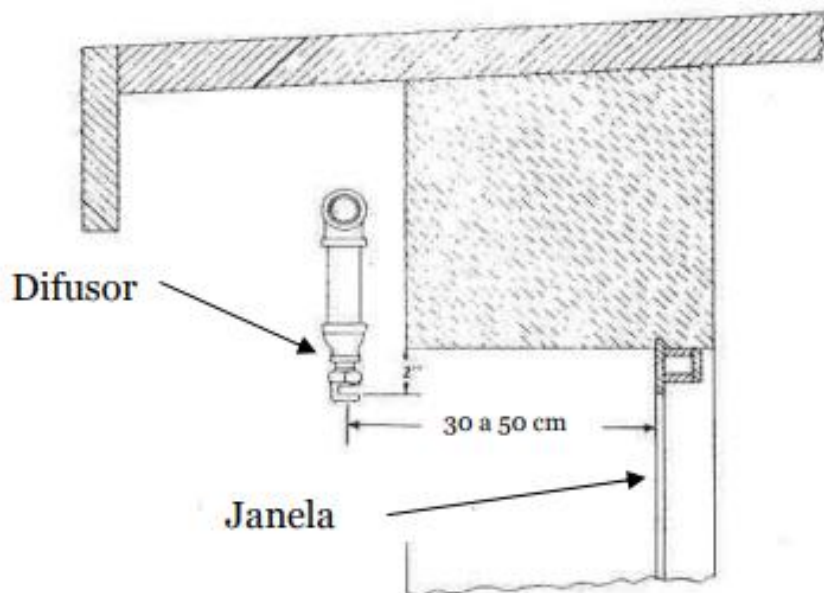


Figura 2.46 – Sistema de cortina de água aplicada sobre uma janela [65]

- **Selagens** – consistem em soluções concebidas por forma a garantir que os elementos atravessados por serviços técnicos mantenham as suas características de resistência ao fogo, sendo aplicadas em atravessamentos de cabos elétricos, tubagens, condutas e outros atravessamentos técnicos de dimensão reduzida, como o exemplo da Figura 2.47.

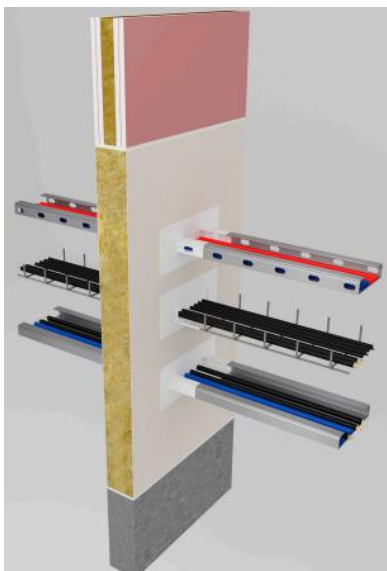


Figura 2. 47 – Selagens Corta-Fogo [66]

Como forma de representação das propriedades de resistência ao fogo, é utilizada simbologia por forma a diferenciar e simplificar essas propriedades, classificada pelas Euroclasses de resistência, através da conjugação de letras, sendo as mais utilizadas as apresentadas na Tabela 2.9.

Pela normalização aplicada, todas as classificações são utilizadas mencionando o tempo de resistência ao fenómeno do fogo. A título de exemplo a classificação “EI 60”, onde o respetivo material terá critérios de estanquicidade a chamas e gases inertes e isolamento térmico irá possuir uma duração de 60 min até perder os seus efeitos.

Tabela 2.9 – Simbologia de Resistência ao fogo [66]

Critérios	Simbologia
Capacidade de suporte de cargas	R
Estanquicidade a chamas e gases quentes	E
Isolamento térmico	I
Radiação	W
Ação Mecânica	M
Fecho Automático	C
Passagem de fumos	S
Continuidade de fornecimento de energia e/ou de sinal	P ou PH
Resistência ao fogo	G
Capacidade de proteção contra o fogo	K

Anteriormente à execução de um plano de emergência é necessário determinar qual o conteúdo necessário para a realização do mesmo, tal como [69]:

- Denominação do estabelecimento;
- Tipo de atividade nele desenvolvido;
- Identificação das substâncias perigosas presentes no edifício;
- Caracterização da ocupação do edifício, em período normal de funcionamento e fora deste, incluindo a quantificação dos trabalhadores, prestadores de serviço e eventuais visitas.

Posteriormente, é necessário identificar quais as competências e responsabilidades dos intervenientes, sendo para tal fulcral [69]:

- Identificar o responsável de segurança do plano de emergência, demais elementos com atribuições previstas no plano de emergência e respetivos substitutos, informando o respetivo nome, cargo e contactos, com competências para:
 - a) Ativar o plano;
 - b) Desencadear os diversos procedimentos de emergência;
 - c) Dirigir e coordenar as operações no estabelecimento;
 - d) Declarar o fim da emergência;
 - e) Coordenar os trabalhos e diligências a efetuar na fase de reabilitação.
- Descrever os meios humanos, internos e externos, explicitando as competências e responsabilidades em termos da resposta à emergência. No que respeita aos meios internos, deve ser feita a distinção entre os que são afetos ao edifício e os pertencentes a empresas subcontratadas.

Face ao anteriormente explicitado, será iniciada a ativação do plano de emergência e sistema de alerta, sendo para tal necessário inserir uma descrição dos critérios para ativação do plano de emergência, os procedimentos de ativação do mesmo explicitando a relação entre os acontecimentos, preferencialmente sob a forma de um fluxograma, as fases de emergência, incluindo a declaração de fim de emergência, devendo indicar o responsável pela decisão e os procedimento/diligências a efetuar, e por fim o sistema de alerta, incluindo informação sobre o início e fim da emergência.

No que diz respeito aos procedimentos de atuação ou evacuação, o plano de emergência deverá descrever os procedimentos/instruções de atuação em caso de emergência, tais como potenciais acidentes, consequências específicas (incêndio, explosão, emissão tóxica) e causas específicas como fenómenos naturais (sismos, inundações) ou intrusão/sabotagem. Deverá ainda descrever todos os procedimentos/instruções de atuação para evacuação do edifício (parcial e/ou total), incluindo eventuais normas de abandono dos locais e sistemas de controlo de número de ocupantes presentes no edifício.

Será ainda fulcral transmitir no plano de emergência uma descrição de todos os meios materiais presentes no edifício, tais como:

- Sistemas automáticos de detecção de situações anómalas;
- Geradores de emergência, indicando a sua autonomia;
- Sistemas de contenção de derrames e de encaminhamento de água de combate a incêndio;
- Equipamentos de proteção individual disponíveis para utilização durante o combate aos diferentes tipos de sinistros;
- Viaturas e meios internos de socorro, incluindo os meios afetos a entidades vizinhas que possam ser utilizados em emergências e eventuais protocolos de utilização;
- Equipamentos e sistemas de segurança contra incêndio, entre os quais se identifica extintores portáteis e móveis, rede de água de combate a incêndio, bocas de incêndio de primeira e segunda intervenção, sistemas de extinção automática de combate a incêndio, hidrantes, sistemas automáticos de extinção de incêndio por agente extintor diferente de água, sinalização de emergência, iluminação de emergência.

Para além de todas as condições anteriormente referidas, poderá ainda não ser suficiente para assegurar a evacuação segura de todos os intervenientes do edifício em causa. Desta forma torna-se imprescindível o estabelecimento e concretização de um programa de treinos intensivos (simulacros) do plano de emergência do edifício, em que se envolva todos os utilizadores do mesmo. Os simulacros, previstos devem ser realizados com uma periodicidade mínima anual, para além de treinarem e atualizarem o conhecimento de todos os colaboradores, pode ainda servir para atualizar e melhorar o plano de emergência do edifício.

3. Matrizes de Incêndio

A importância do entendimento da anatomia de um edifício, o seu risco de ocupação e o perfil de compartimento são elementos essenciais para a eficiência das operações de combate ao incêndio. Fundamentalmente, a capacidade de identificar com elevada precisão o perfil do edifício em questão e prever como o mesmo se comportará durante as diversas fases de crescimento do incêndio, permite um melhor planeamento no combate ao incêndio.

Tendo em vista a segurança do edifício e dos seus ocupantes, as matrizes de incêndio possuem como objetivo complementar as soluções de segurança, permitindo dessa forma facilitar a evacuação dos ocupantes, podendo ser realizado através da setorização do alarme, contribuindo dessa forma para a metodologia de controlo de fumos através da pressurização de um local ou através do fecho de registos corta-fogo, ou contribuindo para a compartimentação através do fecho de portas/cortinas corta-fogo, sendo sempre caracterizadas como um complemento à solução e nunca a solução em si.

Em termos de realização das respetivas Matrizes, as mesmas devem ser realizadas por entidades, tais como projetistas desta especialidade SCIE, inscritos na entidade ANEPC, sendo que, numa eventualidade técnica em que haja necessidade de se alterar a Matriz de Incêndio de um respetivo edifício/instalação, a mesma tem sempre de ser validada pelo projetista da especialidade em causa.

Após a realização de uma Matriz de Incêndio e da respetiva instalação de todos os sistemas e equipamentos, é impreterível a realização de ensaios parciais e finais por forma a confirmar a boa instalação dos mesmos, em conformidade com a respetiva Matriz de Incêndio, sendo os mesmos realizados por empresas credenciadas pela ANEPC. Posteriormente existe a necessidade de se realizar um plano de inspeções e ensaios, de acordo com as indicações do respetivo projetista, por forma a que futuramente os sistemas sejam mantidos em pleno funcionamento. Caso seja necessário realizar alterações na instalação, a mesma irá implicar a atualização da matriz, e respetiva validação pelo responsável de segurança.

Por forma a se realizar uma matriz de incêndio terá ainda de se ter em conta complementos que identifiquem a gravidade do risco em causa associado à tipologia do edifício, sendo exemplos disso as diversas utilizações-tipo de edifícios e recintos, os locais de risco e as categorias de risco.

3.1. Utilizações-Tipo

Relativamente às diversas Utilizações-Tipo (UT) de edifícios estão definidas, de acordo com o artigo 8º do Regimento Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RJ-SCIE), 12 utilizações-tipo de edifícios e recintos [70].

- **Utilização-Tipo I (Habitacionais)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns de acessos e áreas não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes;

- **Utilização-Tipo II (Estacionamentos)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, para o mesmo fim, tais como:
 - a) Garagens para recolha de veículos;
 - b) Parques de estacionamento cobertos automáticos, públicos ou privados;
 - c) Parques de estacionamento cobertos, abertos ou fechados, e ao ar livre, públicos ou privados;
 - d) Silos auto, abertos ou fechados, públicos ou privados.

- **Utilização-Tipo III (Administrativos)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem atividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços, excluindo oficinas de reparação e manutenção, tais como:
 - a) Balcões de atendimento (p.ex. agências bancárias, lojas do cidadão, correios, etc.);
 - b) Centros de atendimento;
 - c) Conservatórias de registos;
 - d) Edifícios ou parte de edifícios afetos ao comando e a serviços integrados em quartéis de bombeiros, forças armadas e de segurança;
 - e) Escritórios de empresas e outras entidades públicas ou privadas;
 - f) Espaços de investigação não dedicados ao ensino.

- **Utilização-Tipo IV (Escolares)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem ações de educação, ensino e formação, ou exerçam atividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, tais como:
 - a) Centros de atividades de tempos livres (CATL);
 - b) Centros de explicações;
 - c) Centros de formação profissional e outros, mesmo que integrados em instalações de bombeiros ou forças armadas e de segurança;
 - d) Colégios privados e públicos, externos e internos, de qualquer nível (básico, secundário ou superior);
 - e) Creches;
 - f) Escolas de condução.

- **Utilização-Tipo V (Hospitalares e Lares de idosos)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de ações de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento, ao apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de fatores de natureza física ou psicológica, tais como:
 - a) Casa de acolhimento;

- b) Centro de apoio a pessoas com deficiência;
 - c) Centro de atendimento, acompanhamento e reabilitação social para pessoas com deficiência e incapacidade;
 - d) Centro de atividades ocupacionais;
 - e) Centro de apoio a pessoas idosas (por exemplo: centros de dia/noite/convívio, residência);
 - f) Centro de diagnóstico médico (por exemplo: ecografias, tomografia, radiologia);
 - g) Centro de enfermagem;
 - h) Centro de saúde;
 - i) Hospitais privados ou públicos;
 - j) Laboratórios.
- **Utilização-Tipo VI (Espetáculos e Reuniões Públicas)** – consistem em edifícios, partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios ao ar livre que recebem público, destinados a espetáculos, reuniões públicas, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos ou palestras, excluindo-se desta UT os espaços destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou à atividade de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico.
 - a) Anfiteatros;
 - b) Auditórios;
 - c) Bares com música ao vivo;
 - d) Casinos;
 - e) Cinemas;
 - f) Circos;
 - g) Coliseus;
 - h) Discotecas;
 - i) Pavilhões multiusos.
 - **Utilização-Tipo VII (Hoteleiros e Restauração)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário e/ou exercendo atividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não, tais como:
 - a) Agroturismo;
 - b) Albergarias;
 - c) Apartamentos turísticos;
 - d) Casas de campo;
 - e) Centros de acolhimento (turismo de natureza);

- f) Churrascarias, com ou sem venda para fora;
 - g) Colónias de férias, quando não inseridas em estabelecimentos escolares;
 - h) Hotéis, Hotéis-apartamentos, Hotéis rurais;
 - i) Moradias turísticas;
 - j) Motéis;
 - k) Pensões;
 - l) Residenciais (de estudantes, quando não inseridas em estabelecimentos escolares).
- **Utilização-Tipo VIII (Comerciais e Gares de Transporte)** – consistem em edifícios ou parte de edifícios que recebam público, onde se exponha ou venda materiais, produtos ou outros bens destinados a serem consumidos no exterior, ou ocupados por gares destinados a aceder a meios de transporte, constituindo espaços de interligação entre vias públicas, tais como:
 - a) Barbeiros;
 - b) Centros comerciais;
 - c) Canis, gatis, cavalariças;
 - d) Drogarias;
 - e) Farmácias;
 - f) Estações ferroviárias, fluviais, marítimas e rodoviárias;
 - g) Heliportos;
 - h) Minimercados, Hipermercados, Mercados e mercearias.
- **Utilização-Tipo IX (Desportivos e de Lazer)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados a atividades desportivas e de lazer, tais como:
 - a) Autódromos;
 - b) Bowlings;
 - c) Campos de jogos cobertos ou ao ar livre;
 - d) Estádios;
 - e) Parques aquáticos, de aventuras, de campismo e caravanismo e de jogos;
 - f) Pavilhões desportivos;
 - g) Recintos para exposições aéreas.
- **Utilização-Tipo X (Museus e Galerias de Arte)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios que recebem ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou a atividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico, tais como:
 - a) Aquários;

- b) Galerias de arte;
 - c) Museus;
 - d) Oceanários;
 - e) Parques botânicos e florestais;
 - f) Parques zoológicos;
 - g) Espaços de exposição.
- **Utilização-Tipo XI (Bibliotecas e Arquivos)** – consistem em edifícios ou partes de edifícios, que recebam ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não, tais como:
 - a) Arquivos;
 - b) Bibliotecas;
 - c) Cinematecas;
 - d) Mediatecas.
 - **Utilização-Tipo XII (Industriais, Oficinas e Armazéns)** – consistem em edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, que recebam habitualmente ou não público, destinados ao exercício de atividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou equipamentos e todos os complementos destas atividades, tais como:
 - a) Armazéns não acessíveis ao público;
 - b) Centros de inspeção automóvel;
 - c) Docas;
 - d) Estabelecimentos industriais;
 - e) Estações de tratamento de águas residuais (ETAR) com aproveitamento industrial;
 - f) Oficinas de reparação e manutenção;
 - g) Hangares.

3.2. Locais de Risco

Os locais de risco correspondem a espaços presentes em edifícios que possuam um determinado grau de risco associado. Estes locais são classificados de acordo com a natureza do risco e divididos em seis grupos distintos, sendo estes identificados por letras de **A** a **F** [71].

- **Local de Risco A** – consiste num local que apresente riscos especiais, no qual se verifique que:
 - a) O efetivo não exceda 100 pessoas;
 - b) O efetivo de público não exceda 50 pessoas;

- c) Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reação a um alarme;
- d) As atividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém, não envolvam riscos agravados de incêndio.

Na sua generalidade, consideram-se locais de risco A:

- i. Átrios;
 - ii. Auditórios;
 - iii. Gabinetes;
 - iv. Salas de aula e de leitura, de espera e de estar.
- **Local de Risco B** – consiste num local acessível ao público ou ao pessoal afeto ao estabelecimento, com um efetivo superior a 100 pessoas ou um efetivo de público superior a 50 pessoas, no qual verifique que:
 - a) Mais de 90% dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção de um alarme;
 - b) As atividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.

Na sua generalidade, consideram-se locais de risco B à agregação de locais de risco A, com particularidade que os mesmos se encontram inseridos no mesmo compartimento corta-fogo, tais como:

- i. Átrios;
 - ii. Auditórios;
 - iii. Salas de aula e de leitura, de espera e de estar.
- **Local de Risco C** – consiste num local que apresente riscos particularmente agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido, quer às atividades nele desenvolvidas, quer às características dos produtos, materiais ou equipamentos nele existentes, tais como:
 - i. Armazéns;
 - ii. Arrecadações;
 - iii. Centrais de gases medicinais e incineração;
 - iv. Cozinhas;
 - v. Depósitos de produtos ou material diverso.
 - **Local de Risco D** – consiste num local com permanência de pessoas acamadas, destinado a receber crianças com idade não superior a três anos ou pessoas ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reação de um alarme, tais como:
 - i. Blocos de parto ou operatório;
 - ii. Cuidados especiais ou intensivos;

- iii. Enfermarias ou grupos de enfermarias e respetivas circulações;
 - iv. Urgências;
 - v. Salas de estar, de refeição, de dormida e de outras atividades ou grupos dessas salas.
- **Local de Risco E** – consiste num local destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D, tais como:
 - i. Camaratas ou grupos de camaratas;
 - ii. Espaços turísticos destinados a alojamento;
 - iii. Quartos e suítes em espaços afetos à UT VII (Hoteleiros);
 - iv. Quartos nos locais afetos à UT IV (Escolares).
 - **Local de Risco F** – consiste num local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes, nomeadamente os centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo, tais como:
 - i. Centrais de bombagem para serviço de incêndio;
 - ii. Centrais de comunicações;
 - iii. Centros de comando e controlo de serviços públicos ou privados de distribuição de água, gás e energia elétrica;
 - iv. Postos de segurança;
 - v. Centros de gestão, coordenação ou despacho de serviços de emergência.

3.3. Categorias de Risco

De acordo com as 12 UT, mencionadas anteriormente, em termos das suas categorias de risco classificam-se numa de quatro categorias, sendo a primeira categoria a menos gravosa e a quarta a mais gravosa. De entre diversas classificações de risco realça-se [72]:

- a) A altura da Utilização-Tipo;
 - b) A sua área bruta;
 - c) Os números de pisos ocupados baixo do nível de referência;
 - d) Se a Utilização-Tipo se encontra inserida em edifícios ou ao ar livre;
 - e) O seu efetivo total;
 - f) A sua densidade de carga de incêndio modificada.
- **Categorias de risco para UT I (Habitacionais)** – para esta UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura e o número de pisos abaixo do plano de referência. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior, conforme apresenta-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Categorias de Risco para UT I [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT I	
	Altura da UT I	Nº de pisos ocupados abaixo do plano de referência
1ª	≤ 9 m	≤ 1
2ª	≤ 28 m	≤ 3
3ª	≤ 50 m	≤ 5
4ª	> 50 m	> 5

- **Categorias de risco para UT II (Estacionamentos)** – para esta UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, o número de pisos abaixo do plano de referência e a sua área bruta, conforme se pode verificar na Tabela 3.2. No caso em que se situe ao ar livre, a mesma, é sempre classificada como sendo de 1ª categoria de risco. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.2 – Categorias de Risco para UT II [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT II		
	Altura da UT II	Área bruta ocupada	Nº de pisos ocupados abaixo do plano de referência
1ª	≤ 9 m	≤ 3200 m ²	≤ 1
2ª	≤ 28 m	≤ 9600 m ²	≤ 3
3ª	≤ 28 m	≤ 32000 m ²	≤ 5
4ª	> 28 m	> 32000 m ²	> 5

- **Categorias de risco para UT III (Administrativos)** – para esta UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura e o seu efetivo total, conforme se verifica na Tabela 3.3. Neste caso, se algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.3 – Categorias de Risco para UT III [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT III	
	Altura da UT III	Efetivo total
1ª	≤ 9 m	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1000
3ª	≤ 50 m	≤ 5000
4ª	> 50 m	> 5000

- **Categorias de risco para UT IV (Escolares) e UT V (Hospitalares e Lares de Idosos)** – para estas UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, o seu efetivo total, efetivo de locais de risco D ou E e, apenas para a primeira categoria, a saída

independente direta ao exterior de locais de risco D ao nível do plano de referência (ver, Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Categorias de Risco para UT IV e V [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT IV e V			Locais de risco D com saídas independentes diretas ao exterior no plano de referência
	Altura da UT IV ou V	Efetivo total da UT IV ou V		
		Efetivo	Efetivo em locais de risco D ou E	
1ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 25	Aplicável a todos
2ª	≤ 9 m	≤ 500	≤ 100	Não aplicável
3ª	≤ 28 m	≤ 1500	≤ 400	Não aplicável
4ª	> 28 m	> 1500	> 400	Não aplicável

Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

- **Categorias de risco para UT VI (Espetáculos e Reuniões Públicas) e UT IX (Desportivos e de Lazer)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, o seu efetivo total e o número de pisos abaixo do plano de referência, conforme se verifica na Tabela 3. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.5 – Categorias de Risco para UT VI e IX [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT VI e IX, quando integrados em edifício			Ao ar Livre
	Altura da UT VI ou IX	Número de pisos ocupados pela UT VI ou IX abaixo do plano de referência	Efetivo total da UT VI ou IX	Efetivo total da UT VI ou IX
1ª	-			≤ 1000
	≤ 9 m	0	≤ 100	-
2ª	-			≤ 15000
	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000	-
3ª	-			≤ 40000
	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000	-
4ª	-			> 40000
	> 28 m	> 2	> 5000	-

- **Categorias de risco para UT VII (Hoteleiros e Restauração)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, o seu efetivo total, efetivo em

locais de tipo E apenas para a primeira categoria, conforme se verifica Tabela 3.6. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.6 – Categorias de Risco para UT VII [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT VII			Locais de risco E com saídas independentes diretas ao exterior no plano de referência
	Altura da UT VII	Efetivo total da UT VII		
		Efetivo	Efetivo em locais de risco E	
1ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 50	Aplicável a todos
2ª	≤ 28 m	≤ 500	≤ 200	Não aplicável
3ª	≤ 28 m	≤ 1500	≤ 800	Não aplicável
4ª	> 28 m	> 1500	> 800	Não aplicável

- **Categorias de risco para UT VIII (Comerciais e Gares de Transporte)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, o seu efetivo total e o número de pisos abaixo do plano de referência. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior (ver, Tabela 3.7).

Tabela 3.7 – Categorias de Risco para UT VIII [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT VIII		
	Altura da UT VIII	Número de pisos ocupados pela UT VII abaixo do plano de referência	Efetivo total da UT VIII
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000
4ª	> 28 m	> 2	> 5000

- **Categorias de risco para UT X (Museus e Galerias de Arte)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura e efetivo total, conforme enunciado na Tabela 3.8. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.8 – Categorias de Risco para UT X [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT X. quando integrada em edifício	
	Altura da UT X	Efetivo total da UT X
1ª	≤ 9 m	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 500
3ª	≤ 28 m	≤ 1500
4ª	> 28 m	> 1500

- **Categorias de risco para UT XI (Bibliotecas e Arquivos)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, a sua altura, efetivo total, número de pisos abaixo do plano de referência e densidade de carga de incêndio modificada, conforme Tabela 3.9. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.9 - Categorias de Risco para UT XI [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT XI			
	Altura da UT XI	Efetivo total da UT XI	Número de pisos ocupados pela UT XI abaixo do plano de referência	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XI
1ª	≤ 9 m	≤ 100	0	≤ 1000 MJ/m ²
2ª	≤ 28 m	≤ 500	≤ 1	≤ 10000 MJ/m ²
3ª	≤ 28 m	≤ 1500	≤ 2	≤ 30000 MJ/m ²
4ª	> 28 m	> 1500	> 2	> 30000 MJ/m ²

- **Categorias de risco para UT XII (Industriais, Oficinas e Armazéns)** – para este tipo de UT consideram-se fatores de risco tais como, espaços integrados em edifício ou ao ar livre, número de pisos abaixo do plano de referência e a densidade de carga de incêndio modificada, conforme explicitado na Tabela 3.10. Caso algum dos critérios não for satisfeito, a UT classifica-se na categoria de risco imediatamente superior.

Tabela 3.10 – Categorias de Risco para UT XII [72]

Categoria	Valores máximos referentes à UT XII		
	Integrada em edifício		Ao ar livre
	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XII	Número de pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referência	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XII
1ª	≤ 500 MJ/m ²	0	≤ 1000 MJ/m ²
2ª	≤ 5000 MJ/m ²	≤ 1	≤ 10000 MJ/m ²
3ª	≤ 15000 MJ/m ²	≤ 1	≤ 30000 MJ/m ²
4ª	> 15000 MJ/m ²	> 1	> 30000 MJ/m ²

3.4. Metodologia de Realização de uma Matriz de Incêndio

Como visto anteriormente, uma matriz de incêndio serve para complementar a solução de segurança, permitindo desta forma proteger ao máximo o edifício e salvaguardar a vida humana através de uma eficaz evacuação de pessoas.

Na sua base, consiste numa matriz com entradas e saídas, onde as linhas representam a arquitetura do edifício e as colunas os comandos a realizar, sendo que a sua complexidade depende da tipologia do edifício e equipamentos a proteger, criando na sua íntegra uma metodologia de ações a serem efetuadas aquando do acionamento de um alarme.

Como tal, primeiramente é necessário avaliar a arquitetura do edifício, no que diz respeito aos pisos e áreas presentes no mesmo, conforme exemplificado na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Exemplo de identificação de zonas numa Matriz de Incêndio

Zonas	Edifício J
	Edifício D
	Edifício C - Piso 0
	Edifício C - Piso 1
	Edifício A - Piso -1
	Edifício A - Piso 0
	Edifício A - Piso 1
	Edifício A - Cozinha
	Edifício A - Cantina
	Edifício A - Central Térmica

Posteriormente, é necessário avaliar os equipamentos e comandos afetos às diversas zonas do edifício, tais como elevadores, sirenes, sistemas de controlo de fumos, desbloqueio de portas e portões corta-fogo e controlo de acessos (ver, Tabela 3.12)

Tabela 3.12 – Exemplo de comandos numa Matriz de Incêndio

Sirenes			Controlo de Fumos			Desbloqueios			Elevadores		
Loop 1	Loop 2	Loop 3	Fecho de registo CF - Ed. A Piso 0	Fecho de registo CF - Ed. A Piso 1	Fecho de registo CF - Ed. A Piso 2	Desbloqueio porta e portões Ed. A Piso 0	Desbloqueio porta e portões Ed. A Piso 1	Desbloqueio porta e portões Ed. A Piso 2	Desbloqueio Controlo Acessos Ed. A Piso 1	Procedimento Incêndio Edif. A	Procedimento Incêndio Edif. C

Finalmente, e de acordo com a tipologia de central de incêndios instalada, são decididas as ações e respetivos comandos a efetuar, e que equipamentos vão atuar. Como tal, uma matriz de incêndio deve ser o mais simples e eficaz possível, por forma a atuar rapidamente na evacuação

de todos os elementos presentes no edifício, e caso se verifique, atuar na extinção de um incêndio.

3.4.1. Metodologia para Utilização-Tipo I

Relativamente à UT I (Habitação), e conforme descrito anteriormente, a mesma consiste em edifícios ou partes comuns de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo espaços comuns de acessos e área não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes [70]. De acordo com o RT-SCIE, para esta tipologia de UT encontram-se definidos alguns requisitos de segurança, nomeadamente nos pisos inferiores ao piso de referência e salas de condomínio. Segundo os Artigos nº 209 e 210, define-se [73]:

- **Arrecadações de condóminos** – devem constituir um compartimento corta-fogo independente e convenientemente ventilado, devendo ainda possuir uma resistência ao fogo padrão, no mínimo de classe EI60. Relativamente a equipamentos de segurança, estes locais deverão ser dotados de iluminação de emergência, sinalização de emergência, sistema de alarme, extintores e uma rede de incêndio armada com bocas-de-incêndio do tipo carretel.
- **Salas de condomínio** – devem situar-se no piso de saída do edifício ou o mais próximo possível do mesmo, devendo ser separadas do resto do edifício por elementos de construção de resistência ao fogo e possuírem portas corta-fogo de classe EI30 de fecho automático. Relativamente a equipamentos de segurança, estes locais deverão ser dotados de iluminação de emergência, sinalização, sistema de alarme, extintores e uma rede de incêndio armada com bocas de incêndio do tipo carretel, se a sua área bruta for superior a 200 m².

Apesar da sua estrutura simplificada, possui equipamentos que em caso de incêndio deverão atuar corretamente de acordo com a respetiva categoria de risco, por forma a garantir a segurança de todos os ocupantes, tais como, elevadores, sirenes, detetores de incêndio, portas ou portões, entre outros. Como forma exemplificativa, e tendo em conta a UT, categoria de risco da mesma e respetivos equipamentos instalados, poderá ser realizada uma matriz de incêndio para a mesma conforme o exemplo apresentado na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo I

			Sirenes			Portas e Portões				Elevadores
			Círculo 1	Círculo 2	Círculo 3	Desbloqueio Portas - Piso 1	Desbloqueio Portas - Piso 0	Desbloqueio Portas - Piso -1	Desbloqueio Portões - Piso -1	Procedimento elevador Edifício
Zonas	Piso 1	1 Detetor	X	-	-	X	-	-	-	X
	Piso 0	1 Detetor	-	X	-	-	X	-	-	X
	Piso -1	1 Detetor	-	-	X	-	-	X	X	X

3.4.2. Metodologia para Utilização-Tipo II

Quanto à UT II (Estacionamentos), consistindo em edifício ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, tais como garagens, parques de estacionamento cobertos, abertos ou fechados [70]. A realização da respetiva matriz de incêndio terá de incluir todos equipamentos necessários à proteção e evacuação de pessoas presentes no local. De acordo com o RT-SCIE, para esta tipologia de UT encontram-se definidos alguns requisitos de segurança, nomeadamente em estacionamentos fechados, tais como [73]:

- Vãos existentes nas paredes de compartimentação geral corta-fogo, indispensáveis à passagem de veículos em condições normais, devem ser fechados por portões de correr, painéis ou telas, com classe de reação ao fogo A1, de abertura manual e fecho automático acionado pelo SADI;
- Relativamente à iluminação de emergência, e nos casos em que os caminhos horizontais de evacuação estejam exclusivamente assinalados através de passadeiras pintadas nos pavimentos, os dispositivos de iluminação devem garantir um nível médio de iluminação de 10 lux, e se necessário, protegidos contra ações dinâmicas;
- No caso de estacionamentos fechados, o acionamento das instalações de controlo de fumo por meios ativos deve ser possível também por comandos manuais, situados no posto de segurança e junto dos locais de entrada e saída de viaturas, sendo estes últimos reservados exclusivamente aos bombeiros;
- Nos parques automáticos os meios de primeira intervenção devem ser constituídos por extintores móveis de CO₂ ou pó ABC, localizados em cada piso, junto ao acesso a cada uma das escadas existentes. Em termos de extinção fixa, todos os parques devem utilizar sistemas fixos de extinção automática por água.

Visto ser um local em que se verifica uma elevada concentração de gases e fumos produzidos pelos veículos, a mesma terá de incluir um sistema de ventilação com o objetivo de reduzir a quantidade destes produtos tóxicos, caso seja coberto ou fechado. Em termos de equipamentos de SCIE maioritariamente utilizados nesta UT, realça-se os ventiladores de impulso, ventiladores de extração, botoneiras de emergência, detetores de incêndio, sirenes e portas ou portões corta-fogo, sendo comum verificar-se a utilização de sprinklers de água interligados à respetiva central de bombagem de incêndio, que facilita a extinção de um incêndio.

Como forma exemplificativa, poderá ser realizada a matriz de incêndio, apresentada na Tabela 3.14, para a Utilização-Tipo II.

Tabela 3.14 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo II

			Sirenes			Portas e Portões			Elevadores	Ventilação Incêndio		
			Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Desbloqueio Portas - Piso 0	Desbloqueio Portas e Portões - Piso -1	Desbloqueio Portas e Portões - Piso -2	Procedimento elevador	Ventilador Extração Geral	Procedimento Ventiladores Impulso - Piso -1	Procedimento Ventiladores Impulso - Piso -2
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-
		Botão	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-
	Piso -1	1 Detetor	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-
		Botão	-	X	-	-	X	-	X	X	X	-
	Piso -2	1 Detetor	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X
		Botão	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X

3.4.3. Metodologia para Utilização-Tipo III

A UT III (Administrativos), consiste em edifícios ou parte de edifícios onde se desenvolvem atividades administrativas, de atendimento ou público ou de serviços, excluindo oficinas de reparação e manutenção, tais como balcões de atendimento, centros de atendimento, repartições públicas e conservatórias [70]. Nesta tipologia de instalação verifica-se uma possível afluência elevada de utilizadores, juntamente com uma elevada carga de incêndio devido aos materiais presentes na mesma, que promovem uma rápida progressão de um incêndio. Desta forma é necessário a realização de uma matriz de incêndio precisa e controlada do espaço, por forma a garantir a segurança de todos os utilizadores da instalação.

De uma forma geral, este tipo de instalações possui equipamento de SCIE, tais como, detetores, sirenes, botoneiras, ventiladores de extração e portas corta-fogo, que podem ser apoiados pelos equipamentos de climatização da instalação.

Em instalações desta tipologia é usual verificar-se uma zona dedicada ao Data Center, que tem de possuir requisitos diferentes para a extinção de um incêndio neste local. Desta forma, pode ser realizada a matriz de incêndio apresentada na Tabela 3.15 para a respetiva UT.

Tabela 3.15 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo III

			Sirenes			Portas e Portões				Elevadores	Ventilação			Extinção DC	
			Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Desbloqueio Portas e portões- Piso 0	Desbloqueio Portas e Portões - Piso -1	Bloqueio porta Acesso DC	Desbloqueio porta Acesso DC	Procedimento elevador	Ventilador Extração 100% (ON)	Ventilador Ar Novo (OFF)	UTA Insuflação (OFF)	Desbloqueio eltroíman Garrafa Extinção	Bloqueio eltroíman Garrafa Extinção
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-		X	-	-	-	X	X	X	X	-	-
		Botão	X	-		X	-	-	-	X	X	X	X	-	-
	Piso -1	1 Detetor	-	X		-	X	-	-	X	X	X	X	-	-
		Botão	-	X		-	X	-	-	X	X	X	X	-	-
	Data Center	1 Detetor	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
		Botão 1	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
		Botão 2	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X

3.4.4. Metodologia para Utilização-Tipo IV

A UT IV (Escolares), consiste em edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministram ações de educação, ensino e formações, ou exerçam atividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou dormida afetos aos participantes nessas ações ou atividades, tais como, centros de explicações, centros de formação profissional, creches, colégios públicos ou privados, entre outros [70].

Nesta tipologia verifica-se um efetivo total elevado de utilização da respetiva instalação, que promove uma estrutura de segurança precisa e eficaz, por forma a salvaguardar as vidas humanas presentes.

Conforme se pode verificar na Tabela 3.16, este tipo de instalação tem equipamentos de SCIE comandados pela matriz de incêndio, tais como, detetores de incêndio, sirenes e portas ou portões corta-fogo.

Tabela 3.16 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo IV

		Sirenes			Portas e Portões			Elevadores	Ventilação					
		Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Desbloqueio Portas e portões - Piso 0	Desbloqueio Portas e Portões - Piso -1	Desbloqueio Portas e Portões - Piso 1	Procedimento elevador	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso -1	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Ventilador Ar Novo (OFF)	UTA Insuflação (OFF)	
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X
		Botão	X	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X
	Piso -1	1 Detetor	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X
		Botão	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X
	Piso 1	1 Detetor	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X
		Botão	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X

3.4.5. Metodologia para Utilização-Tipo V

A UT V (Hospitalares e Lares de Idoso), consiste em edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de ações de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área de saúde, com ou sem internamento, ao apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de fatores de natureza física ou psíquica, ou onde se desenvolvam atividades dedicadas a essas pessoas, tais como casas de acolhimento, centro de enfermagem, centros de saúde, clínicas públicas ou privadas, ou hospitais privados e públicos [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Bloco operatórios, blocos de parto e as unidades de cuidados intensivos devem, para efeitos de isolamento e proteção, ser separados dos espaços adjacentes por elementos de construção que garantam as classes de resistência ao fogo padrão. Para estes locais, e caso possuam uma área superior a 200 m² devem ser subdivididos, no mínimo, em dois compartimentos corta-fogo, tornando desta forma possível a evacuação horizontal dos ocupantes por transferência entre eles.
- Relativamente aos ascensores destinados à evacuação de pessoas em camas, com assistência médica devem possuir acessos protegido por câmaras corta-fogo em todos os pisos, com exceção dos átrios de acesso direto ao exterior e sem ligação a outros espaços interiores distintos de caixas de escadas protegidas.
- Os meios de difusão de alarme em caso de incêndio devem ser concebidos de modo a não causarem pânico, não podendo ser reconhecíveis pelo público e destinando-se exclusivamente aos funcionários, trabalhadores e agentes de segurança que permaneçam, vigiem ou tenham de intervir nesses locais.

- Os circuitos elétricos e respetivas canalizações, destinados ao funcionamento de emergência, devem em caso de incêndio manter a sua integridade de funcionamento num escalão de tempo mínimo de 90 min.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação possui equipamentos de SCIE comandados pela matriz de incêndio, tais como, sirenes, detetores de incêndio, botoneiras, portas e portões corta-fogo, cortinas corta-fogo, iluminação de emergência, exutores e ventiladores permitindo desta forma realizar o controlo de fumo dos diversos espaços em causa. Na Tabela 3.17 está representada um exemplo de matriz de incêndio para esta UT V.

Tabela 3.17 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo V

		Sirenes				Portas e Portões			Elevadores	Ventilação					Registos Corta-Fogo			
		Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 4	Desbloqueio Portas e portões- Piso 0	Desbloqueio Portas e Portões - Piso -1	Desbloqueio Portas e Portões - Piso 1	Procedimento elevador	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) -Piso -1	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Ventilador Ar Novo (OFF)	UTA Insuflação (OFF)	RCF Piso 0	RCF Piso -1	RCF Piso 1	
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-
		Botão	X	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-
	Piso -1	1 Detetor	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	-
		Botão	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-
	Piso 1	1 Detetor	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-
		Botão	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-	X

3.4.6. Metodologia para Utilização-Tipo VI

A UT VI (Espetáculos e Reuniões Públicas), consiste em edifícios, parte de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios ao ar livre que recebam público, destinados a espetáculos, reuniões públicas, exposições de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso, podendo ser, ou não, polivalentes, e desenvolver as atividades referidas em regime não permanente, tais como, anfiteatros, auditórios, casinos, cinemas ou centros e locais de exposição [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Nas salas de espetáculos, para além dos requisitos de acessibilidade a fachadas, devem ainda ser garantidos que os meios de socorro tenham acesso, a partir do exterior, a todos os pisos sem utilizar caminhos de evacuação acessíveis ao público. No caso de escadas de emergência, as mesmas devem possuir portas em todos os patamares de

acesso às galerias ou pisos, sendo que pelo menos uma deverá possuir rede de incêndios armada, com bocas de incêndio do tipo teatro em todos os patamares de acesso aos pisos.

- Em recintos situados em edificações permanentes, fechadas ou cobertas, os camarins devem ser separados dos locais acessíveis ao público por paredes e pavimentos de classe de resistência ao fogo EI60 e portas de classe EI30.
- Nos espaços cénicos isoláveis devem ser previstas instalações de controlo de fumo por desenfumagem passiva, sendo que os exutores de fumo devem ser um número não inferior a dois e possuir áreas úteis sensivelmente iguais entre si, devendo a área útil total corresponder, no mínimo, a 5% da área do palco e devendo ser possível o comando manual da instalação que a partir do piso do palco, que do posto de segurança.
- Nas caixas de palco devem existir sistemas fixos de extinção automático por água “sprinklers” do tipo normal húmido

De uma forma geral, esta tipologia de instalação possui equipamentos de SCIE comandadas pela matriz de incêndio, tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, Portas corta-fogo, iluminação de emergência e exutores, permitindo desta forma realizar o controlo de fumo dos diversos espaços em causa, conforme se exemplifica na Tabela 3.18.

Tabela 3.18 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo VI

			Sirenes		Portas e Controlo Acessos		Ventilação		
			Circuito 1	Circuito 2	Desbloqueio Portas e Controlo Acessos- Piso 0	Desbloqueio Portas e Controlo Acessos - Piso 1	Abertura Exutor 1	Abertura Exutor 2	Ventilador Extração 100% (ON) - Geral
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	X	-	-	-	X
		Botão	X	-	X	-	X	-	X
	Piso 1	1 Detetor	-	X	-	X	-	-	X
		Botão	-	X	-	X	-	X	X

3.4.7. Metodologia para Utilização-Tipo VII

A UT VII (Hoteleiros e Restauração), consiste em edifícios ou parte de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário e/ou exercendo atividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não, tais como, aldeamentos turísticos, apartamentos turísticos, hotéis, hotéis rurais ou motéis [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Em kitchenettes de suites, apartamento ou moradias com fins turísticos, não é permitida a existência de aparelhos que recorram a fluidos combustíveis.

- Todas as instalações, exceto turismo rural, de natureza e de habitação, encontram-se dispensadas da exigência de instalação de uma rede de incêndios armada.

Genericamente esta tipologia de instalação possui equipamentos de SCIE comandados pela matriz de incêndio, que irá depender da tipologia de edifício em questão. Tomando como exemplo os hotéis, que possui equipamentos e requisitos específicos, pode-se concluir que serão verificados equipamentos tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, ascensores, exutores, ventilação de desenfumagem e iluminação de emergência (exemplificado no Anexo I).

3.4.8. Metodologia para Utilização-Tipo VIII

A UT VIII (Comerciais e Gares de Transporte), consiste em edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, ocupados por estabelecimentos comerciais onde se exponham e vendam materiais, produtos, equipamentos ou outros bens, destinados a ser consumidos no exterior desse estabelecimento, ou ocupados por gares destinados a aceder a meios de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo), incluindo as gares intermodais, constituindo espaço de interligação entre a via pública e esses meios de transporte, com exceção das plataformas de embarque ao ar livre, tais como, barbeiros, centros comerciais, drogeries, gares de aeródromos ou supermercados [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Sempre que haja vários níveis nas gares subterrâneas ou nos pisos subterrâneos de gares mistas, devem existir uma ou mais escadas enclausuradas, que garantam a comunicação entre o nível do plano de referência e todos os níveis da gare, devendo as mesmas possuir câmaras corta-fogo em todos os patamares de acessos aos pisos, dotadas de meios de intervenção e comunicação;
- Os espaços cobertos e fechados, bem como estacionamento de veículos, devem ser isolados dos restantes espaços do edifício por elementos de construção com resistência ao fogo, tais como paredes e pavimentos resistentes, e portas corta-fogo;
- No que diz respeito à evacuação nas grandes superfícies comerciais, o dimensionamento das saídas das lojas cujo efetivo seja superior a 700 pessoas deve ser efetuado considerando que a evacuação de, pelo menos, 2/3 desse efetivo se processa diretamente para o exterior ou para vias de evacuação protegidas que acedam ao exterior;
- Toda a iluminação de emergência e sinalização de segurança, comandos e meios auxiliares de sistemas de extinção automática, devem possuir um escalão de tempo mínimo de 60 min.
- Relativamente à deteção e alarme, deve existir mais do que uma central de sinalização e comando das instalações de alarme, afetas a espaços explorados por entidades independentes, designadamente lojas âncora, devem ser repetidas no posto de segurança da utilização-tipo todas as informações dessas centrais, de modo que nele seja possível garantir a supervisão de cada um dos referidos espaços.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação possui equipamentos SCIE comandados pela Matriz de incêndio, como exemplo a que se representa na Tabela 3.19 tais como: sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, portas e portões corta-fogo, iluminação de emergência, ventiladores e exutores, permitindo desta forma realizar o controlo de fumo dos diversos espaços em causa.

Tabela 3.19 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo VIII

		Sirenes			Portas e Portões, Controlo Acessos		Elevadores	Ventilação					
		Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Desbloqueio Portas e Portões	Desbloqueio Controlo Acessos		Procedimento elevador	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso -1	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)	Abertura Exu tores
Zonas	Piso -1	1 Detetor	X	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-
		Botão	X	-	-	X	X	X	-	X	-	X	X
	Piso 0	1 Detetor	-	X	-	-	X	X	X	-	-	X	-
		Botão	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X
	Piso 1	1 Detetor	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	-
		Botão	-	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X

3.4.9. Metodologia para Utilização-Tipo IX

A UT IX (Desportivos e de Lazer), consiste em edifícios, partes de edifícios e recintos recebendo ou não público, destinados a atividades desportivas e de lazer, tais como, autódromos, campos de jogos (cobertos ou ao ar livre), ginásios, parques de aventuras ou piscinas [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Nas bancadas de recintos desportivos onde as coxias não conduzam diretamente a uma saída, devem existir coxias transversais, interrompendo os lanços das bancadas no máximo de 15 filas;
- No que diz respeito à evacuação, na envolvente exterior das saídas dos espaços afetos à UT IX, com efetivo superior a 15000 pessoas, deve existir uma zona periférica de transição para a via pública, reservada a peões e dimensionada para uma ocupação de 0,50 m² por pessoa;
- Quanto aos meios de primeira intervenção, as instalações presentes nesta categoria devem possuir pelo menos dois extintores em cada setor, localizadas em posições opostas do setor, junto às vias de circulação interna. Deverá ainda possuir uma rede de

incêndios armada, cujas bocas de incêndio devem ser localizadas de forma a cobrir a totalidade das áreas ocupadas pelos setores.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação possui equipamentos de SCIE comandadas pela Matriz de Incêndio, tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, Portas e portões corta-fogo e iluminação de emergência, permitindo desta forma realizar a correta evacuação de todas as pessoas presentes no edifício ou instalação. Na Tabela 3.20 está representado um exemplo de matriz de incêndio para a UT IX.

Tabela 3.20 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo IX

			Sirenes		Portas, Portões e Controlo Acessos		Ventilação		
			Circuito 1	Circuito 2	Desbloqueio Portas e Portões	Desbloqueio Controlo Acessos	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	X	X	-	X
		Botão	X	-	X	X	X	-	X
	Piso 1	1 Detetor	-	X	-	X	-	X	X
		Botão	-	X	X	X	-	X	X

3.4.10. Metodologia para Utilização-Tipo X

A UT X (Museus e Galerias de Arte), consiste em edifícios ou parte de edifícios recebendo ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou atividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico, tais como, galerias de arte, museus, oceanários, parques zoológicos ou espaços de exposição [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Armazéns que incluam obras ou peças de manifesto interesse para o património histórico ou cultural, cuja carga de incêndio exceda 1 500 000 MJ, deve possuir subcompartimentos corta-fogo de modo que a carga de incêndio de cada um deles não exceda o mesmo valor. A subcompartimentação referida deve ter uma área máxima de 200 m² e ser garantida por elementos de construção com resistência ao fogo, tais como, pavimento e paredes resistentes, e portas ou portões corta-fogo;
- Nos locais onde sejam armazenadas ou sujeitas a operações de conservação e restauro de obras ou peças de manifesto interesse para o património histórico e cultural, deve recorrer-se à proteção adicional através de sistemas automáticos de extinção de incêndio, utilizando modos de operação e agentes extintores adequados à preservação do referido património.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação irá possuir equipamentos de SCIE comandadas pela matriz de incêndio, tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, Portas e portões corta-fogo e iluminação de emergência, permitindo desta forma realizar a correta evacuação de todas as pessoas presentes no edifício ou instalação e salvaguardar todo o património histórico e cultural presente no mesmo, conforme se pode visualizar na Tabela 3.21.

Tabela 3.21 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo X

			Sirenes		Portas e Portões	Ventilação		
			Círculo 1	Círculo 2	Desbloqueio Portas e Portões	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	X	-	X
		Botão	X	-	X	X	-	X
	Piso 1	1 Detetor	-	X	-	-	X	X
		Botão	-	X	X	-	X	X

3.4.11. Metodologia para Utilização-Tipo XI

A UT XI (Bibliotecas e Arquivos), consiste em edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar os documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não, tais como, arquivos, bibliotecas, cinematecas ou mediatecas [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- Os depósitos que incluam obras ou documentos de manifesto interesse histórico ou cultural, cuja carga de incêndio exceda os 3 000 000 MJ, devem possuir subcompartimentos corta-fogo de modo que a carga de incêndio de cada um deles não exceda esse mesmo valor. A subcompartimentação deve ter uma área máxima de 200 m² e ser garantida por elementos de construção com a resistência ao fogo, tais como, pavimento e paredes resistentes ao fogo, e portas ou portões corta-fogo;
- Nos locais onde sejam arquivados ou sujeitos a operações de conservação e restauro documentos de manifesto interesse para o património histórico e cultural, deve recorrer-se à proteção adicional através de sistemas automáticos de extinção de incêndio, utilizando agentes extintores adequados à preservação dos referidos documentos;
- Nos espaços afetos à referida utilização-tipo que contenham documentos de importante valor histórico e cultural, as medidas de prevenção e de atuação devem incluir os procedimentos específicos de prevenção e de proteção para garantir a

segurança dos mesmos. Neste caso, as equipas de segurança devem incluir elementos com a missão específica de garantir as medidas de prevenção e outros para a proteção destes documentos.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação irá possuir equipamentos de SCIE comandadas pela matriz de incêndio, tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, Portas e portões corta-fogo e iluminação de emergência, permitindo desta forma realizar a correta evacuação de todas as pessoas presentes no edifício ou instalação e salvaguardar todos os documentos históricos e culturais presente no mesmo, conforme se pode verificar no exemplo da Tabela 3.22.

Tabela 3.22 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo XI

			Sirenes		Portas e Portões	Ventilação		
			Circuito 1	Circuito 2	Desbloqueio Portas e Portões	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 0	Ventilador Extração 100% (ON) - Piso 1	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)
Zonas	Piso 0	1 Detetor	X	-	-	X	-	X
		Botão	X	-	X	X	-	X
	Piso 1	1 Detetor	-	X	-	-	X	X
		Botão	-	X	X	-	X	X

3.4.12. Metodologia para Utilização-Tipo XII

A UT XII (Industriais, Oficinas e Armazéns) consiste em edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de atividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou equipamentos, oficinas de reparação de todos os serviços auxiliares ou complementares desta atividade, tais como, armazéns, centros de inspeção automóvel, docas, estabelecimentos industriais, oficinas de reparação e manutenção ou hangares [70]. De acordo com o RT-SCIE, encontram-se definidos alguns requisitos de segurança para esta UT, tais como [73]:

- As paredes exteriores de edifícios que possuam espaços afetos à utilização-tipo em causa devem garantir, no mínimo, a classe de resistência ao fogo EI60, e os vãos nelas praticados ser guarnecidos por elementos fixos E30;
- Em oficinas ou espaços oficinais, as zonas destinadas a pintura ou aplicação de vernizes, devem ainda, quando implantadas em espaços fechados, possuir duas portas de acesso ao exterior, abrindo nesse sentido, tão afastadas quanto possível e, quando a oficina estiver em laboração, as respetivas portas devem estar libertas de fechos, ferrolhos ou qualquer outro dispositivo de travamento;

- Todos os espaços destinados a armazenamento de produtos explosivos ou outros suscetíveis de formar misturas explosivas com o ar, devem ser dotados de sistemas de proteção contra eletricidade-estática, garantir no mínimo a qualidade antideflagrante de todo o equipamento elétrico e possuir ventilação adequada, a qual, nas zonas de utilização dos produtos, deve ser sempre por meios ativos, dimensionada de forma a evitar que os vapores libertos possam criar uma atmosfera suscetível de ocasionar um sinistro;
- Os espaços desta UT de 2ª categoria de risco ou superior, afetos a armazenagem com área superior a 400 m², independentemente da sua localização no edifício, devem possuir sistema de controlo de fumos;
- As zonas destinadas a pintura ou aplicação de vernizes, colas ou solventes orgânicos com ponto de inflamação inferior a 55 °C, em espaços de edifícios com área superior a 30 m², devem ter proteção adicional através de uma instalação fixa de extinção automática de incêndios por água corretamente dimensionada.

De uma forma geral, esta tipologia de instalação, como exemplificada na Tabela 3.23, possui equipamentos de SCIE comandadas pela Matriz de Incêndio, tais como, sirenes, botoneiras, detetores de incêndio, Portas e portões corta-fogo, iluminação de emergência, exutores, e ventiladores, permitindo desta forma realizar a correta evacuação de todas as pessoas presentes no edifício.

Tabela 3.23 – Exemplo de Matriz de Incêndio para Utilização-Tipo XII

		Sirenes			Portas e Portões	Ventilação				Exutores	
		Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Desbloqueio Portas e Portões	Ventilador Extração 100% (ON) -	Ventilador Extração 100% (ON) - Pintura	Ventilador Extração 100% (ON) - Oficina	Equipamentos Ar Condicionado (OFF)	Abertura Exutores - Armazém	
Zonas	Armazém	1 Detetor	X	-	-	-	X	-	-	X	-
		Botão	X	-	-	X	X	-	-	X	X
	Pintura	1 Detetor	-	X	-	-	-	X	-	X	-
		Botão	-	X	-	X	-	X	-	X	X
	Oficina	1 Detetor	-	-	X	-	-	-	X	X	-
		Botão	-	-	X	X	-	-	X	X	X

4. Caso de Estudo

O trabalho proposto possui como base a verificação da importância de uma matriz de incêndio no controlo de fumos e na evacuação de edifícios. Por forma a comprovar esse mesmo propósito teve-se como base de estudo o edifício da “Mercedes Benz Portugal” situado na Abrunheira em Sintra.

O projeto de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) realizado engloba o dimensionamento de um sistema automático de deteção de incêndio (SADI) e uma rede de extintores portáteis e carretéis, de acordo com todas as necessidades do edifício.

Relativamente ao espaço em estudo (ver, Figura 4.1), o mesmo é composto por diversos edifícios, sendo que apenas se utilizou o “Edifício A” para o estudo em causa, uma vez que sofreu recentemente obras de remodelação totais.



Figura 4.1 – Instalações da Mercedes Benz Portugal

O edifício em estudo tem na sua constituição 1 piso acima do plano de referência e 1 piso subterrâneo, tendo sido selecionado para o estudo devido ao fato de apresentar diversas variáveis a ter em conta que obrigam a uma correta escolha de equipamentos de segurança e técnicas a implementar.

4.1. Classificação quanto à categoria de risco, utilização-tipo e locais de risco

A categoria de risco de um edifício entende-se como uma classificação de entre quatro níveis de risco associados a um incêndio, referentes a qualquer uma das UT de um edifício ou recinto,

que possui como base diversos fatores, tais como, a sua altura, o seu efetivo, a densidade de carga de um incêndio, entre outras.

Existindo diversas UT, descritas anteriormente, com diferentes fatores e características que as definem, verifica-se inicialmente que o edifício em estudo se insere na UT III (Administrativos), consistindo num edifício ou partes de edifício onde se desenvolvem atividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços.

Relativamente ao seu efetivo total, verifica-se a existência de aproximadamente 610 trabalhadores, sendo que se deverá ter em conta um valor superior devido ao facto de existir diversos colaboradores dos restantes edifícios que diariamente se encontram nesta instalação.

Como tal, e remetendo-se para a Tabela 3.3 do presente documento, conclui-se que o edifício se insere na 2ª categoria de risco da respetiva UT.

No que diz respeito aos locais de risco acentuado de incêndio, verifica-se a existência de cantina e cozinha, que devido à confeção de alimentos e de todos os equipamentos presentes nos mesmo poderão facilmente iniciar um incêndio, e de uma central térmica que, por possuir caldeiras no seu interior poderão também ser uma fonte de incêndio. Já o Data Center será também um local de risco acentuado, devido a todos os equipamentos presentes nele, tais como bastidores de informática.

4.2. Caracterização do edifício

Na sua generalidade o edifício possui 3 pisos, sendo eles o piso -1 (garagem), piso 0 e piso 1. No seu último piso possui ainda acessos à cobertura onde se encontram instalados os equipamentos de climatização do edifício.

- **Piso -1 (Garagem):** Neste piso do edifício, apesar de ser na sua maioria utilizado como garagem, possui ainda 3 zonas de arquivo utilizado para armazenamento de documentos e equipamentos da empresa, e 1 zona onde se encontra instalado o Posto de Transformação (PT) e um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), conforme Anexo II.
- **Piso 0:** Este piso do edifício encontra-se subdividido em 8 zonas distintas, sendo caracterizadas como OpenSpace 1, 2, 3 e 4, Zona Central, Refeitório, Cozinha e Central Térmica. Nos OpenSpace encontram-se as diversas zonas de trabalho dos colaboradores do edifício, na Zona Central encontra-se a receção de colaboradores, clientes e encomendas. Na zona do Refeitório encontra-se a cantina utilizada pelos colaboradores para realizarem as suas refeições, a Cozinha para preparação das refeições e a Central Térmica que será responsável pela produção de água quente e fria para os equipamentos de AVAC interiores do Edifício A (ver, Anexo III).
- **Piso 1:** Este piso do edifício encontra-se subdividido em 5 zonas distintas, sendo caracterizadas como OpenSpace 1, 2, 3, 4 e Zona Central. Nos OpenSpace encontram-se as diversas zonas de trabalho dos colaboradores e na Zona Central encontra-se a copa/cafetaria, salas de reunião, um auditório e o Data Center (ver, Anexo IV).

4.3. Arquitetura do Sistema Automático de Detecção de Incêndio

Por forma a que o complexo na sua totalidade esteja protegido por um SADI, verifica-se a existência de 3 centrais de incêndio distintas que comunicam entre si via cabo de rede, identificado na Figura 4.2. A central principal encontra-se instalada na portaria (Central 1-Vermelho), promovendo uma rápida reação a quaisquer alarmes.



Figura 4.2 – Localização das Centrais de Incêndio

Associado ao edifício em estudo encontra-se a central principal (Central 1). Relativamente à sua configuração verifica-se pertencer ao modelo “FC2060” da SIEMENS, possuindo um limite de 4 *loop's* de incêndio (1512 elementos), sendo possível aumentar o número de *loop's* até 8, permite a associação de modelos de elementos de incêndio anteriores, possui capacidade de memorização de alarmes e permite efetuar uma ligação entre diversas centrais de incêndios (ver, Figura 4.3).



Figura 4.3 – Central de Incêndio FC2060 SIEMENS

Relativamente aos elementos afetos à central em causa, verifica-se a existência de 3 *loop's* que na sua maioria abrangem o Edifício A, sendo eles os *loop's* 3, 4 e 5. No que diz respeito ao *loop* 3, verifica-se que o mesmo abrange e protege o piso -1, a Zona Central e OpenSpace's 1 e 2 do Piso 0. Já o *loop* 4 abrange e protege os OpenSpace's 3 e 4, juntamente com as zonas do Refeitório, Cozinha e Central Térmica. Finalmente, o *loop* 5 abrange e protege o Piso 1 na sua totalidade.

Por forma a ajudar na visualização dos alarmes e estado da instalação, encontra-se instalado na zona da portaria, um ponto de operação informático possuindo um programa informático de visualização e operação agregado à Central de Incêndio, conforme apresentado na Figura 4.4).

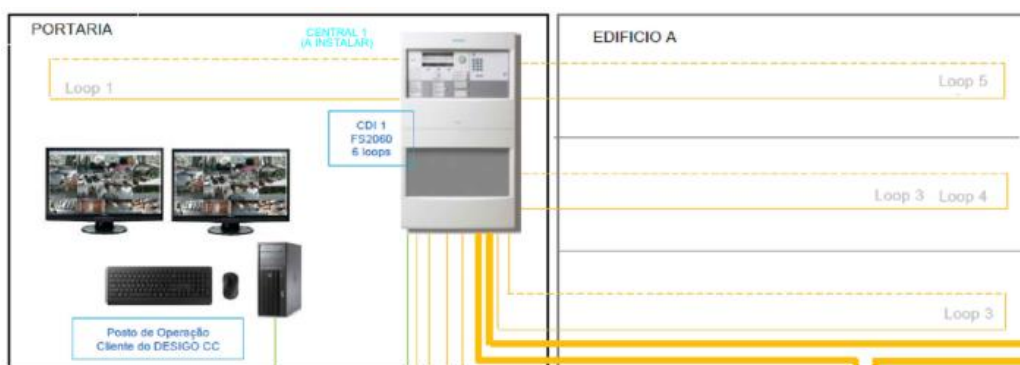


Figura 4.4 – Esquema de princípio do SADI no Edifício A

Quanto aos elementos presentes no *Loop* 3 (ver, Anexo II e III), conclui-se que existem na sua totalidade os seguintes:

- 24 detetores ótico-térmicos;
- 53 detetores óticos;
- 10 botoneiras de alarme;
- 1 botoneira de corte geral de energia;
- 1 botoneira de corte geral do gerador;
- 1 botoneira de corte geral da UPS;
- 5 sirenes;
- 4 Módulos de Comando.

Relativamente aos Módulos de Comando foram instalados equipamentos da marca *SIEMENS*, modelo *FDCIO222*, possuindo capacidade máxima de oito informações, quatro entradas e quatro saídas. Como tal, verifica-se que os 4 módulos de comando realizam as seguintes ações presentes na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 3

Pis o	Designaç ão	Output A	Output B	Output C	Output D	Input1	Input2	Input 3	Input 4
-1	MC1	Elevador	Desbloqueio Porta CA	-	-	Alarme detetor Inundação Bomba Piso -1	Avaria Bomba a Piso -1	-	-
0	MC2	Desbloqueio Portão CF	Registos CF - QPOS	-	-	-	-	-	-
0	MC3	-	-	-	-	-	-	-	-
0	MC4	Registos CF - QP0	-	-	-	-	-	-	-

Quanto aos elementos presentes no *Loop 4* (ver, Anexo III), conclui-se que existem na totalidade:

- 41 detetores óticos
- 31 detetores ótico-térmicos
- 9 botoneiras de alarme
- 4 sirenes
- 8 módulos de comando

Relativamente aos módulos de comando, foram instalados equipamentos da marca SIEMENS, modelo FDCIO222, de características descritas anteriormente. Como tal, verifica-se que os módulos de comando presentes neste *Loop* de incêndio realizam as seguintes ações descritas na Tabela 4.2.

Quanto aos elementos presentes no *Loop 5* (ver, Anexo IV), conclui-se que existem na totalidade:

- 82 detetores óticos;
- 11 detetores ótico-térmicos;
- 6 botoneiras de alarme;
- 6 sirenes;
- 5 módulos de comando.

Tabela 4.2 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 4

Piso	Designação	OutPut A	OutPut B	OutPut C	OutPut D	InPut A	InPut B	InPut C	InPut D
0	MC5	-	RCF - QPON1	-	-	-	-	-	-
0	MC6	RCF - QPON2	Porta CF OpenSpace 4	Porta CF OpenSpace 3 + Portão	-	-	-	-	-
0	MC7	RCF QCOZ	Corte QAC2	-	-	-	-	-	-
0	MC8	Cortina CF 1	Cortina CF 2	Fire Mode VEH	ON CDI VEH	SADC Cozinha 20%	SADEI Hotte	-	-
0	MC9	Corte QE.AVAC Central Térmica	Desbloqueio Porta Controlo Acessos	CDI Alarme Genérico	-	-	-	-	-
0	MC10	-	Desbloqueio Porta Direita Cantina	-	-	-	-	-	-
0	MC11	-	Desbloqueio Porta Esquerda Cantina	-	-	-	-	-	-
0	MC12	Disparo Válv. Gás Central Térmica	Disparo Válv. Gás Central Cozinha	-	-	Gás Central Térmica 20%	Gás Cozinha 40%	Gás Central Térmica 40%	Avaria SADG

Relativamente aos módulos de comando, foram instalados equipamentos da marca SIEMENS, modelo FDCIO222, de características descritas anteriormente. Como tal, verifica-se que os módulos de comando presentes neste *Loop* de incêndio realizam as seguintes ações apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Informações presentes nos módulos de comando do Loop 5

Piso	Designação	OutPut A	OutPut B	OutPut C	OutPut D	InPut A	InPut B	InPut C	InPut D
1	MC13	Desbloqueio Portão CF OpenSpace 5 + 6	-	-	-	-	-	-	-
1	MC14	RCF - QP1	Corte QAC1	-	-	-	-	-	-
1	MC15	RCF - QCPD (Data Center)	-	-	-	-	-	-	-
1	MC16	-	-	-	-	Alarme SADEI Data Center	Avaria SADEI	Extinção Atuada	-
1	MC17	Desbloqueio Portão CF OpenSpace 7 + 8	Desbloqueio Porta Interior CA Data Center	Desbloqueio Porta Exterior CA Data Center	-	-	-	-	-

Agregado ainda à CDI, e devido a uma maior necessidade de proteção dos equipamentos, a área afeta ao Data Center requer dessa forma uma proteção acrescida. Como tal, foi instalada uma central de incêndio agregada ao *Loop 5*, que atua o Sistema Automático de Detecção e Extinção de Incêndios (SADEI), promovendo desta forma uma rápida e eficaz extinção em caso de deflagração de um incêndio representado na Figura 4.5.

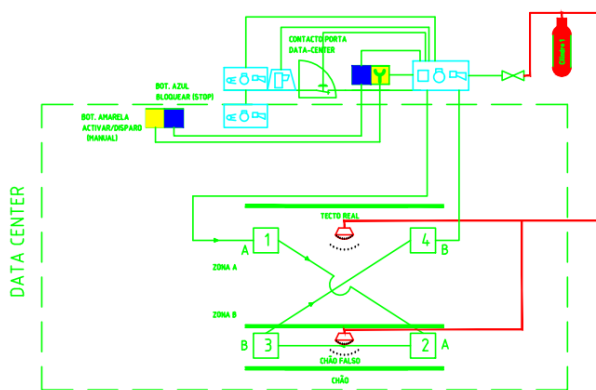


Figura 4.5 – Pormenor de instalação do SADEI no DataCenter

Relativamente a este sistema, encontram-se inseridos quatro detetores ótico-térmicos, duas botoneiras no exterior e duas no interior para realizar as ações de disparo manual do sistema e bloqueio, respetivamente, dois painéis ótico-acústicos e um contacto de porta por forma a bloquear a mesma em caso de acionamento do sistema.

Relativamente ao agente extintor, verifica-se a existência de uma garrafa de CO sob pressão, que agregado a uma rede de sprinklers, irá pulverizar o agente extintor na totalidade da área a proteger.

4.4. Selagens e Compartimentação

A proteção passiva contra incêndios compreende todos os materiais, sistemas e técnicas projetadas para impedir ou retardar a propagação de um incêndio, assumindo um papel de relevo no âmbito geral da proteção contra incêndios de um edifício visando cumprir funções, tais como, a compartimentação, desenfumagem, proteção de estruturas e melhoria do comportamento ao fogo dos materiais de construção.

De acordo com a Nota Técnica Nº 09, a proteção passiva contra incêndio pode dividir-se em cinco áreas [71]:

- **Resistência ao fogo de elementos estruturais e de elementos integrados:** em instalações técnicas que inclui a manutenção das respetivas funções em caso de incêndio;
- **Compartimentação horizontal e vertical:** que inclui o isolamento/proteção de paredes e lajes com características de resistência ao fogo e todos os sistemas complementares,

isto é, portas e envidraçados resistentes ao fogo e sistemas de obstrução de ductos e condutas;

- **Condições de evacuação:** que inclui os locais e vias de evacuação;
- **Materiais e elementos de construção e de revestimento:** recorrendo a materiais com adequada reação ao fogo ou a produtos de tratamentos de materiais e elementos de construção visando melhorar o comportamento ao fogo;
- **Sistemas de desenfumagem passiva (natural):** compreendendo a aplicação de aberturas de admissão de ar novo e de escape de fumo (permanentes ou não), de painéis de cantonamento de fumo (fixos ou escamoteáveis), bem como, condutas de desenfumagem e registos resistentes;
- **Sistema de sinalização de segurança:** composto por um conjunto de sinais e outros produtos de marcação com características fotoluminescentes.

Relativamente ao tema de compartimentação, verifica-se a necessidade de serem cumpridas todas as medidas construtivas com o objetivo de limitar a propagação de incêndios, incluindo fumos e gases de combustão. A compartimentação possui também como finalidade a fragmentação da carga de incêndio e a facilitação de uma rápida e eficaz evacuação dos ocupantes do edifício, limitando dessa forma os prejuízos e facilitando-se a intervenção das forças exteriores de socorro.

No edifício em estudo, verifica-se a execução de diversas selagens corta-fogo tanto nas vias horizontais como nas vias verticais, e a utilização de diversos equipamentos locais com o objetivo de conter e retardar uma possível deflagração de um incêndio (ver Anexos V e VI).

Através do Anexo V, verifica-se (a azul) a existência de 7 zonas compartimentadas no Piso 0. Encontra-se dessa forma compartimentado o OpenSpace 1 e 2, tendo sido selada todas as zonas junto das vias verticais de evacuação através de elementos construtivos com grau de resistência ao fogo, e a zona de passagem para a Zona Central, através da instalação de um portão corta-fogo acionado pela CDI, que quando acionado irá desmagnetizar os respetivos eletroímãs.

Na Zona Central verifica-se a sua compartimentação através da instalação de dois portões corta-fogo de acesso aos OpenSpace 1 e 2 e OpenSpace 3 e 4, e selado o seu atravessamento vertical na Área Técnica situada do centro do compartimento.

Posteriormente encontra-se compartimentado o OpenSpace 3 e o OpenSpace 4, tendo sido selado todos os atravessamentos de equipamentos e instaladas portas corta-fogo nas entradas dos espaços com eletroímãs comandados pela CDI, por forma a fecharem e selarem os espaços em caso de incêndio.

Por fim, e devido à elevada carga térmica presente nestes espaços, foram compartimentadas as zonas da cantina, cozinha e central térmica, selando todos os atravessamentos de equipamentos técnicos entre estas zonas.

Através do Anexo VI, verifica-se (a azul) a existência de cinco zonas compartimentadas no Piso 1.

Dessa forma, encontra-se compartimentado o Open Space 1 e 2, tendo sido selada toda a zona junto das vias verticais de evacuação através de elementos construtivos com grau de resistência

ao fogo, e a zona de passagem para a Zona Central, através da instalação de um portão corta-fogo acionado pela CDI, que quando acionado irá desmagnetizar os respetivos eletroímãs.

Na Zona Central verifica-se a sua compartimentação através da instalação de dois portões corta-fogo de acesso aos OpenSpace 1 e 2 e OpenSpace 3 e 4, e selado o seu atravessamento vertical na Área Técnica situada do centro do compartimento.

Posteriormente encontra-se compartimentado o OpenSpace 3 e 4, tendo sido selados todos os atravessamentos de equipamentos técnicos, e instalado um portão corta-fogo na entrada para a Zona Central comandado pela CDI, que quando acionado irá desmagnetizar os respetivos eletroímãs por forma a selar o espaço em caso de incêndio.

Finalmente, e devido ao elevado risco de iniciação de incêndio, foi selada a zona do DataCenter através da utilização de elementos construtivos de elevado grau de resistência ao fogo e selados todos os atravessamentos de equipamentos técnicos.

Relativamente aos equipamentos de desenfumagem e controlo de fumos, foram instalados 25 registos corta-fogo de conduta de estado de funcionamento normalmente aberto, que em caso de incêndio passarão para o seu estado de funcionamento fechado, impossibilitando dessa forma a passagem de fumo/fogo para as restantes zonas do edifício, permitindo dessa forma uma compartimentação total da zona afetada, encontrando-se representado a localização dos mesmo (a azul) na Figura 4.6, Figura 4.7, Figura 4.8 e Figura 4.9.

Agregado à informação do estado de funcionamento dos registos corta-fogo, encontra-se o estado de funcionamento das unidades de climatização do edifício instaladas na cobertura, em que caso seja recebida a informação de fecho de um registo corta-fogo, a unidade de climatização respetiva irá terminar o seu funcionamento, por forma a que não seja inserido oxigénio na zona em que se verifique um alarme de incêndio.



Figura 4.6 – Registos Corta-Fogo instalados nos OpenSpace 1 e 2 do Piso 0

Quanto às ações de desenfumagem, encontram-se instaladas duas claraboias de atuação manual, presentes nas escadas de acesso ao Piso 1 e na Cantina, que em caso de incêndio irão permitir uma desenfumagem natural do espaço a proteger.

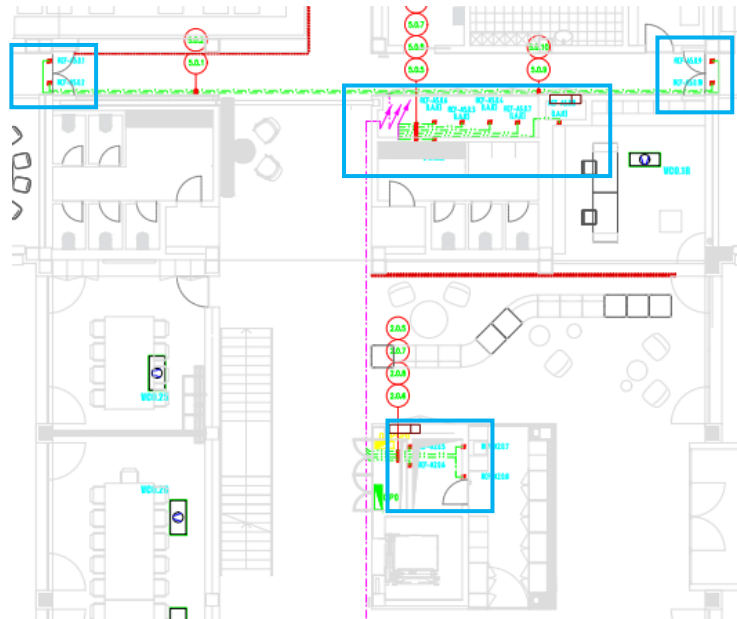


Figura 4.7 – Registos Corta-Fogo instalados na Zona Central do Piso 0

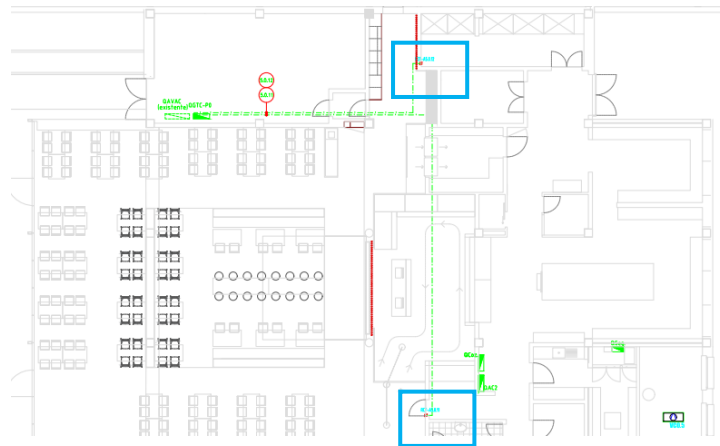


Figura 4.8 – Registos Corta-Fogo instalados na zona da Cozinha do Piso 0

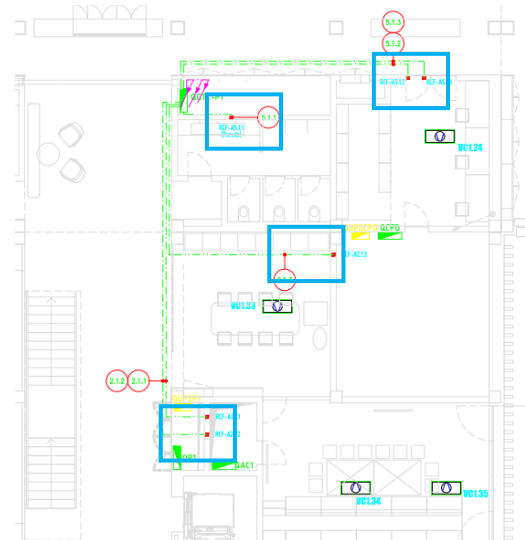


Figura 4.9 – Registos Corta-fogo instalados no Piso 1

No que diz respeito a equipamentos de iluminação de emergência, foram instalados diversos blocos autónomos do tipo permanente/não permanente, munidos de sinalética fotoluminescente, permitindo desta forma encaminhar os colaboradores do edifício para a saída de emergência mais próxima, em caso de emergência.

4.5. Elaboração da Matriz de Incêndio

Conforme descrito anteriormente no presente trabalho, uma matriz de incêndio, na sua base, consiste numa matriz com linhas e colunas, também designadas por “inputs” e “outputs”, onde as linhas representam a arquitetura do edifício e as colunas os comandos e realizar, sendo que a sua complexidade irá depender da tipologia do edifício e equipamentos a proteger, criando na sua íntegra uma metodologia de ações a serem efetuadas aquando do acionamento de um alarme.

Como tal, e de acordo com a arquitetura do edifício e equipamentos de comando e proteção demonstrados, iniciou-se a execução de uma matriz de incêndio, que irá promover uma melhor proteção dos ocupantes, e uma rápida e eficaz evacuação dos mesmo em caso de emergência.

Inicialmente foram identificadas as localizações do edifício de acordo com a Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Coluna de Entradas da Matriz de Incêndio

Zonas	Edifício A - Piso -1
	Edifício A - Piso 0
	Edifício A - Piso 1
	Edifício A - Cozinha
	Edifício A - Cantina
	Edifício A - Central Térmica

Posteriormente foram identificadas as ações/outputs que irão ser realizadas através dos equipamentos de proteção instalados no edifício, demonstrado através da Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Linha de Saídas da Matriz de Incêndio

Sirenes			Controlo de Fumos			Diversos							Desbloqueio Sistema Controlo de Acessos				
Edifício A - Loop 3	Edifício A - Loop 4	Edifício A - Loop 5	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados	Desbloqueio Portas e Portões Corta-Fogo -	Desbloqueio Portões Corta-Fogo - Piso 1	Fecho de Cortinas Corta-Fogo - Piso 0	Fecho Eletroválvula de Gás - Piso 0 Central	Fecho Eletroválvula de Gás - Piso 0 Cozinha	Procedimento de Emergência dos	Porta Acessos - Piso -1	Garagem	Portas da Cantina para acesso ao exterior - Piso	Porta da Cantina de Acesso ao Edifício B -	Porta de Acesso à Antecâmara do	Porta de Acesso à Cobertura - Piso 1

Por forma a que sejam efetuados os comandos representados, foi utilizada uma metodologia de temporizações associada ao tipo de alarme recebido na CDI, sendo que o mesmo poderá ser recebido por um ou mais detetores, ou por uma botoneira. Como tal, foram considerados dois tipos de temporizações.

- **Temporização T1:** neste tipo de temporização o acionamento do alarme deverá ser imediato sem nenhuma temporização associada;
- **Temporização T2:** neste tipo de temporização, será dado à equipa de vigilância do edifício 3 min após realizarem o reconhecimento do alarme por forma a confirmar o alarme recebido, sendo que após essa temporização, serão iniciados os procedimentos automáticos para proteção da zona em questão.

Tendo conhecimento dos “inputs” e “outputs” da Matriz de incêndio, e da temporização afeta ao tipo de alarme, foi então realizada a proposta de matriz de incêndio apresentada na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Matriz de Incêndio realizada em projeto para o Edifício A da Mercedes-Benz Portugal

		Sirenes			Controlo de Fumos			Diversos						Desbloqueio Sistema Controlo de Acessos					
		Edifício A - Loop 3	Edifício A - Loop 4	Edifício A - Loop 5	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados - Piso 0	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados - Piso 1	Fecho de Registos Corta-Fogo Motorizados - Cozinha	Desbloqueio Portas e Portões Corta-Fogo - Piso 0	Desbloqueio Portões Corta-Fogo - Piso 1	Fecho de Cortinas Corta-Fogo - Piso 0 Cozinha	Fecho Eletroválvula de Gás - Piso 0 Central Térmica	Fecho Eletroválvula de Gás - Piso 0 Cozinha	Procedimento de Emergência dos Elevadores - Edifício A	Porta Acessos - Piso -1 Garagem	Portas da Cantina para acesso ao exterior - Piso 0	Porta da Cantina de Acesso ao Edifício B - Piso 0	Porta de Acesso à Antecâmara do DataCenter - Piso 1	Porta de Acesso à Cobertura - Piso 1	
Zonas	Edifício A - Piso -1	1 Botoneira	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	
		1 Detetor	T2	T2	T2	-	-	-	-	-	-	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2	
		2 Detetores	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	
	Edifício A - Piso 0	1 Botoneira	T1	T1	T1	T1	-	-	T1	-	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1
		1 Detetor	T2	T2	T2	T2	-	-	T2	-	-	-	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2
		2 Detetores	T1	T1	T1	T1	-	-	T1	-	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Edifício A - Piso 1	1 Botoneira	T1	T1	T1	-	T1	-	-	T1	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1
		1 Detetor	T2	T2	T2	-	T2	-	-	T2	-	-	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2
		2 Detetores	T1	T1	T1	-	T1	-	-	T1	-	-	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Edifício A - Cozinha	1 Botoneira	T1	T1	T1	-	-	T1	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
		1 Detetor	T2	T2	T2	-	-	T2	-	-	T2	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2
		2 Detetores	T1	T1	T1	-	-	T1	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Edifício A - Cantina	1 Botoneira	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
		1 Detetor	T2	T2	T2	-	-	-	-	-	T2	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2
		2 Detetores	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Edifício A - Central Térmica	1 Botoneira	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1
		1 Detetor	T2	T2	T2	-	-	-	-	-	-	T2	-	T2	T2	T2	T2	T2	T2
		2 Detetores	T1	T1	T1	-	-	-	-	-	-	T1	-	T1	T1	T1	T1	T1	T1

De acordo com a Tabela 4.7, referente à matriz de incêndio realizada para o Edifício A da Mercedes-Benz Portugal, verifica-se que na sua generalidade caso seja realizado um alarme através de botoneira local ou através de um ou mais detetores de incêndio, será despoletado um alarme sonoro genérico para a totalidade do edifício, através de sirenes instaladas nos Pisos do edifício, por forma a informar os ocupantes da existência de uma emergência.

No que diz respeito às ações realizadas pelos equipamentos de controlo de fumos e compartimentação, verifica-se que quando acionado o alarme através de botoneira local ou por parte de um ou mais detetores, os mesmo irão ser acionados no piso respetivo, por forma a evitar a propagação de fumos/incêndio para as zonas adjacentes.

Finalmente, e no que diz respeito ao desbloqueio do sistema de controlo de acessos, verifica-se que na sua generalidade, um alarme realizado por uma botoneira local ou por um ou mais detetores de incêndio, irá desbloquear todos os sistemas de controlo de acessos instalados no edifício. Dessa forma, será permitido aos ocupantes que se encontram em zonas dotadas desse tipo de sistemas, evacuar o mais rapidamente possível para a saída de emergência mais próxima.

5. Conclusão

A Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), considera-se uma especialidade essencial para o aumento da segurança humana e material, sendo uma componente de projeto transversal a diversas especialidades de engenharia, tais como, mecânica, civil e eletrotécnica. A importância do estudo da fenomenologia do incêndio considera-se crucial, uma vez que o desconhecimento do mesmo poderá causar um elevado número de mortes, feridos e graves prejuízos materiais históricos e culturais, sendo dessa forma de máxima importância o conhecimento das diversas formas de reação perante um incêndio.

Como tal, no presente documento foi explicitado o conceito de incêndio, desde a sua fase inicial até à sua fase final, tendo sido posteriormente apresentados alguns dos meios capazes de extinguir e atuar diretamente num foco de incêndio, o que facilitará o combate ao incêndio por parte do corpo de intervenção (bombeiros), caso se verifique a sua necessidade. Verifica-se ainda que a metodologia mais eficaz para se evitar a propagação de um incêndio será através de uma boa compartimentação de zonas/locais, sendo dessa forma essencial um bom projeto de arquitetura, adequado e sustentado pelos princípios fundamentais de compartimentação corta-fogo, de instalações de deteção e extinção, e de controlo de fumos das respetivas zonas, possibilitando dessa forma a eliminação dos meios que promovam uma rápida propagação de um incêndio. Será ainda importante salientar que, por forma a se obter uma maior eficácia no combate a um incêndio, será crucial a execução de uma matriz de incêndio eficaz, baseada na tipologia do respetivo edifício, conforme explicitado no presente documento, que irá englobar e ativar todos os meios capazes de compartimentar o espaço em causa. Dessa forma será possível conter o fumo no espaço compartimentado, impedindo dessa forma um deslastre de um incêndio para as respetivas zonas adjacentes, e promover uma evacuação rápida e eficaz de todas as vidas humanas presentes na respetiva instalação.

Por forma a explicitar a base teórica presente neste documento, foi apresentado um projeto da especialidade de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), elaborado por um projetista desta especialidade e credenciado pela ANEPC, incluindo no mesmo um sistema de deteção automático de incêndios, capaz de monitorizar a totalidade da instalação apresentada. Para tal, apresentou-se o edifício e as suas diversas áreas de acordo com o risco presente nelas e de acordo com a respetiva utilização-tipo devidamente justificada, tendo sido compartimentada cada zona do edifício através de elementos construtivos ou equipamentos comandados pela respetiva Central de Incêndios (CDI), tais como portas e portões corta-fogo, e registos corta-fogo, que permitirá enclausurar o incêndio no compartimento. Desta forma, é possível realizar uma comparação entre a metodologia de realização da Matriz de incêndio para a utilização-tipo em que o edifício em estudo se enquadra, e a Matriz de incêndio implementada durante as obras de requalificação do edifício da *Mercedes Benz Portugal*, sendo que será possível concluir que a mesma se enquadra com o princípio teórico apresentado nos capítulos anteriores, quer ao nível dos comandos e estrutura da Matriz, quer ao nível dos equipamentos instalados, que irão garantir a segurança dos ocupantes e de todos os bens materiais presentes na instalação. Contudo, verifica-se ainda que a Matriz de incêndio implementada não possui ordens para arranque de ventiladores de extração dos equipamentos de AVAC do edifício. Neste ponto, seria

interessante testar essa mesma possibilidade, uma vez que iria promover o escape dos fumos produzidos pelo possível incêndio e dessa forma otimizar a evacuação de todos os ocupantes.

Com a realização do documento, foi possível implementar e melhorar todas as metodologias de combate, monitorização e extinção de incêndio, aumentando dessa forma a segurança de todos os ocupantes do edifício, encontrando-se desta forma em conformidade com a documentação legal e técnica respeitante à especialidade de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Por fim, será possível concluir que os objetivos propostos no início do presente trabalho foram realizados com sucesso, tendo sido adquirido um vasto conhecimento quer a nível teórico, quer a nível prático, no que diz respeito à Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Conclui-se ainda que através da leitura do presente documento, o leitor irá possuir diversas bases de conhecimento na especialidade em causa, que se verificou uma das dificuldades durante a realização do documento, visto ser ainda um tema pouco aprofundado e explícito em termos do conhecimento geral desta especialidade, no que diz respeito à correta realização de Matrizes de Incêndio e implementação de uma metodologia de Controlo de Fumos adequada à arquitetura das diversas tipologias de edifícios ou instalações.

Referências

- [1] Bernardo C., Pessoa P. (2021). *Seminários Sodeca: Sistemas Mecânicos – Controlo de Fumos*. Madeira.
- [2] <https://www.areaseq.com/fogo/>. Acedido a 17 de Setembro de 2021 .
- [3] <https://www.fireaction.co.uk/>. Acedido a 17 de Setembro de 2021.
- [4] Guerra A., Coelho J., Leitão R. *Fenomenologia da combustão e extintores* (vol. VII) (2ª edição). Sintra: Edições ENB.
- [5] Norma NP 3874-1, Comissão Técnica C460/CT46, 1995, *Segurança Contra Incêndio, Terminologia. Parte 1: Termos Gerais. Fenómeno do Fogo*.
- [6] Stauffer E., Newman R. (2008) *Fire Debris Analysis*.
- [7] <https://www.jetter.in/flash-and-fire-points-what-is-it/>. Acedido a 30 de Setembro de 2021.
- [8] *AutoIgnition*, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/autoignition>. Acedido a 23 de Novembro de 2021.
- [9] M.Huth, A. Helios. (2013) *AutoIgnition time and temperature*
- [10] Fang H., Lo S.M., Zhang Y., Shen Y. *Fire Safety Journal* Volume 126 (2021). *Development of a machine-learning approach for identifying the stages of fire development in residential room fires*.
- [11] Cerqueira, J.C.P. (2017). *Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Estudo de Caso: Hospital de S. João do Porto*. Tese de Mestrado em Sistemas Elétricos de Energia – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- [12] Baek J., Alhindi T.J., Jeong Y., Jeong M.K., Seo S., Kang J., Shim W., Heo Y. *Fire Safety Journal* Volume 123 (2020). *Real time fire detection system based on dynamic time warping of multichannel sensor networks*
- [13] Solórzano A., Eichmann J., Fernández L., Ziemis B., Jiménez-Soto J.M., Marco S., Fonllosa J. (2021). *Early fire detection based on gas sensor arrays: Multivariate calibration and validation*
- [14] *Fire Detection*. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fire-detection>. Acedido a 20 de Dezembro de 2021.
- [15] https://mauser.pt/catalog/product_info.php?products_id=013-1140. Acedido a 10 de Novembro de 2021.
- [16] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. *Nota Técnica Nº 12 - Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios*. Versão Agosto 2020
- [17] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 9 - Detetores de Fumo*. Versão Março 2020
- [18] <https://matsecurity.pt>. Acedido a 14 de Novembro de 2021.
- [19] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 26 - SADI Tipo Convencional – Detetor de fumo por aspiração*. Versão Janeiro 2010.

- [20] <https://www.duranelectronica.com/>. Acedido a 21 de Novembro de 2021.
- [21] *Detetores de Chamas*. <http://www.segurancacontraincendio.pt/detetores-de-chamas.html>. Acedido a 15 de Dezembro de 2021.
- [22] <https://abafire.com.br/>. Acedido a 25 de Novembro de 2021.
- [23] <https://www.directindustry.com/pt/prod/msa/product-15740-2240869.html>. Acedido a 25 de Novembro de 2021.
- [24] <https://www.directindustry.com/pt/prod/rezontech/product-189082-1861757.html>. Acedido a 25 de Novembro de 2021.
- [25] <https://www.se.com/pt/pt/product-subcategory/4810-caixas-e-botoneiras-murais/>. Acedido a 28 de Novembro de 2021.
- [26] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 18 - SADI Tipo Convencional - Botão de Alarme Manual*. Versão Setembro 2020.
- [27] EN 54, “*Fire Detection and Fire Alarm Systems*”, 2018
- [28] <https://new.siemens.com/pt/pt/empresa/sobrenos/negocio/building-technologies/protecao-contraincendios/cerberus-pro.html>. Acedido a 29 de Novembro de 2021.
- [29] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 23 - SADI Tipo Convencional – Dispositivos de Alarme de Incêndios (SIRENE)*. Versão Abril 2009
- [30] *Detetores de Incêndio – Posicionamento*. <https://www.carlosnobre.pt/detetores-de-incendio-posicionamento-e-raio-de-acao>. Acedido a 20 de Dezembro de 2021.
- [31] Brito G.V. (2020). *Manual Segurança em Edifícios: Manual Prático e Simplificado*. (4ª Edição). Lisboa.
- [32] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 4 - Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI) Tipo Convencional*. Versão Setembro 2019 .
- [33] <https://vicrodel.com/>. Acedido a 16 de Dezembro de 2021.
- [34] Associação Portuguesa de Segurança. *Ficha Técnica Nº 44 - Sistema Automático de Detecção de Monóxido de Carbono*. Versão Maio 2012.
- [35] Azevedo, N. (2016). *Tecnologias e inovação na extinção de incêndio*, 5ª Conferência de segurança. Lisboa.
- [36] *Como escolher um Extintor de Incêndio*. <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/cidadao/selecao-de-extintores-de-incendio/>. Acedido a 2 de Dezembro de 2021.
- [37] Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros dos Açores, *Módulo I - Fenomenologia da Combustão*.
- [38] <https://fireice.es/pt/>. Acedido a 23 de Dezembro de 2021
- [39] *Requisitos das Redes de Incêndio Armadas Tipo Carreter (RIA-TC)*, <http://www.apta.pt/conteudos.php?idConteudo=195>. Acedido a 4 de Dezembro de 2021.
- [40] *Portaria nº 135/2020 de 2 de Junho 2020*. Diário da República, 1ª série. Administração Interna. Lisboa

- [41] <https://www.pefipresa.com/pt/sistemas-de-bocas-de-incendio-equipadas-bie>. Acedido a 23 de Dezembro de 2021.
- [42] Norma Portuguesa NP EN 1869, 1998, “*Mantas de Incêndio*”
- [43] <https://www.extintoresportugal.pt/manta-ignifuga>. Acedido a 3 de Janeiro de 2022.
- [44] Reimer V., Zhang Z., Jansen S.L., Angelmahr M., Schade W. Fire Safety Journal Volume 127 (2021). *Enhanced fire sprinkler system: Fiber optical monitoring of fire sprinkler heads*.
- [45] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. *Nota Técnica Nº 16 - Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndio por Água*. Versão 2020-09-18.
- [46] *Sistemas de Extinção Automática por Sprinklers*. <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-contraincendio/sistemas-de-extincao-automatica-por-sprinklers/>. Acedido a 12 de Dezembro de 2021.
- [47] Wu Z. Y., Song Y. Procedia Engineering Volume 70 (2014). *Optimizing selection of fire hydrants for flow tests in water distribution systems*.
- [48] <https://tubagens.pintocruz.pt/pt/loja/14026-boca-de-incendio-siamesas-detail.html>. Acedido a 4 de Janeiro de 2022.
- [49] <http://www.apta.pt/conteudos.php?idConteudo=250>. Acedido a 4 de Janeiro de 2022.
- [50] <https://www.fucoli-somepal.pt/PT/produtos/produtos/combate-a-incendio/221>. Acedido a 4 de Janeiro de 2022.
- [51] <https://www.hidromon.com.br/sistema-fixo-combate-incendio-espuma>. Acedido a 5 de Janeiro de 2022.
- [52] <https://www.mafep.pt/v19/index.php/produtos/extincao-de-incendio.html#gallery314bb3338f-3>. Acedido a 5 de Janeiro de 2022.
- [53] Yuan Y., Chu Y., Liang D. Procedia Engineering Volume 71 (2014). *Study on Smoke Control Strategy in High-rise Building Fire*.
- [54] Harrison, R. “*Smoke Control in Atrium Buildings: A Study of Thermal Spill Plume*”, Fire Engineering Research Thesis, University of Canterbury, 2004
- [55] Ribeiro, T. (2018). Trabalho Final Mestrado. *Dimensionamento de Sistemas de Controlo de Fumo Passivos* – Instituto Superior de engenharia de Lisboa.
- [56] <https://www.tria.pt/pt/desenfumagem-e-ventilacao-natural/>. Acedido a 21 de Janeiro de 2022.
- [57] Fernandes, M. (2008). Trabalho Final de Mestrado. *Desenfumagem (Controlo de Fumo) em edifícios de grande extensão* – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [58] https://www.daikin.pt/pt_pt/product-group/air-handling-units.html Acedido a 21 de Janeiro de 2023.
- [59] <https://www.sodeca.pt/catalogs> Acedido a 21 de Janeiro de 2023.
- [60] *Controlo de Fumo*. <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-contraincendio/controlo-de-fumo/>. Acedido a 23 de Janeiro de 2022.

- [61] Loureiro, J. (2018). Trabalho Final de Mestrado. *Controlo de Fumos no Edifício de Ampliação do Hospital CUF Descobertas em Lisboa. Relatório de Estágio em Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos* – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- [62] ETU, *Dimensionamento de Unidades de Passagem (UO) de Saídas de Locais de Risco e Vias*.
- [63] <http://www.iclportascortafogo.com.br/porta-corta-fogo-orcamento>. Acedido a 4 de Fevereiro de 2022.
- [64] <https://mcsteel.com.br/gesso-acartonado/>. Acedido a 4 de Fevereiro de 2022.
- [65] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. *Nota Técnica Nº 18: Sistemas de Cortina de Água*. Versão Agosto de 2020.
- [66] <https://www.tria.pt/wp-content/uploads/2019/08/FLAMOSEALPT-0819.pdf>. Acedido a 8 de Fevereiro de 2022.
- [67] Artigo 23º do Decreto Lei nº 150/2015, de 5 de Agosto 2016, *Guia de Orientação para a Elaboração do Plano de Emergência Interno Simplificado*.
- [68] Baptista, R. (2010). Trabalho Final de Mestrado. *Sistemas de Automação e Manutenção de Edifícios: Conceção de sistemas de Deteção e Proteção Conta Incêndios de uma Unidade hoteleira* – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- [69] Estibeira, C. (2015). *III Jornadas Segurança Higiene e Saúde no Trabalho – A importância da implementação das medidas de autoproteção num incêndio urbano*.
- [70] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, *Nota Técnica Nº 01 – Utilizações-Tipo de Edifícios e Recintos*. Agosto de 2020.
- [71] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, *Nota Técnica Nº 05 – Locais de Risco*. Maio de 2021.
- [72] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, *Nota Técnica Nº 06 – Categorias de Risco*. Agosto de 2020
- [73] *Portaria Nº 1532/2008 de 29 de Dezembro de 2008*. 1ª série. Diário da República. Lisboa.