MESTRADO EM ENGENHARIA
DE
SEGURANÇA E HIGIENE
OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO ARICA A EDIFÍCIOS NO PORTO

CONCEIÇÃO PANDE MUCULO

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Rodrigues Gonçalves (FEUP)
Arguente: Professor Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues (UA)
Presidente do Júri: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (FEUP)

2013

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt **ISN:** 3599*654
Telefone: +351 22 508 14 00 **Fax:** +351 22 508 14 40
URL: http://www.fe.up.pt **Correio Electrónico:** feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Professor Miguel Gonçalves pelo apoio, pela disponibilidade prestada e pela paciência durante a elaboração da dissertação. Sem a sua ajuda e experiência seria impossível a conclusão do trabalho.

Ao eng. Padilha, funcionário dos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento do Porto, pelas informações disponibilizadas.

Aos meus pais e aos meus irmãos pelo apoio incondicional que me têm prestado.

E por último, não menos importante, também gostaria de agradecer a todos os meus amigos que me têm apoiado nessa jornada.

RESUMO

A segurança contra incêndio nos centros urbanos é um assunto de grande importância.Não apenas pelo risco que pode representar para vidas humanas, mas também pelo risco que representa ao seu valor patrimonial, cultural e histórico.

Este trabalho tem como objetivo abordar o tema de segurança contra incêndio em centros urbanos antigos. Essa abordagem passa pela caraterização e avaliação de risco de incêndio, dos edifícios, em centros urbanos antigos.

Fez-se a aplicação da metodologia ARICA a oito edifícios na freguesia de Paranhos. Foram elaboradas fichas de caraterização de cada edifício onde constam todos os dados pertinentes para avaliar o risco face a ocorrência de um incêndio.

A análise realizada permitiu concluir que alguns dos edifícios apresentavam um índice de risco superior a 1, o que significa que não está de acordo com o risco considerado aceitável pelo método ARICA.

Verificou-se, então, que se poderia contornar esta situação atuando em dois parâmetros: dotar os edifícios com equipas de segurança e sistemas de deteção de incêndio, de modo a baixar o risco de incêndio para um nível aceitável.

Após a determinação de todos os valores, referentes ao risco de incêndio dos edifícios, foram definidas algumas medidas de intervenção a implementar, de forma a melhorar as condições de segurança dos edifícios.

Palavras-chave: Centros urbanos, incêndio, risco, ARICA.

ABSTRACT

The fire safety in urban centers is a matter of great importance, not only for the risk that they might represent for human lives, but also to the risk, that represents to its patrimonial, cultural and historical value.

These circumstances justify the need to analyse and create intervention measures to fire risk at these places.

This assignment aims to address the issue of fire safety in old urban centers, this approach involves the characterisation and assessment of fire risk in the buildings in old urban centers.

The application of the methodology ARICA was made in eight buildings in the Town of Paranhos. Forms of characteristisation were prepared for each building, which contains all data relevant for assessing the risk from the occurrence of a fire.

The analysis concluded that some of the buildings had an index of risk superior of one (1) which means that it does not comply with the regulations in force in SCIE.

It was also found that could easily get around this, operating in two parameters, which are teams for safety and fire detection systems to lower their risk of fire.

After the determination of all amounts related to fire safety of buildings, we determined some intervention measures to be implemented in order to improve the safety of buildings.

Keywords: Urban centers, fire, risk, ARICA.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 1
1.1 Enquadramento 1
1.2 Justificação do tema 1
1.3 Objetivos 2
1.4 Metodologia 2
1.5 Estrutura e organização 2
2. ESTADO DA ARTE / REVISÃO DA LITERATURA 3
2.1 Introdução 3
2.2 Conceitos elementares sobre a segurança contra incêndio 3
2.2.1 Breve histórico do fogo 3
2.2.2 Aspetos gerais da combustão 4
2.2.3 Caraterização do incêndio. 5
2.2.4 Incêndios históricos 6
2.3 Enquadramento Legal e Normativo 9
2.3.1 Introdução 9
2.3.2 Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios. 9
2.3.3 Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios. 12
2.3.4 Critérios técnicos, para determinação da densidade de carga de incêndio modificada 12
2.3.5 Condições Técnicas – estabelecimento/exploração das instalações elétricas 13
2.4 Método de Gretener 13
2.5 Fire Risk Index Method (FRIM) 13
2.6 Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME) 13
2.7 Método ARICA 14
3. APRESENTAÇÃO DO ARICA – METODOLOGIA DE ESTUDO 17
3.1 Breve descrição 17
3.2 Princípios gerais 17
3.3 Caraterização genérica dos fatores relacionados ao método ARICA 19
3.4 Fator Global De Risco Associado Ao Início Do Incêndio (FG_{II}) 20
3.4.1 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{II} 20
3.5 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação de incêndio no edifício (FG_{DPI}) 23
3.5.1 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{DPI} 23

3.6 Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE}) 31
3.6.1 Caraterizações gerais 31
3.6.2 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{EE} 32
3.7 Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio (FG_{CI}) 41
3.7.1 Caraterizações gerais 41
3.7.2 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{CI} 42
3.8 Fator global de risco de incêndio do edifício 46
3.9 Risco de incêndio 46
4. APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO 51
4.1 Introdução 51
4.2 Seleção da zona para aplicação do método 51
4.3 Caraterização dos edifícios em análise 51
4.3.1 Caraterísticas ocupacional dos edificios 54
4.3.2 Vistoria efetuada aos edifícios 54
5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO 55
5.1 Introdução 55
5.2 Risco associado ao início do incêndio FG_{II} 55
5.2.1 Introdução 55
5.2.2 Fatores parciais que constituem o FG_{II} 55
5.2.3 Fator global associado ao início do incêndio (FG_{II}) 58
5.3 Desenvolvimento e propagação do incêndio FG_{DPI} 58
5.3.1 Introdução 58
5.3.2 Fatores parciais que constituem o FG_{DPI} 59
5.3.3 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício (FG_{DPI}) 62
5.4 Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE}) 63
5.4.1 Introdução 63
5.4.2 Fatores parciais que constituem o FG_{EE} 63
5.5 Fator global associado ao combate ao incêndio (FG_{CI}) 65
5.5.1 Fatores parciais que constituem o FG_{CI} 66
5.6 Fator global de risco 69
5.7 Risco de incêndio 70
6. MEDIDAS PROPOSTAS PARA MELHORAR O RISCO DE INCÊNDIO 73
6.1 Introdução 73

6.2 Medidas para limitar a probabilidade de eclosão de incêndio 73
6.2.1 Aspetos gerais 73
6.2.2 Instalações elétricas 74
6.2.3 Instalações de gás 76
6.2.4 Instalação de evacuação de lixos 77
6.2.5 Atuação sobre os materiais de construção 77
6.2.6 Cargas de incêndio 78
6.2.7 Limitação de execução de determinados trabalhos 79
6.3 Limitar o risco de colapso de elementos com função de suporte ou compartimentação 79
6.3.1 Aspetos gerais 79
6.3.2 Soluções genéricas para a proteção de estruturas 79
6.3.3 Melhoria do comportamento das paredes 80
6.3.4 Melhoria do comportamento dos pavimentos 80
6.3.5 Melhoria do comportamento das coberturas 81
6.4 Medidas para limitar o risco de propagação do incêndio 81
6.4.1 Aspetos gerais 81
6.4.2 Limitação da propagação de incêndio pelo exterior 81
6.4.3 Limitação da propagação do incêndio pelo interior do edifício 81
6.5 Medidas para facilitar a evacuação dos edifícios 82
6.6 Medidas para facilitar o combate ao incêndio 82
6.6.1 Aspetos gerais 82
6.6.2 Condições de acesso ao edifício 83
6.6.3 Meios de combate ao incêndio 83
6.7 Ações sobre os edifícios devolutos 84
6.8 Ações de sensibilização dos moradores 84
6.9 Formação de responsáveis de segurança 85
6.10 Indicativos de segurança 85
6.11 Planos de intervenção 85
7. MEDIDAS PROPOSTAS – REAVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS 87
7.1 Introdução 87
7.2 Medidas a implementar 87
8. CONCLUSÃO 91
8.1 Perspetivas futuras 92

9. BIBLIOGRAFIA 93
9.1 Legislação 93
9.2 Normas 93
9.3 Websites Visitados 94

ANEXO A – VALORES DE REFERÊNCIA DE ALGUNS PARÂMETROS
ANEXO B – EXEMPLIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO À UM EDIFÍCIO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Triângulo do fogo 4
Figura 2. 2 - Curva do incêndio natural 5
Figura 2.3 - Imagens do grande incêndio em Londres – 1666; 7
Figura 2.4 - O incêndio de Roma, 18/07/64, óleo de Hubert Robert, Museu de Arte Moderna André Malraux, em Le Havre 7
Figura 2. 5 - O grande incêndio de Chicago (John R. Chapin e Jex Bardwell) 8
Figura 2. 6 - Incêndio no Chiado, 1988 8

Figura 4. 1 - Vista aérea dos edifícios 1 e 2 51
Figura 4. 2 - Vista aérea dos Edifícios 3 e 4 52
Figura 4. 3 – Vista aérea do Edifício 5 52
Figura 4. 4 - Vista aérea do edifício 6 53
Figura 4. 5 - Vista aérea do edifício 7 53

Figura 5. 1 - Exemplo de contadores elétricos e disjuntores de alguns edifícios selecionados 56
Figura 5. 2 – Botija de gás instalado em cozinha/ Instalação de gás canalizado para cozinha 57
Figura 5. 3 - Exemplo de algumas cargas de incendio mobiliárias existentes nos locais ... 59
Figura 5. 4 - Exemplo de alguns elementos do SADI existentes nos edifícios 60

Figura 6. 1- Exemplo de elevadas cargas de incêndio existentes no interior do edifício; a) Exemplo de materiais usados nos revestimentos/estado de conservação do edifício; b) e Exemplo do estado de conservação do edifício; c) 74
Figura 6. 2 - exemplo do estado de conservação das instalações elétricas 75
Figura 6. 3 - exemplo de botijas de gás localizadas no interior do edifício em local não ventilado 76

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2. 1 - Classes de Fogo (NP 1800:2012[11]) 6
Quadro 2.2 - Classificação dos Edifícios e Recintos: Tipo de Utilização 10
Quadro 2. 3 - Locais de Risco 11

Quadro 3. 1 - Valores parciais resultantes de expressões, tabelados ou tabelados/expressões 19
Quadro 3. 2 - Valor do fator natureza das cargas de incêndio mobiliárias (FN_{Cl}) de um material 22
Quadro 3. 3 - Valores de referência da densidade média de carga de incêndio (Eurocódigo 1) 24
Quadro 3. 4 - Valores de referência da densidade de carga de incêndio modificada 26
Quadro 3. 5 - Valores tabelados referentes ao F_{DI} 29
Quadro 3. 6 - Valores tabelados referentes ao F_{ES} 30
Quadro 3. 7 - Valores tabelados referentes ao F_{CF} 38
Quadro 3. 8 - Valores tabelados refente ao F_{SI} 39
Quadro 3. 9 - Valores tabelados refente ao F_{ES} 39
Quadro 3. 10 - Valores tabelados referentes ao F_{EE} 40
Quadro 3. 11 - Valores tabelados referentes aos F_{AE} 42
Quadro 3. 12 - Valores tabelados referentes aos F_{EXT} 43
Quadro 3. 13 - Valores tabelados referentes ao F_{RIA} 44
Quadro 3. 14 - Valores tabelados referentes ao $F_{CS/H}$ 44
Quadro 3. 15 - Valores tabelados referentes ao F_{SAE} 45
Quadro 3. 16- Peso dos fatores globais 46
Quadro 3. 17 - Valores de referência dos fatores parciais 47
Quadro 3. 18 - Determinação de FRR e do RI de cada edifício 48

Quadro 4. 1 - Ocupação dos edifícios em análise 54

Quadro 5. 1 - Estado de conservação dos edifícios em análise 55
Quadro 5. 2 - Estado de conservação das instalações elétricas 56
Quadro 5. 3 - Existências de instalações de gás 57
Quadro 5. 4 - Cálculo do valor das naturezas das cargas de incêndio existentes nos edifícios 58
Quadro 5. 5 - Cálculo do Fator global Risco Associado ao Início do Incêndio 58
Quadro 5. 6 - Cálculo da natureza das cargas de incêndio mobiliárias dos edifícios 59
Quadro 5. 7 - Cálculo da compartimentação corta-fogo dos edifícios selecionados 60

Quadro 5. 8 – ConFigurações das instalações de alarme 61
Quadro 5. 9 - Elementos afetos a segurança contra incêndio nos edifícios 61
Quadro 5. 10 - Valores relativos ao afastamento entre vãos sobrepostos 62
Quadro 5. 11- Cálculo do fator global de risco associado ao desenvolvimento propagação de incêndio 62
Quadro 5. 12 - Cálculo dod fatores inerentes aos caminhos de evacuação 64
Quadro 5. 13 – Cálculo dos fatores inerentes aos edificios 65
Quadro 5. 14 - Cálculo do fator global referente a evacuação dos edifícios 65
Quadro 5. 15 - Hidrantes exteriores 66
Quadro 5. 16 - Cálculo dos fatores exteriores ao edifício 67
Quadro 5. 17 - Existência de extintores conforme o regulamento 67
Quadro 5. 18 – Existência de rede armada de incêndio 68
Quadro 5. 19 - Cálculo dos fatores interiores de combate ao incendio nos edifícios 68
Quadro 5. 20 - Elementos afetos a segurança contra incêndio nos edifícios 69
Quadro 5. 21 - Cálculo do fator global associado ao combate ao incendio 69
Quadro 5. 22 - Cálculo do fator global de risco de incêndio 70
Quadro 5. 23 - Cálculo do Risco de incêndio de cada um dos edifícios 70

Quadro 7. 1 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{II} 87
Quadro 7. 2 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{DPI} 88
Quadro 7. 3 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{EE} 88
Quadro 7. 4 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{CI} 89
Quadro 7. 5 – Comparação entre o Fator Global de Risco de Incêndio FRI existente/alterado 89
Quadro 7. 6 - – Comparação entre o Risco de Incêndio existente/ alterado 90

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS

A – Área útil
ES – Equipas de segurança
Nº - Número
DL – Decreto-lei
RIA – Rede de incêndio armada
SCIE – Segurança contra incêndio em edifícios
MRI – Mapa de risco de incêndio
CR – Carta de risco
FRIM – Risk index method
RJ-SCIE – Regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios
RT-SCIE – Regulamento técnico de segurança contra incêndio em edifícios
ANPC – Autoridade nacional da proteção civil
UT – Utilização-tipo
LC – Local de risco
LNEC – Laboratório nacional de engenharia civil
Nef – Número de efetivos
DS – Delegado de segurança
MA – Medidas de autoproteção
CUA – Centros urbanos antigos
CMP – Câmara Municipal do Porto

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A problemática dos incêndios, nos centros históricos, sempre foi uma preocupação para as populações devido a vários motivos, tais como: riscos de perdas de valores patrimoniais; valores culturais; e muitas vezes perdas humanas. A desertificação e abandono destes locais, por parte da população, tem vindo a acelerar o processo de degradação e ruína de muitos edifícios.

Alguns edifícios devido à sua constituição, estado de conservação e localização apresentam mais fragilidades e são mais vulneráveis à deflagração de um incêndio, bem como a sua propagação aos edifícios vizinhos. Portanto, há necessidade de identificar as zonas mais vulneráveis ao risco de incêndio, e da criação de estratégias de intervenção nos edifícios, de modo a assegurar as condições de segurança contra incêndio.

Existem registos de vários exemplos de incêndios ao longo dos tempos, como o incêndio no templo de Ártimes em 356 A.C, o grande incêndio de Londres em 1666, o incêndio de Roma em 64 D. e o grande incêndio em Chicago em 1871, que provocaram danos quase inreparaveis nessas cidades, ceifando vidas humanas e destruindo vários edifícios de elevado valor patrimonial.

Em Portugal também existem registos de ocorrência de incêndios em centros históricos, embora em menor dimensão relativamente às cidades citadas anteriormente, como são os casos: do incêndio do Chiado; do incêndio no centro histórico de Guimarães; do incêndio no centro histórico de Coimbra; e no centro histórico de Viseu.

A dimensão do incêndio no Chiado em 1988, "obrigou" à criação de outras políticas mais eficazes de segurança contra incêndio em edifícios, nomeadamente através da realização de regulamentos que vieram a ser publicados na sequência daquele incêndio.

1.2 Justificação do tema

A segurança contra incêndio nos centros urbanos é de grande importância, quer para a proteção de vidas humanas, quer para a proteção dos próprios edifícios que têm, muitas vezes, um elevado valor patrimonial, cultural e histórico.

A cidade do Porto é conhecida como a cidade Invicta, e é ainda conhecida pelo seu vinho, pelas suas pontes de arquitetura contemporânea e pelo seu centro histórico classificado como Património Mundial pela UNESCO.

Trata-se de uma cidade rica em valores culturais, tradicionais patrimoniais, em que a preservação dos mesmos, é de grande importância para a representação da identidade da cidade em si mesma. A criação de um Mapa de Risco de Incêndio (MRI) seria algo bastante útil para aumentar a sensibilidade das autoridades competentes, tendo em vista a preservação da cidade.

O mapa de risco de incêndio permite, não só, maior eficiência na intervenção do Corpo de Bombeiros, através da análise do risco, como também tomar medidas preventivas de forma a atenuar os riscos de incêndio nos edifícios.

1.3 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação do risco de incêndio através do método ARICA a oito edifícios e a proposta de medidas com vista à melhoria das suas condições de segurança contra incêndio, concretamente na freguesia de Paranhos – Porto.

1.4 Metodologia

Para o desenvolvimento dessa análise de risco, será aplicado o método ARICA , com a ajuda da ficha de caraterização de cada um dos edifício, sendo elaborados cálculos em EXCEL para obtenção do índice de risco de cada edifício, de modo independente.

1.5 Estrutura e organização

O trabalho divide-se em oito capítulos e anexos.

Estrutura-se da seguinte forma:

Capítulo 1: Descreve-se o contexto deste documento, o enquadramento, a justificação, o objetivo, o método que será aplicado.

Capítulo 2: Faz-se uma abordagem sobre os conceitos elementares sobre a segurança ao incêndio, caraterização da regulamentação Portuguesa referente a Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) e também uma breve abordagem de diversos métodos de avaliação de risco: método de Gretener; Fire Risk Index Method (FRIM); FRAME; e ARICA.

Capítulo 3: Faz-se a apresentação de forma detalhada do método ÁRICA como metodologia de estudo.

Capítulo 4: Faz-se a apresentação do objeto de estudo, descrevendo-o na íntegra os aspetos relacionados.

Capítulo 5: Faz-se a aplicação da metodologia escolhida aos edifícios em análise.

Capítulo 6: São propostas medidas genéricas, de forma a melhorar as condições de segurança dos edifícios ao incêndio.

Capítulo 7: Faz-se uma reavaliação dos resultados obtidos no Capitulo 5.

Capítulo 8: Por último, serão retiradas conclusões ,a que o trabalho permitiu chegar, e são apresentadas perspertivas para futuros trabalhos.

2. ESTADO DA ARTE / REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

Neste Capítulo serão considerados conceitos elementares sobre segurança contra incêndio. São conceitos pertinentes para a compreensão global do trabalho apresentado, nomeadamente: histórico do fogo; carga de incêndio de um compartimento; aspetos gerais da combustão; transmissão de calor e desenvolvimento do incêndio; e ainda o regulamento de SCIE.

Para a realização deste trabalho foi necessário a obtenção de informação legal e normativa e conhecimento científico. Nos pontos que se seguem será feita uma descrição dos temas mencionados acima.

2.2 Conceitos elementares sobre a segurança contra incêndio

2.2.1 Breve histórico do fogo

O fogo, desde tempos remotos, sempre foi um elemento de grande significado para a sobrevivência do homem. Antes de se ter descoberto o modo de produzi-lo e de controla-lo, provocava um verdadeiro temor ao homem. Isso porque apenas surgia de forma natural em consequência de: erupções vulcânicas; incidência de raios; ou ainda, pela combustão espontânea da vegetação submetida à radiação solar.

Na época em que o homem vivia em cavernas, os riscos resultantes da utilização inadequada do fogo, não causavam consequências graves nas suas habitações. Portanto, com o passar do tempo foram surgindo mudanças na concepção das habitações, o homem deixou as cavernas para viver em cubatas ou cabanas rústicas, compostas de galhos, troncos e folhas de árvores. Essa mudança fez com que surgisse o risco de incêndio.

A partir deste momento o homem percebeu que o fogo, além dos benefícios que proporcionava, como o aquecimento, iluminação e a alimentação, também trazia riscos de incêndio.´Daí surgiu a necessidade de se conhecer e controlar melhor este fenómeno.

Era evidente que o fogo não traria apenas vantagens. A sua propagação indesejável e incontrolável, ou seja, o incêndio tornava-se numa enorme preocupação, para a humanidade, devido aos vários prejuízos resultantes: quer materiais; quer financeiros; e, até mesmo, humanos.

Assim o seu combate deveria ser alvo de estudo e melhorado, de forma a atenuar os efeitos negativos dos incêndios. As medidas de combate ao incêndio passaram a ser fundamentais neste processo. E ao longo dos tempos tem tido um desenvolvimento contínuo e têm sido usados meios cada vez mais eficazes. Houve um aumento significativo da consciencialização das pessoas para os perigos e formas de como um incêndio se propaga. Não só é importante extinguir o incêndio, mas também impedi-lo ao máximo.

2.2.2 Aspetos gerais da combustão

O fogo é uma reação química exotérmica, que liberta calor, entre uma substância combustível e um comburente, ou seja, é a junção entre o comburente (oxigénio) e energia de ativação (calor). Ou ainda, o fogo é resultado de diversas reações químicas entre diversos tipos de combustíveis e o oxigénio.

Para que tal reação ocorra, é necessário que uma fonte de calor entre em contacto com um combustível, na presença de ar. A combustão é formada por três elementos básicos que são representados por um triângulo, denominado por Triângulo do Fogo (Figura 2.1). Posteriormente, sendo aliada à reação em cadeia, dá origem ao tetraedro do fogo que constitui o fogo. Os elementos que constituem o tetraedro do fogo são: o combustível; o comburente; a energia de ativação; e a reação em cadeia.

O início de uma combustão é um fenómeno designado por ignição e que ocorre com uma elevada taxa de consumo de reagentes e libertação de energia.

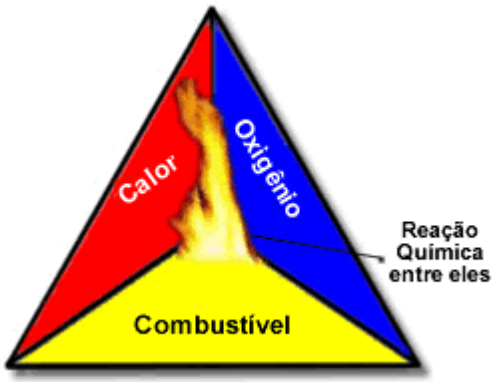

Figura 2.1 - Triângulo do fogo
Fonte: imagem retirada na Web

O incêndio só poderá ocorrer se existirem no local combustível e comburente. O combustível é constituído por todos os corpos sólidos, líquidos ou gasosos, capazes de sofrer combustão, (como por exemplo, a madeira, plásticos, papeis, gasolina, etc.), e o comburente é constituído por oxigénio. A existência simultânea desses dois elementos, num local, é uma condição necessária, mas não suficiente para o desenvolvimento da reação de combustão. Assim, para que se inicie a combustão é necessário que haja um terceiro elemento, a chamada energia de ativação. E esta energia pode ocorrer através de determinadas fontes de ignição, como: fonte de origem térmica; origem elétrica; origem mecânica; e origem química.

A energia de ativação, fornecida por uma das fontes de ignição referidas, provoca alteração ao nível térmico do combustível, e isso difere de elemento para elemento. Quando a temperatura de um determinado combustível atinge um certo valor, o material por reação do calor começa a emitir gases de decomposição que são combustíveis, e o desenvolvimento dessa reação permite o surgimento do quarto elemento fundamental para a propagação e desenvolvimento do incêndio, o fogo.

2.2.3 Caraterização do incêndio.

2.2.3.1 Fase de desenvolvimento do incêndio.

O desenvolvimento de um incêndio depende de vários fatores. Ao longo do seu desenvolvimento o incêndio passa por quatro fases, conforme referido abaixo e apresentado no gráfico da Figura 2.4.

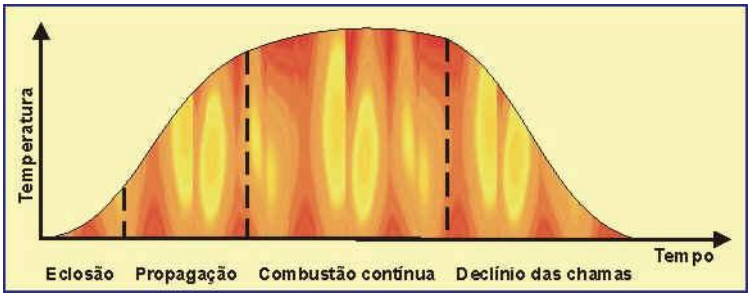

Figura 2. 2 - Curva do incêndio natural

Fonte: imagem retirado na Web

Fase de eclosão – corresponde à fase inicial, na qual, as temperaturas permanecem baixas, dependendo da qualidade e quantidade do combustível presente.Esta fase não tem qualquer influência no comportamento estrutural dos edifícios, mas representa o ponto crítico no que se refere à proteção da vida humana, porque é nesta fase que a quantidade do oxigénio no ar é suficiente para o aumento gradual da temperatura. Ao mesmo tempo são libertados outros gases, como o vapor da água, dióxido de carbono, monóxido de carbono, etc.

Fase da propagação – corresponde à fase em que o fogo se ativa rapidamente, e se espalha por radiação ou por contacto directo a outros corpos vizinhos. Alastra-se o incêndio a todos os compartimentos, porque há elevada produção de chamas e atingem-se temperaturas máximas, devido à quantidade de oxigénio no ar que alimenta a combustão e também ao aumento dos vapores quentes que se estão a produzir.

Fase de combustão contínua – nesta fase verificam-se as temperaturas mais altas que podem atingir os 1000 °C . A energia libertada é suficiente para provocar a combustão de todos os materiais em presença.

Fase de declínio das chamas – nesta fase ocorre uma diminuição progressiva das temperaturas, por carência de combustível, ou por carência de comburente ou até mesmo pela intervenção do corpo de bombeiros.

2.2.3.2 Classes de fogo

A severidade de um incêndio pode ser avaliado pelos danos causados às edificações, ao meio ambiente e às pessoas.

Dependendo da natureza do material combustível envolvido no incêndio existem várias classes de fogo, conforme a Norma Portuguesa NP 1800:2012, e que se podem verificar no Quadro 2.1.

Quadro 2. 1 - Classes de Fogo (NP 1800:2012[11])

Classe de fogo	Descrição
Classe A Fogos Sólidos	Resultam de combustão de materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica, como por exemplo, madeira, papel, tecidos, carvão, etc.
Classe B Fogos Líquidos	Resultam de combustão de líquidos, como a gasolina, gasóleo, álcool, éter, óleo, acetonas, plásticos, vernizes, etc.
Classe C Fogos de Gases	Resultam de combustão de gases, como por exemplo, hidrogénio, butano, propano, acetileno, gás natural, manifestam-se sempre com a formação de chamas
Classe D Fogos de Metais	Resultam dos combustíveis dos metais, como exemplo, sódio, potássio, magnésio, urânio, metais em pó (alumínio, cálcio e titânio), etc.
Classe F Fogos com óleos	Resultam de fogos envolvendo produtos para cozinhar (óleos e gorduras vegetais ou animais) em aparelhagem de cozinha.

Embora não conste na normalização, pode-se considerar que existe um outro tipo de fogo associado aos riscos elétricos.

Em qualquer intervenção é necessário presumir um conjunto de medidas a aplicar. Essas medidas podem ser aplicáveis, quer para reduzir o risco de deflagração e de propagação do incêndio, quer para facilitar a evacuação em condições de segurança, e ainda facilitar o combate ao fogo.

A avaliação de risco é uma questão coberta de incertezas, pela dificuldade existente na identificação dos perigos. A sua análise torna-se um desafio, pela existência de vários fatores que podem constituir uma situação de risco, levando à sua manifestação.

2.2.4 Incêndios históricos

Enunciam-se alguns dos incêndios em escala colossal que afetaram algumas cidades ao longo dos tempos. Ao longo da história surgiram incêndios que destruíram grandes espaços, provocando perdas irreparáveis, tanto materiais como humanas. Estes desastres fizeram com que surgisse a necessidade de desenvolver a capacidade de resolução dessas situações, através de medidas de proteção e combate ao incêndio, cada vez mais sofisticadas e eficazes. Alguns desses incêndios que acabaram por ceifar muitas vidas e causaram a destruição irreparáveis de muitos bens, são:

356 A.C – Incêndio do Templo de Ártemis – Éfeso.

Incêndio de Londres 1666 – o grande incêndio de Londres modificou completamente o panorama da capital Britânica. No ano de 1666 um grande incêndio atingiu a cidade de Londres (Figura 2.3). O fogo quase destruiu o distrito de Westminster e alguns arredores junto ao distrito. Foi considerada uma das maiores catástrofes da história inglesa. O incêndio teve início no dia 2 de Setembro e apenas foi extinto no dia 5 de Setembro.

Figura 2.3 - Imagens do grande incêndio em Londres – 1666;
Fonte: imagem retida na Web

Incêndio de Roma, 64 D.C – O incêndio em Roma teve início no dia 18 de Julho de 1964 D.C (Figura 2.4), e durou mais de seis dias devido aos reacendimentos que foram surgindo. Foram destruídos dois terços da cidade incluindo alguns lugares importantes para a civilização romana e para a história da humanidade, como o Templo de Júpiter Stator e o lar das Virgens Vestais.

Figura 2.4 - O incêndio de Roma, 18/07/64, óleo de Hubert Robert, Museu de Arte Moderna André Malraux, em Le Havre
Fonte: imagem retida na Web

Incêndio de Chicago, 1871 - A madeira era o material mais utilizado nas construções da cidade de Chicago. O incêndio ocorreu em 8 de Outubro de 1871 (Figura 2.5), devido à temporada seca em que se encontrava, com apenas um quarto da precipitação normal.

Rapidamente o incêndio propagou-se e espalhou-se. Este incêndio teve consequências avassaladoras´.Morreram 300 pessoas, mais de 90 000 ficaram desalojadas e houve milhões de dólares em prejuízos.

A cidade passou por um rápido processo de reconstrução que ditou o desenvolvimento das áreas urbanas do país nas décadas seguintes. Após o incêndio, a cidade aprovou novas regras para a construção, com regulamentação específica no uso de materiais resistentes ao fogo, como tijolos e metal. (Carl Smith, Universidade Northwestern)

Figura 2. 5 - O grande incêndio de Chicago (John R. Chapin e Jex Bardwell)

Incêndio no Chiado, Lisboa 1988 – O incêndio ocorreu em 25 de Agosto de 1988 nos armazéns Grandella (Figura 2.6). As estruturas em madeira das paredes dos prédios permitiu a sua rápida propagação espalhando-se nas várias ruas. Os bombeiros tiveram grandes dificuldades no seu combate, falta de acesso dos autotanques, falta de condições das bocas-de-incêndio existentes e também porque os seus equipamentos de intervenção apresentavam falhas.

Figura 2. 6 - Incêndio no Chiado, 1988
Fonte: imagens retidadas na Web

O resultado deste incêndio foi dois mortos (um bombeiro de 31 anos e um civil de 70 anos). Causou ferimento a 73 pessoas, entre elas, vários bombeiros. Cerca de vinte edifícios arderam totalmente e duzentas a trezentas pessoas ficaram desalojadas.

Como se tratava de uma zona de comércio, cerca de dois mil postos de trabalhos foram destruídos pelo incêndio.

2.3 Enquadramento Legal e Normativo

2.3.1 Introdução

Neste Capítulo faz-se uma descrição sumária dos diplomas da legislação portuguesa que regem a matéria de Segurança Contra Incêndio em quase todos edifícios (SCI).

2.3.2 Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

O regime jurídico de segurança contra incêndio é regulado pelo Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de Novembro (RJ-SCIE) [1]. Este diploma contém um conjunto de exigências técnicas à segurança contra incêndios, referentes a todos os edificios e recintos. Este diploma também prevê as necessárias medidas de autoproteção e de organização de segurança contra incêndios, destinadas tanto a edifícios existentes, como a edifícios a construir, com algumas excepções como: *Estabelecimentos prisionais; os espaços classificados de acesso restrito das instalações de forças armadas ou de segurança; os paióis de munições ou de explosivos; e as carreiras de tiro.*

O RJ-SCIE baseia-se nos princípios da preservação da vida humana, do ambiente e do património cultural. E tem quatro objetivos fundamentais aplicáveis a todas as utilizações--tipo de edifícios e recintos, que são:

i. Reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios;
ii. Limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios circunscrevendo-o, e minimizando os seus efeitos, nomeadamente a propagação do fumo e gases de combustão;
iii. Facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco;
iv. Permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

2.3.2.1 Caraterização dos edifícios

As utilizações-tipo estão classificadas em 12 grupos incluindo edifícios e recintos, conforme se descreve no Quadro 2.2:

Quadro 2.2 - Classificação dos Edifícios e Recintos: Tipo de Utilização

Classificação	Utilização
I	Habitacionais
II	Estacionamentos
III	Administrativos
IV	Escolares
V	Hospitalares e lares de idosos
VI	Espectáculos e reuniões públicas
VII	Hoteleiros e restauração
VIII	Comerciais e gares de transportes
IX	Desportivos e de lazer
X	Museus e galerias de arte
XI	Bibliotecas e arquivos
XII	Industriais, oficinas e armazéns

Atendendo ao seu uso, os edifícios e recintos podem ser de utilização exclusiva, quando agreguem uma única utilização-tipo, ou de utilização mista, quando integrem diversas utilizações-tipo. Devem respeitar as condições técnicas gerais e específicas definidas para cada utilização-tipo.

2.3.2.2 Classificação dos locais de risco

Todos os locais dos edifícios e dos recintos, com exceção dos espaços interiores de cada fogo, e das vias horizontais e verticais de evacuação, são classificados, de acordo com a natureza do risco, conforme descrito no Quadro 2.3.

Quadro 2. 3 - Locais de Risco

Tipo Risco	Descrição	Condições
A	Local que não apresenta riscos especiais	O efetivo não exceda 100 pessoas O efetivo de público não exceda 50 pessoas – Mais de 90 % dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme – As atividades nelas exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
B	Local acessível ao público ou ao pessoal afeto ao estabelecimento	Efetivo superior a 100 pessoas ou público superior a 50 pessoas – Mais de 90 % dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme – As atividades nelas exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio
C	Local que apresenta riscos agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio	– Tipo de atividades desenvolvidas – Caraterísticas dos produtos, materiais ou equipamentos neles existentes, designadamente à carga de incêndio.
D	Local de um estabelecimento	– Existência e permanência de pessoas acamadas – Destinado a receber crianças com idade não superior a seis anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme.
E	Local de um estabelecimento	– Destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D.
F	Local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes	– Centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.

2.3.2.3 Categorias e fatores do risco

As utilizações-tipo dos edifícios e recintos em matéria de risco de incêndio podem ser da 1.ª, 2.ª, 3.ª e 4.ª categoria, e são consideradas respetivamente de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado.

2.3.2.4 Perigosidade atípica.

Quando comprovadamente, as condições técnicas de SCIE do Ar. 15º do RJ-SCIE sejam desadequadas face às grandes dimensões em altimetria e planimetria ou às suas caraterísticas de funcionamento e exploração, tais edifícios e recintos ou as suas frações são classificados de perigosidade atípica, e ficam sujeitos a soluções de SCIE que, cumulativamente:

i. Sejam devidamente fundamentadas pelo autor do projeto, com base em análises de risco, associadas a práticas já experimentadas, métodos de ensaio ou modelos de cálculo;
ii. Sejam baseadas em tecnologias inovadoras no âmbito das disposições construtivas ou dos sistemas e equipamentos de segurança;
iii. Sejam explicitamente referidas como não conformes no termo de responsabilidade do autor do projeto;
iv. Sejam aprovadas pela ANPC.

2.3.3 Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

O RJ-SCIE [1], no seu artigo 15º determina, que devem ser regulamentadas por portaria do membro do Governo responsável pela área da proteção civil as disposições técnicas gerais e específicas de SCIE referentes às várias situações, como: condições exteriores comuns, de comportamento ao fogo, isolamento e proteção, de evacuação, das instalações técnicas, dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoproteção. E estas disposições técnicas são classificadas em função do risco de incêndio dos edifícios e recintos, como já mencionado no artigo 8º do RJ-SCIE, são classificados em 12 utilizações-tipo e 4 categorias de risco. A Portaria nº 1532/2008 de 29 de Dezembro [2], também conhecida como Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE), tem por objectivo a regulamentação técnica de segurança contra incêndio em edifícios e recintos, designadamente no que refere as situações já mencionadas acima.

2.3.4 Critérios técnicos, para determinação da densidade de carga de incêndio modificada

O Despacho nº 2074/2009 [3], define os critérios técnicos para a determinação de densidade de carga de incêndio modificada, conforme o artigo 12º do RJ-SCIE [1]. De seguida segue-se o resumo de alguns dos pontos relevantes para este trabalho.

A densidade de carga de incêndio modificada pode ser determinada utilizando os seguintes métodos:

a) Cálculo determinístico, baseado no prévio conhecimento da quantidade e da qualidade de materiais existentes no compartimento em causa;
b) Cálculo probabilístico, baseado em resultados estatísticos do tipo de atividade exercida no compartimento em causa.

2.3.5 Condições Técnicas – estabelecimento/exploração das instalações elétricas

Decreto-Lei 740/1974 [4] – tem como objetivo fixar as condições técnicas a que devem obedecer o estabelecimento e a exploração das instalações elétricas, com vista à proteção de pessoas e coisas e à salvaguarda dos interesses coletivos.

2.4 Método de Gretener

O método de Gretener surgiu na década de 60, criado pelo Eng. Suíço Max Gretener.Tem como objetivo a quantificação do risco de incêndio bem como a segurança contra incêndio, segundo os critérios de avaliação estipulados. Este método foi publicado em 1965. De início tinha como principal objetivo atender às necessidades das empresas seguradoras contra incêndio, com aplicação em edifícios industriais e edifícios de grandes dimensões. Em 1968 o corpo de bombeiros Suíços recomendou a sua aplicação para avaliação dos meios de proteção de incêndio a qualquer tipo de edificações. Em 1984, depois de ter sido revisto e corrigido por um grupo de especialistas que procedeu à sua atualização, com base no conhecimento e experiência suíça e internacional, foi publicado pela SIA (Societé Suisse dês Ingénieurs et dês Architectes), sendo designado SIA – 81 "Método de avaliação de risco de incêndio" .

O Método de Gretener baseia-se na utilização de fórmulas matemáticas integradas com utilização de tabelas de dados. Baseia-se na análise do processo do incêndio, determinando os fatores que propagam o desenvolvimento do incêndio. Avalia os riscos de ativação em função do tipo de ocupação do edifício e ainda avalia a contribuição das medidas de segurança para a redução do risco de incêndio, presente nos edifícios.

2.5 Fire Risk Index Method (FRIM)

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

Os valores deste método variam numa escala de 0 a 5. O método apresenta vários níveis de decisão, objetivos, estratégia e parâmetros. Ao contrário do método ARICA, um edifício que apresente um elevado índice de risco representa maior segurança contra incêndio, enquanto se o edifício apresentar um índice de baixo risco corresponde a um nível baixo de segurança contra incêndio.

2.6 Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME)

Este método é utilizado para o cálculo do risco de incêndio em edifícios. Foi desenvolvido a partir do método de Gretener e de outros métodos de avaliação de risco de incêndio.

Como já mencionado anteriormente, o método de Gretener foi desenvolvido para indústrias ou edifícios de grande porte. Mas face à ocorrência de pequenos incêndios com elevado número de perdas humanas, surgiu a necessidade de criação de um método com uma aproximação similar, mas diferenciada, para as pessoas.

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

- O risco potencial de incêndio está associado à densidade da carga de incêndio, ao fator de disseminação, ao compartimento, à altura do edifício, ao estado do edifício e à acessibilidade do mesmo.
- O risco aceitável refere-se ao fator de ativação, às condições de abandono do edifício e ao conteúdo existente no edifício.
- O grau de proteção do edifício está ligado à disponibilidade de recursos de água, à qualidade dos meios de proteção contra incêndio, aos fatores de resistência ao fogo dos elementos construtivos, e à proteção de pontos estratégicos para a produção do início de incêndio.

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

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

2.7 Método ARICA

O método ARICA, tem como objetivo avaliar o risco de incêndio nos centros urbanos antigos.

O princípio fundamental do método é que os edifícios dos centros urbanos antigos não devem estar submetidos ao risco, ou ter um risco superior aos edifícios novos, por dois motivos que são:

- As pessoas residentes nesses centros não podem estar sujeitas a um nível de risco superior ao das pessoas que residem foram desses locais;
- Pelo valor patrimonial, cultural e histórico que estes edifícios representam.

Os edifícios dos centros urbanos apresentam caraterísticas muito específicas, o que em muitas situações dificulta, e por vezes, torna-se mesmo impossível a aplicação da regulamentação em vigor de SCIE. Este método tem como fundamento comparar as

condições de segurança ao incêndio, existentes nesses edifícios antigos, aos mesmos edifícios depois de reabilitados, analisando todos os fatores de risco de incêndio.

O método devide-se em quatro fatores de risco, que são:

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

Estes fatores globais abragem todos os aspetos relevantes para a segurança ao incêndio, desde a segurança dos ocupantes, dos bens e do próprio edifício, e são constituídos por vários fatores parciais. Estes fatores podem tomar valores compreendidos entre 0,50 e 2,00 sendo que existem algumas exceções.

Para a realização deste trabalho, optou-se pela utilização da metodologia ARICA. Esta opção deve-se ao facto dessa metodologia ter sido desenvolvida para aplicação em centros urbanos antigos, e permite uma análise de forma detalhada de todos os aspetos relativos à ocorrência de um incêndio, desde o início do incêndio à evacuação do local e combate ao incêndio. Os outros métodos referidos, como o caso do Gretener, não é o mais apropriado para estes edifícios porque a sua aplicação é mais indicada a edifícios de grande porte e edifícios industriais. O método FRIM aborda poucos fatores relativos ao edifício dos centros urbanos visto que foi desenvolvido para edifícios em madeira, o que pode apresentar resultados de risco de incendio pouco fiáveis.

O método FRAME é um método resultante da metodologia de GRETENER, logo não será o mais adequado para aplicar a este género de edifícios existentes nestes centros antigos, dado que foi desenvolvido para edifícios de grandes dimensões e edifícios industriais.

3. APRESENTAÇÃO DO ARICA – METODOLOGIA DE ESTUDO

3.1 Breve descrição

A maioria dos edifícios situados nos centros urbanos antigos, apresentam especificidades que os distinguem claramente, na maioria dos casos, dos outros edifícios situados fora desses centros.

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

Estas medidas devem resultar do exercício de uma engenharia de segurança contra incêndio recorrendo a vários critérios, como por exemplo, a modelos de simulação de análise de risco. No entanto, ainda não existem modelos de simulação que contemplem todos os aspetos relacionados á segurança contra incêndio e permita avaliar com rigor essa segurança e ainda comparar soluções alternativas de projetos, de forma a obter resultados sem comprometer esses edificados.

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

3.2 Princípios gerais

O método assenta no princípio de que os edifícios situados nos centros urbanos antigos não podem ter um grau de risco superior ao dos edificios recentes, pelos seguintes fatores:

- As pessoas não podem ser sujeitas a riscos superiores, do ponto de vista de segurança contra incêndio, por viverem num centro urbano antigo;
- Os centros urbanos são de uma importância, que muitas vezes excede à dos edifícios novos, portanto devem ser criadas condições para preservá-los.

A ideia principal do método é comparar as condições existentes nos edificios situados nos centros urbanos, com as exigências da regulamentação de segurança contra incêndio para os edifícios novos.

A referência considerada, em matéria de exigências, foi o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios - Decreto-lei 220/2008, e o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios - Portaria 1532/2008. Estes diplomas englobam praticamente todas as utilizações-tipo existentes, cobrindo de forma detalhada as que se encontram na generalidade nos centros urbanos antigos[1].

[1] O método ARICA foi desenvolvida pelo Professor Doutor António Leça Coelho, investigador principal do LNEC, para aplicação em centros urbanos antigos em Portugal.

Esta metodologia assenta na definição dos seguintes fatores globais de risco e fatores globais de eficácia:

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

Estes fatores englobam na sua generalidade os aspetos relacionados com a segurança contra incêndio e, o risco para os ocupantes, bens e os próprios edifícios.

Os fatores referidos anteriormente são constituídos pelos seguintes fatores parciais:

Fator global de risco associado ao início do incêndio (FG_{II})

- Estado de conservação da construção do edifício (F_{EC})
- Instalações elétricas (F_{IEL})
- Instalações de gás (F_{IG})
- Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI})

Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício (FG_{DPI})

- Conteúdo do edifício – Cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})
- Compartimentação corta-fogo (F_{CCF})
- Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI})
- Equipa de segurança (F_{ES})
- Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV})

Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE})

- Fatores inerentes aos caminhos de evacuação (FI_{CE})
    - Largura dos diversos elementos caminhos de evacuação (F_{L})
    - Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE})
    - Número de saídas dos locais (F_{NSL})
    - Inclinação das vias verticais da evacuação (F_{IVE})
    - Proteção das vias de evacuação (F_{PVE})
    - Controlo de fumo nas vias e locais de evacuação (F_{CF})
    - Sinalização e iluminação de emergência (F_{SIE})
- Fatores inerentes ao edifício (FI_{E})
    - Deteção, alarme e alerta de incêndio (F_{DI})
    - Equipas de segurança (F_{ES})
    - Realização de exercícios de evacuação (F_{EE})

Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

- Fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (FE_{CI})
    - Acessibilidade ao edifício (F_{AE})
    - Hidrantes exteriores (F_{HE})

  - Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)
- Fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CI})
  - Extintores (F_{EXT})
  - Rede de incêndio armada (F_{RIA})
  - Coluna seca ou húmida ($F_{CS/H}$)
  - Sistema automático de extinção (F_{SAE})
  - Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)
- Equipas de segurança (F_{ES})

3.3 Caraterização genérica dos fatores relacionados ao método ARICA

Os fatores globais referidos acima são constituídos por valores parciais, e os seus valores são influenciados pelas condições e características do edifício. Os valores parciais resultam, em determinados casos, de expressões desenvolvidas para esse efeito, e noutros casos são tabelados (ver Quadro 3.1).

Quadro 3. 1 - Valores parciais resultantes de expressões, tabelados ou tabelados/expressões

	FG_{II}	**FG_{DPI}**	**FG_{EE}**	**FG_{CI}**
Expressões		• Conteúdo do edifício – Cargas de incêndio mobiliárias • Compartimentação corta-fogo • Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos	• Largura dos caminhos de evacuação • Distância a percorrer nas vias de evacuação • Número de saídas dos locais de evacuação • Inclinação das vias de evacuação • Proteção das vias de evacuação	
Tabelados	• Estado de conservação da construção • Instalação de gás • Natureza das cargas de incêndio mobiliárias	• Equipas de segurança	• Sinalização e iluminação de emergência • Controlo de fumo nas vias e locais de evacuação • Equipas de segurança • Realização de exercícios de evacuação	• Acessibilidade ao edifício • Redes incêndio armadas • Colunas secas ou húmidas • Sistemas automáticos de extinção • Equipas de segurança
Tabelados/ Expressões	• Instalações elétricas • Natureza das cargas de incêndio mobiliárias	• Deteção, alerta e alarme de incêndio	• Deteção, alerta e alarme de incêndio	• Hidrantes exteriores • Extintores

Após a descrição do método verifica-se que nos fatores parciais dois deles são comuns a vários fatores de risco ou de eficácia, porque a sua ação se reflete sobre vários aspetos de segurança, que são:

- O fator parcial deteção, alerta e alarme de incêndio está associado aos fatores globais: FG_{DPI} e FG_{EE};
- O fator parcial equipas de segurança está associado aos fatores globais: FG_{DPI}, FG_{EE} e FG_{CI}.

Os diferentes fatores parciais podem variar entre 0,5 e 2[2]. Os valores obtidos a partir de expressões e que sejam inferiores ou superiores, devem ser considerados, iguais aos limites referidos acima, com algumas exceções para as quais se considerou que o limite inferior e superior deveria ser aumentado (por exemplo, fator parcial largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação) ou reduzido (por exemplo, fator parcial relativo aos extintores).

Quando um determinado fator parcial assume um valor superior a 2, isso significa que devem ser tomadas medidas, que façam, no mínimo baixar o valor para o limite superior do fator em causa, se for conveniente.

3.4 Fator Global De Risco Associado Ao Início Do Incêndio (FG_{II})

O início do incêndio depende de vários aspetos, entre os quais considerou-se os seguintes como fundamentais, os quais foram associados aos fatores de risco:

- Estado de conservação da construção (F_{EC});
- Instalações eléctrica (F_{IEL});
- Instalações de gás (F_{IG});
- Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI}).

3.4.1 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{II}

3.4.1.1 Estado de conservação da construção (F_{EC})

Para esse estado importa somente os aspetos que, de algum modo, podem contribuir para a deflagração do incêndio, independentemente da natureza dos materiais de construção.

Os valores do fator parcial relativo ao estado de conservação da construção (F_{EC}) são definidos do seguinte modo:

- Se o edifício apresentar bom estado de conservação, o valor de F_{EC} é igual a 1,0.
- Se o edifício apresentar sinais de degradação, o valor de F_{EC} é igual a 1,1.
- Se o edifício apresentar sinais evidentes de degradação, o valor de F_{EC} é igual a 1,2.

[2] Com as seguintes exceções:

Fator parcial relativo à natureza das cargas de incêndio mobiliárias de edifícios industriais ou armazenamento, bibliotecas e arquivos, em que o limite superior é de 4,80. Fator parcial relativo ao conteúdo do edifício – cargas de incêndio mobiliária em que os limites mínimo e máximo correspondem aos valores resultantes da aplicação das expressões.

Por se tratar de uma avaliação subjetiva, considerou-se que os limites inferiores e superiores do fator são entre 1,0 e 1,2.

3.4.1.2 Instalações elétrica (F_{IEL})

Uma das principais causas de incêndio nos centros urbanos antigos encontra-se na degradação das instalações elétricas existentes. Considerou-se os seguintes valores associados a estas instalações (F_{IEL}):

- Se a instalação elétrica for totalmente remodelada e respeita a regulamentação (Decreto-Lei nº 740/74, de 26 de Dezembro – Regulamento de Segurança de instalações de Utilização de Energia Elétrica), o valor de F_{IEL} é igual 1,0.
- Se a instalação elétrica for parcialmente remodelada, mantendo os vários circuitos originais, o valor de F_{IEL} é igual 1,25.
- Se a instalação elétrica não for remodelada e a potência contratada é igual ou superior à potência consumida, o valor de F_{IEL} é igual 1,5.
- Se a instalação elétrica não for remodelada e a potência contratada é inferior à potência consumida, o valor de F_{IEL} é superior 1,5 e é determinado através da seguinte expressão:

$$F_{IEL} = \frac{P_{consumida}}{P_{contratada}}, \text{ Com } F_{IEL} \text{ pertencente ao intervalo }]1{,}5;\ 2{,}0] \qquad (2.1)$$

Sendo:

$P_{consumida}$ – Potência correspondente aos equipamentos totais instalados no edifício afetada do respetivo coeficiente de simultaneidade conforme o tipo de edifício, cujos valores são apresentados no Anexo A, ponto 1.

$P_{contratada}$ – Potência contratada com a entidade distribuidora de energia elétrica.

3.4.1.3 Instalações de gás (F_{IG})

Os valores do fator parcial relativo às instalações de gás (F_{IG}) são definidos da seguinte forma:

- Para edifícios com abastecimento de gás canalizado (gás natural ou gás de cidade), o valor de F_{IG} é igual a 1,0.
- Para edifícios com abastecimento através de reservatórios de gás (propano ou butano) com a devida manutenção periódica, o valor de F_{IG} é igual a 1,1.
- Para edifícios com utilização de garrafas de gás (propano ou butano) armazenadas ou instaladas no exterior do edifício ou em locais muito bem ventilados, o valor de F_{IG} é igual a 1,2.
- Para edifícios com utilização de garrafas de gás (propano ou butano) armazenadas ou instaladas no interior do edifício em local bem ventilado, o valor de F_{IG} é igual a 1,5.
- Para edifícios com utilização de garrafas de gás (propano ou butano) armazenadas ou instaladas no interior do edifício em local não ventilado, o valor de F_{IG} é igual a 1,8.

Caso existam diversas instalações de gás no mesmo edifício, a determinação deste fator é efetuado pela média aritmética dos diversos valores dos fatores parciais.

3.4.1.4 Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI})

Para a determinação deste fator consideram-se duas situações distintas relacionadas com o tipo de utilização do edifício: edifícios correntes e edifícios industriais, bibliotecas, etc.

Edifícios correntes

Neste fator predomina a combustibilidade do constituinte de maior risco, através do coeficiente de combustibilidade (C_i).

Este coeficiente avalia a inflamabilidade e a velocidade de combustão dos materiais combustíveis, em termos de risco de combustibilidade.

Com base nos valores definidos no Despacho n.º 2074/2009 – "Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada", o coeficiente de combustibilidade C_i, pode assumir valores entre 1,0 a 1,6, dependendo do tipo de risco e dos produtos em causa, conforme indicado no anexo A ponto 2.

O valor do fator parcial relativo à natureza das cargas de incêndio mobiliarias (F_{NCI}) é definido da seguinte forma, tendo em conta que por razões de segurança o risco deve ser abaixo:

$$(F_{NCI}) = C_i \text{ (combustível existente com maior risco)} \quad (2.2)$$

Sendo: C_i (combustível existente de maior risco) – coeficiente de combustibilidade do material combustível de maior risco.

Edificios industriais/armazenamento, bibliotecas e arquivos

Nos edifícios em que se verifica esse tipo de atividades, para além do coeficiente de combustibilidade C_i, considera-se também o perigo de ativação (R_{ai}), que quantifica a probabilidade de ocorrência de um incêndio.

O perigo de ativação depende, de fatores de exploração de natureza térmica, elétrica, mecânica ou química, e também de fatores humanos, tais como, desordem, manutenção, disciplina na utilização de chama viva, etc.

Recorrendo aos valores definidos no Despacho referido acima, o risco de ativação relativo a atividade industrial ou de armazenamento, bibliotecas e arquivos assume valores de 1,00, 1,50 ou 3,00 e é calculado, conforme descrito no Quadro 3.2.

Quadro 3. 2 - Valor do fator natureza das cargas de incêndio mobiliárias (FN_{CI}) de um material

C_i - combustível existente com maior risco		**R_{ai} – Coeficiente da ativação**		**$F_{NCI}I = C_I * R_{ai}$**
Risco	**Valor**	**Risco**	**Valor**	**Atividade industrial e/ou armazenamento, bibliotecas e arquivo**
Risco alto	1,6	Risco alto	3,0	4,80
Risco alto	1,6	Risco médio	1,5	2,40
Risco alto	1,6	Risco baixo	1	1,60
Risco médio	1,3	Risco alto	3,0	3,90
Risco médio	1,3	Risco médio	1,5	1,95
Risco médio	1,3	Risco baixo	1,0	1,30
Risco baixo	1,0	Risco alto	3,0	3,0
Risco baixo	1,0	Risco médio	1,5	1,50
Risco baixo	1,0	Risco baixo	1,0	1,0

O valor do fator parcial das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI}) de um edifício é definido pelo somatório dos F_{NCI} de cada material a dividir pelo número total de materiais considerados (NM), conforme a fórmula que se segue:

$$F_{NCI} = \frac{\sum_{i=1}^{NM}(F_{NCI})i}{NM} = \frac{\sum_{i=1}^{NM}(C_i * R_{ai})}{NM}, \text{ Com } F_{NCI} \text{ pertencente ao intervalo [1,0; 4,8]} \quad (2.3)$$

3.4.1.5 Fator global de risco associado ao início do incêndio (FG_{II})

O fator global de risco associado ao início de incêndio (FG_{II}) descreve-se na seguinte expressão:

$$FG_{II} = \frac{F_{EC}+F_{IEL}+F_{IG}+F_{NCI}}{4} \quad (2.4)$$

3.5 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação de incêndio no edifício (FG_{DPI})

A este fator estão relacionados os seguintes fatores parciais:

- Conteúdo do edifício – cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI});
- Compartimentação corta-fogo (F_{CCF});
- Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI});
- Equipas de segurança (F_{ES});
- Propagação pelo exterior – afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV}).

3.5.1 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{DPI}

3.5.1.1 Conteúdo do edifício – cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})

As cargas de incêndio mobiliárias são cargas móveis independentes da construção, e podem variar com o passar do tempo.

Para determinação deste fator parcial são definidas metodologias distintas, uma para as utilizações-tipo I a X e a outra para as utilizações-tipo XI e XII.

a) Utilizações-tipo I a X

Neste aspeto em particular não é possível estabelecer uma metodologia de comparação com o Regulamento de SCI, este só faz intervir as cargas de incêndio mobiliárias nas utilizações-tipo XI e XII.

Assim, tendo por base o Eurocódigo 1 [5] o valor caraterístico da carga de incêndio de um determinado local, é determinado pela seguinte expressão:

$$Q_{fi,k} = \sum_{i=1}^{NML} M_{K,i} * H_{u,i} \quad (2.5)$$

Sendo:

$M_{K,i}$ - Quantidade de material combustível i (Kg);

$H_{u,i}$ – Poder calorífico efetivo de um determinado material i (MJ/Kg), ver Anexo A, ponto 4

NML – Número total de materiais combustíveis existentes no local.

O valor caraterístico da densidade de carga de incêndio q_k (MJ/m^2) por unidade de área de um determinado local (AL [m^2]) é definido pela seguinte expressão.

$$qk = \frac{Q_{fi,k}}{A_L} \tag{2.6}$$

Tendo por base o Eurocódigo1 Parte II apresenta-se no Quadro 3.3 os valores de referência de densidade de cargas de incêndio ($q_{f,k\ referência}$) de alguns tipos de ocupação.

Quadro 3. 3 - Valores de referência da densidade média de carga de incêndio (Eurocódigo 1)

Ocupação	Densidade média de carga de incêndio $q_{f,k\ referência}$ (MJ/m^2)
Habitação	780
Hospitais (quartos)	230
Hotéis (quarto)	310
Livraria	1500
Escritórios	420
Salas de aulas	285
Centros comerciais	600
Teatros, cinemas	300
Transportes (espaços públicos)	100

O valor do fator parcial relativo às cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI}) de um edifício é definido pela média aritmética da densidade de carga de incêndio q_k dos diversos locais do edifício (NL) a dividir pelos valores de referência da densidade de carga de incêndio ($q_{f,k\ referência}$) relativamente ao tipo de ocupação, conforme indica na expressão abaixo:

$$F_{CI} = \frac{\frac{\sum_{y=1}^{NL}(q_k)_y}{NL}}{q_{f,k\,referência}} = \frac{\frac{\sum_{y=1}^{NL}(\frac{Q_{fi,K}}{A})_y}{NL}}{q_{f,k\,referência}} = \frac{\frac{\sum_{y=1}^{NL}\left(\frac{\sum_{i=1}^{NML} M_{K,i} * H_{u,i}}{A_L}\right)_y}{NL}}{q_{f,K\,referência}} \tag{2.7}$$

Neste caso não são definidos limites mínimos e máximos para o fator parcial, considerando o valor resultante da aplicação da expressão anterior.

b) <u>Utilizações-tipo XI a XII (indústria, oficina, armazém, biblioteca e arquivos)</u>

Para estas utilizações-tipo serão utilizados os critérios de cálculo da densidade de carga de incêndio para cada edifício de acordo com o RT-SCIE, e com base num dos seguintes critérios:

- Critério 1 – Cálculo determinístico, baseando-se no prévio conhecimento da quantidade e da qualidade de materiais existentes no espaço em causa;

– Critério 2 – Cálculo probabilístico, baseando-se em resultados estatísticos do tipo de atividade exercida no espaço em causa.

b.1) Critério 1 – Cálculo determinístico: Utilizando um cálculo determinístico, a densidade de carga de incêndio modificada q_s (MJ/m^2) de cada local de um edifício afeto às utilizações-tipo XI e XII, é calculada utilizando a seguinte expressão:

$$q_S = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} M_i * H_i * C_i * R_{ai}}{A} \quad (2.8)$$

Sendo:

M_i – Massa (kg) do constituinte combustível i;

H_i – Poder calorífico inferior (MJ/kg) do constituinte combustível i, ver ponto 5, no Anexo A;

C_i – Coeficiente adimensional de combustibilidade do constituinte combustível i, calculado nos termos do ponto 2 do Anexo A;

R_{ai} – Coeficiente adimensional de ativação do constituinte combustível i, calculado nos termos do ponto 3, do Anexo A, em função da atividade ou do armazenamento inerente ao local considerado;

N_c – Número de constituintes combustíveis presentes no local;

A – Área útil do local (m^2).

b.2) Critério 2 – Cálculo probabilístico

Para um cálculo probabilístico, a densidade de carga de incêndio modificada q_s (MJ/m^2) de cada local do edifício é calculada utilizando uma das seguintes expressões:

b.2.1) Para as atividades inerentes às utilizações-tipo XI e XII, como fabricação e reparação, exceto o armazenamento:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} q_{si} * S_i * C_i * R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_a} S_i} \quad (2.9)$$

Sendo:

qsi – Densidade de carga de incêndio relativo ao tipo de atividade i (MJ/m^2), ver ponto 3, do Anexo A;

Si – Área afeta à zona de atividade i (m^2);

Na – Número de zonas de atividades distintas.

b.2.2) Para as atividades de armazenamento inerentes às utilizações-tipo XI e XII:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{N_{ar}} q_{vi} * h_i * S_i * R_{ai}}{\sum_{i=1}^{N_{ar}} S_i} \quad (2.10)$$

Sendo:

q_{vi} – Densidade de carga de incêndio por unidade de volume relativa à zona de armazenamento i (MJ/m^2), ver ponto 3, do Anexo A;

h_i – Altura de armazenagem da zona de armazenamento i (m^2);

S_i – Área afeta à zona de armazenamento i (m^2);

N_{ar} – Número de zonas de armazenamento distintas.

b.3) Densidade de carga de incêndio para a totalidade das utilizações-tipo XI e XII utilizando o critério 1 ou 2, a densidade de carga de incêndio modificada q (MJ/m^2) para a totalidade dos locais de um edifício ou de um recinto afeto à utilização-tipo XI e XII é calculada com base na seguinte expressão:

$$q = \frac{\sum_{k=1}^{N} q_{sk} * S_k}{\sum_{k=1}^{N} S_k} \quad (2.11)$$

Sendo:

q_{sk} – Densidade de carga de incêndio modificada (MJ/m^2), de cada local k do edifício calculado nos termos definidos anteriormente para o critério 1 e 2;

S_k – Área útil de cada local k (m^2);

N – Número de locais considerados.

b.4) Determinação do fator F_{CI} para as utilizações- tipo XI e XII

Tendo em conta o Regulamento, segue-se no Quadro 3.4 os valores máximos referentes às utilizações-tipo XI e XII, os quais considerados como sendo os valores de referência da densidade de carga de incêndio modificada ($q_{f,k\ regulamento}$).

Quadro 3. 4 - Valores de referência da densidade de carga de incêndio modificada

UT	Ocupação	Categoria	$q_{f,k\ regulamento}$	
			Integrado no edifício	**Ao ar livre**
XI	Bibliotecas	1º	180 000 MJ	---
		2º	540 000 MJ	---
		3º	540 000 MJ	---
XII	Industrias, oficinas e armazéns	1º	850 MJ/m^2	1 700 MJ/m^2
		2º	3 000MJ/m^2	5 000 MJ/m^2
		3º	10 000MJ/m^2	15 000MJ/m^2

O valor do fator parcial relativo às cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI}) de um edifício com utilização-tipo XI e XII é definido pelo valor da densidade de carga de incêndio modificada (q) para a totalidade da utilização-tipo a dividir pelos valores de referência da densidade de carga de incêndio ($q_{f,k\ regulamento}$) relativamente ao tipo de ocupação, no caso da utilização-tipo XI o valor anteriormente calculado tem de ser multiplicado pela área total do edifício (A_T), como se segue na expressão abaixo:

Para utilização-tipo XI: $F_{CI}=\frac{q*A_T}{q_{f,K\ regulamento}}=\frac{\frac{\sum_{k=1}^{N} q_{sk}\times S_k}{\sum_{k=1}^{N} S_k}\times A_T}{q_{f,K\ regulamento}}$ (2.12)

Para utilização-tipo XII: $F_{CI}=\frac{q}{q_{f,K\ regulamento}}=\frac{\frac{\sum_{k=1}^{N} q_{sk}\times S_k}{\sum_{k=1}^{N} S_k}}{q_{f,K\ regulamento}}$ (2.13)

Neste caso são definidos limites, máximos e mínimos para o fator parcial, considerando o valor resultante da aplicação das expressões anteriores para as utilizações-tipo XI e XII.

3.5.1.2 Compartimentação corta-fogo (F_{CCF})

A compartimentação corta-fogo será obtida pelos elementos de construção, pavimentos e paredes, que para além da capacidade de suporte, garantirão a estanquicidade das chamas e dos gases quentes e o isolamento térmico durante um determinado tempo.

A existência de elementos com adequada resistência ao fogo de modo a obter um fracionamento de cargas de incêndio e limitar a propagação do incêndio desde o compartimento origem ao resto do edifício tem uma importância crucial na segurança, tendo-se definido os valores do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo (F_{CCF}) através da seguinte expressão:

$$F_{CCF} = \frac{\text{Resistência ao fogo de pavimento,paredes e vãos existentes}}{\text{Resistência ao fogo exigida pelo Regulamento}} \quad (2.14)$$

Portanto, para determinado elemento i (pavimento, parede ou vão) a determinação deste fator é efetuado utilizando as seguintes expressões:

- Para os pavimentos: $F^{i}_{CCF\ (pavimentos)} = \frac{R^{i}_{reg}}{R^{i}_{exist}}$ (2.15)
- Para as paredes: $F^{i}_{CCF\ (paredes)} = \frac{R^{i}_{reg}}{R^{i}_{exist}}$ (2.16)
- Para os vãos: $F^{i}_{CCF\ (vãos)} = \frac{R^{i}_{reg}}{R^{i}_{exist}}$ (2.17)

Sendo:

R_{reg} – Resistência ao fogo exigida pelo Regulamento para um determinado elemento i;

R_{exist} – Resistência ao fogo de um determinado elemento i.

Na generalidade dos casos não existe um único compartimento corta-fogo pelo que há necessidade de repetir o procedimento para todos eles, considerando a seguinte expressão:

– Para os pavimentos: $F^{T}_{CCF\ (pavimentos)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} \frac{R_{reg_i}}{R_{exist_i}} * A_{exist_i}}{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} A_{exist_i}}$ (2.18)

– Para as paredes: $F^{T}_{CCF\ (paredes)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{PAR}} \frac{R_{reg_i}}{R_{exist_i}} * C_{exist_i}}{\sum_{i=1}^{N_{PAR}} C_{exist_i}}$ (2.19)

– Para os vãos: $F^{T}_{CCF\ (vãos)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_V} R_{reg_i}}{\sum_{i=1}^{N_V} R_{exist_i}}$ (2.20)

Sendo:

A_{exist} – Área existente do pavimento considerado (m^2);

C_{exist} – Comprimento existente da parede considerada (m).

Considerando os diversos elementos que fazem parte da compartimentação estabelecida para o edifício, os valores do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo (F_{CCF}) são definidos do seguinte modo:

– Num edifício, se a compartimentação corta-fogo apresentar valores superiores ou iguais aos regulamentares o valor de F_{CCF} é igual a 1,0.

– Num edifício, se toda ou parte da compartimentação corta-fogo apresentar valores inferiores aos regulamentares, o valor de F_{CCF} é determinado pela média aritmética dos valores de $F_{TCCF\ (pavimentos)}$, $F_{TCCF\ (paredes)}$ e $F_{TCCF\ (vãos)}$ calculados para a totalidade dos elementos, através da expressão seguinte:

–

$$F_{CCF} = \frac{F^{T}_{CCF(pavimentos)} + F^{T}_{CCF(paredes)} F^{T}_{CCF(vãos)} - \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} \frac{R_{reg_i}}{R_{exist_i}} * A_{exist_i}}{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} A_{exist_i}} + \frac{\sum_{i=1}^{N_{PAR}} \frac{R_{reg_i}}{R_{exist_i}} * C_{exist_i}}{\sum_{i=1}^{N_{PAR}} C_{exist_i}} + \frac{\sum_{i=1}^{N_V} R_{reg_i}}{\sum_{i=1}^{N_V} R_{exist_i}}}{3}}{3}, \quad (2.21)$$

com F_{CCF} pertencente ao intervalo [1,0;2,0]

Tendo em consideração que:

- No caso de existirem elementos sem resistência ao fogo ou elementos inexistentes o valor de $\frac{R_{reg}}{R_{exist}}$, Considera-se igual a 2,0.
- No caso de existirem elementos com resistência ao fogo ilimitada (exemplos, paredes em pedra), o valor de $\frac{R_{reg}}{R_{exist}}$ Considera-se igual a 1,0.

3.5.1.3 Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI})

A existência de um sistema de deteção, alarme e alerta pode ter uma influência decisiva no desenvolvimento e propagação do incêndio, desde que convenientemente projetado e sujeito a uma manutenção adequada. Estes sistemas podem permitir um ataque ao incêndio ainda na fase inicial, e consequentemente, um menor desenvolvimento, reduzindo o risco da sua disseminação.

É fundamental efetuar uma distinção clara entre os sistemas dotados de detetores automáticos e os baseados em botoneiras manuais, pois a sua eficácia é completamente distinta.

Assim, tendo por base o Regulamento, os valores do fator parcial relativo à deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI}) são definidos do seguinte modo, conforme o Quadro 3.5:

Quadro 3. 5 - Valores tabelados referentes ao F_{DI}

Edifício	Valor F_{DI}
Com sistema automático de deteção de incêndio, mas regulamento não exige	0,5
Com sistema de deteção de incêndio baseado em botoneiras, mas, regulamento não exige	0,9
Com sistema de incêndio de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem sistema de deteção de incêndio baseado em botoneiras, embora o regulamento o exija	1.2
Com sistema de deteção de incêndio baseado em botoneiras embora o regulamento exija um sistema automático de deteção de incêndio	1,8
Sem sistema automático de deteção de incêndio, embora o regulamento o exija	2

- Se no edifício existir um sistema de deteção de incêndio, mas não cobre todos os locais previstos, então os fatores anteriores indicados devem ser multiplicados pelo seguinte fator:

$$F_{DL} = \frac{N_{exist}}{N_{reg}} \quad (2.22)$$

Sendo:

N_{exist} – Número de locais onde existe sistema de deteção de incêndio.

N_{reg} – Número de locais onde a regulamentação exige sistema de deteção de incêndio.

3.5.1.4 Equipas de segurança (F_{ES})

A existência de equipas de segurança pode contribuir de forma significativa para a minimização do desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício, tendo-se considerado para o fator parcial relativo às equipas de segurança (F_{ES}) os valores descritos no Quadro 3.6:

Quadro 3. 6 - Valores tabelados referentes ao F_{ES}

Edifício	Valor F_{ES}
Com equipas de segurança, embora o regulamento não exija	0,5
Com equipas de segurança de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem equipas de segurança, embora o regulamento exija	2

3.5.1.5 Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV})

Este fator parcial é função do afastamento entre os vãos das fachadas, situados na mesma prumada (mesmo alinhamento vertical).

$$F_{AV} = \frac{AV_{reg}}{AV_{exist}} \quad (2.23)$$

Sendo:

AV_{reg} – Afastamento regulamentar entre vãos na mesma prumada (m);

AV_{exist} – Afastamento existente entre vãos na mesma prumada (m).

Na generalidade das situações não existe um único par de vãos na mesma prumada pelo que há necessidade de repetir o procedimento para todos eles, assim, considerando o número total de vãos (NV), vem que:

$$F^{T}_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{AV_{reg_i}}{AV_{exist_i}}}{NV} \quad (2.24)$$

Os valores do fator parcial relativo ao afastamento entre vãos (F_{AV}) são definidos do seguinte modo:

- Se no edifício, todos os afastamentos existentes entre vãos da mesma prumada apresentarem valores superiores ou igual aos regulamentares, o valor de F_{AV} é 1,00.
- Se no edifício, todos ou parte dos afastamentos existentes entre vãos da mesma prumada apresentarem valores inferiores aos regulamentares, o valor de F_{AV} é determinado pela seguinte expressão:

$$F_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{AV_{reg_i}}{AV_{exist_i}}}{NV} \text{ , com } F_{AV} \text{ pertencente ao intervalo } [1{,}0;\ 1{,}5] \quad (2.25)$$

3.5.1.6 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio (F_{GDPI})

Este fator resulta da média aritmética dos cinco fatores parciais considerados anteriormente, resultando s seguinte expressão:

$$FG_{DPI} = \frac{F_{CI}+F_{CCF}+F_{DI}+F_{ES}+F_{AV}}{5} \quad (2.26)$$

3.6 Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE})

3.6.1 Caraterizações gerais

A evacuação do edifício depende de diversos aspetos como, o número de pisos do edifício, a largura útil das saídas e dos caminhos de evacuação, da proteção e do controlo de fumo, etc., tendo-se considerado dois tipos distintos de fatores parciais relativos a esta matéria: um inerente aos caminhos de evacuação e outro aos edifícios.

3.6.1.1 Fatores inerentes aos caminhos de evacuação

Os caminhos de evacuação são o percurso entre qualquer ponto capaz de ocupação, até uma zona de segurança exterior, compreendendo em geral, um percurso no local de permanência e outro nas vias de evacuação (horizontais e/ou verticais).

Relativamente aos fatores específicos de cada caminho de evacuação foram considerados os seguintes:

- Largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L);
- Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE});
- Número de saídas dos locais (F_{NSL});
- Inclinação das vias verticais de evacuação (F_{PV});
- Proteção das vias de evacuação de evacuação (F_{PV})
- Controlo de fumo das vias de evacuação (F_{CF});
- Sinalização e iluminação de emergência (F_{SI}).

Visto que um edifício pode ter mais do que um caminho de evacuação, a aplicação deve estender-se a todos aqueles que são utilizados como tal numa situação de emergência.

3.6.1.2 Fatores inerentes ao edifício

Os fatores inerentes ao edifício são todos os fatores específicos à globalidade do edifício e não especificamente aos caminhos de evacuação. Foram considerados os seguintes fatores parciais:

- Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI});
- Equipas de segurança (F_{ES});
- Realização de exercícios de evacuação (F_{EE}).

De seguida são desenvolvidos os diversos fatores parciais referidos.

3.6.2 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{EE}

3.6.2.1 Fatores inerentes aos caminhos de evacuação (FI_{CE})

Largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L)

Os caminhos de evacuação de um determinado edifício devem apresentar larguras adequadas para a evacuação dos seus ocupantes.

Na generalidade dos edifícios a largura dos percursos no local de permanência até ao vão de saída é adequada para a evacuação, pelo que não será efetuada a sua verificação. Contudo, se existirem nestes locais situações de estrangulamentos, estes devem ser considerados.

Assim, a verificação da largura dos caminhos de evacuação fica centrada nas vias de evacuação horizontais e verticais, nos vãos integrados e nos vãos de saída dos locais, efetuando-se uma comparação entre as larguras existentes e as exigidas pelo regulamento.

Para a determinação do fator parcial relativo à largura do um determinado elemento existente nos caminhos de evacuação aplicam-se as expressões seguintes:

- Para vias de evacuação i: $F^{i}_{LVias} = \frac{L^{i}_{reg}}{L^{i}_{exist}} \times \frac{N^{i}_{ef}}{N^{i}_{efreg}}$ (2.27)

- Para vãos i: $F^{i}_{LVãos} = \frac{L^{i}_{reg}}{L^{i}_{exist}} \times \frac{N^{i}_{ef}}{N^{i}_{efreg}}$ (2.28)

Sendo:

L^{i}_{reg} – Largura mínima regulamentar de uma via de evacuação ou vão i (m) [2] art. 56º

L^{i}_{exist} – Largura existente e utilizada como evacuação de uma via i (m)[3];

N^{i}_{efreg} – Número máximo de efetivos permitidos pelo regulamento, correspondente à largura existente i (L^{i}_{exist}) art. 56º do regulamento.

[3] Para a determinação do valor de L_{exist} deve ter-se em consideração os seguintes aspetos:

- Se ao longo da uma via de evacuação existirem larguras varáveis, considera-se que L_{exist} = menor das larguras existentes.
- Se $L_{exist} \geq 2 \times L_{reg}$, considera-se que $L_{exist} = 2 \times L_{reg}$.

Se existir mais de um vão como saída de evacuação de um local, com os efetivos uniformemente distribuídos em toda a área do local, considera-se que:

a) Se os vãos apresentarem larguras semelhantes (variação ≤ 20%) considera-se que o número total de efetivos sai em igual número por cada um dos vãos;

b) Se os vãos apresentarem larguras distintas (variação> 20%) considera-se que os efetivos efectuam a saída em número proporcional à largura dos vãos de saída.

Na generalidade das situações não existe uma única via de evacuação pelo que há necessidade de repetir o procedimento para todas elas. Assim, considerando o número total de troços de vias de evacuação (NVE) e de vãos (NV), resulta a seguinte expressão:

– Para as vias de evacuação: $F^{T}_{LVias} = \frac{\sum_{i=1}^{NVE} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} x \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NVE}$ (2.29)

– Para os vãos: $F^{T}_{LVãos} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} x \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NV}$ (2.30)

Na determinação do fator parcial relativo à largura das vias de evacuação e vãos do edifício introduziu-se a influência do número total de efetivos que atravessam e do número máximo de efetivos permitidos pelo regulamento, para a largura existente. A razão desta opção baseia-se na forma como esta matéria é tratada na regulamentação.

Assim, se passarem 199 pessoas num corredor o regulamento exige 2 unidades de passagem (UP), mas se passarem somente 100 pessoas continua a precisar-se as mesmas 2 UP. Significa isso que o caminho em causa pode permitir a passagem até 199 pessoas, mas se esse número é menor isso reflete-se de forma positiva, pois ao reduzir a densidade de ocupação implica um aumento da velocidade de deslocação.

Se existirem vias de evacuação alternativas, também, terão de ser consideradas na determinação do F_L.

Os valores do fator parcial relativo à largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L) são definidos do seguinte modo:

– Se no edifício, todas as larguras dos diversos elementos existentes nos caminhos de evacuação apresentarem valores iguais ou superiores aos regulamentares, o valor de F_L é igual a 1,0.

– Se no edifício, todas as partes das larguras dos elementos existentes nos caminhos de evacuação apresentarem valores inferiores aos regulamentares, o valor de F_L é determinado pela média aritmética dos valores de F^{T}_{LVias} e $F^{T}_{LVãos}$ calculados para a totalidade dos elementos, através da seguinte expressão:

$$F_L = \frac{F^{T}_{LVias} + F^{T}_{LVãos}}{2} \frac{\frac{\sum_{i=1}^{NVE} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} * \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NVE} + \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} * \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NV}}{2} \quad (2.31)$$

Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE})

A determinação da distância é efetuada tendo em consideração os percursos efetuados nas vias horizontais de evacuação (VHE) medidos segundo o seu eixo, até se atingir uma saída para o exterior ou para uma via de evacuação vertical protegida. No caso das vias verticais de evacuação (VVE) não serem protegidas devem, também, ser contabilizadas na determinação do fator parcial, distância a percorrer.

Em termos regulamentares, a distância máxima permitida tem dois valores limites: um relativo às VHE em impasse[4] e outro relativo às VHE que não estão em impasse.

Para o desenvolvimento deste fator parcial foram adotadas as seguintes abreviaturas:

- $D_{exist.}^{alt.}$ - Distância a percorrer pelos efetivos nas VHE sem impasse e VVE não protegidas desde o vão de saída dos locais até uma saída segura para o exterior;
- $D_{reg.}^{alt.}$ – Distância regulamentar a percorrer pelos efetivos nas VHE sem impasse;
- $NV_{alt.}$ – Número de VHE sem impasse;
- $D_{exist.}^{imp.}$ – Distância a percorrer pelos efetivos nas VHE em impasse e VVE não protegidas desde o vão de saída dos locais até uma saída segura para o exterior;
- $D_{reg.}^{imp.}$ – Distância regulamentar a percorrer pelos efetivos nas VHE em impasse;
- $NV_{imp.}$ – Número de VHE em impasse.

As saídas dos diferentes locais podem estar, ou não, em situação de impasse relativamente a saída para o exterior ou para uma via vertical protegida que conduz a essa saída, pelo que para efeitos de sistematização na determinação do valor do fator relativo à distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE}) são definidos do seguinte modo:

a) Todas as saídas dos locais estão em impasse:

- Se para todas as saídas dos locais se verificar que $D_{exist.}^{imp.} \leq D_{reg.}^{imp.}$, então o valor de F_{DVE} é igual a 1,0.
- Se para todas ou parte das saídas dos locais se verificar que $D_{exist.}^{imp.} > D_{reg.}^{imp.}$, o valor de F_{DVE} é determinado para a totalidade das vias de evacuação através da expressão seguinte:

$$F_{DVE} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{imp.}}{D_{(reg)i}^{imp.}}}{NV_{imp.}}, \text{ Com } F_{DVE} \text{ pertencente ao intervalo } [0,5;2,0] \quad (2.32)$$

b) Todas as saídas dos locais são servidas por VHE alternativas:

- Se para todas as saídas dos locais se verificar que $D_{exist.}^{alt.} \leq D_{reg.}^{alt.}$, então o valor de F_{DVE} é igual a 1,0;
- Se para todas ou parte das saídas dos locais se verificar que $D_{exist.}^{alt.} > D_{reg.}^{alt.}$, o valor de F_{DVE} é determinado para a totalidade das vias de evacuação através da expressão:

$$F_{DVE} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{alt.}}{D_{(reg)i}^{alt.}}}{NV_{alt.}}, \text{ com } F_{DVE} \text{ pertencente ao intervalo } [0,5;2,0] \quad (2.33)$$

[4]A via horizontal em impasse ocorre quando a partir de qualquer ponto de uma dada via de evacuação horizontal, a evacuação só é possível num único sentido até uma via de evacuação vertical protegida ou saída para o exterior. Ou seja, via em impasse é uma via sem alternativas.

c) Parte das saídas dos locais estão em impasse e as restantes são servidas por VHE alternativas:

- Se para as saídas dos locais em impasse se verificar que $D_{exist.}^{imp.} \leq D_{reg.}^{imp.}$, e para as saídas dos locais com VHE alternativas se verificar que $D_{exist.}^{alt.} \leq D_{reg.}^{alt.}$, então o valor de F_{DVE} é igual a 1,0.
- Se as saídas dos locais distarem da saída para o exterior, ou para uma via vertical de evacuação protegida, mais do que o permitido pelo Regulamento, o valor de F_{DVE} é determinado para a totalidade das vias de evacuação através da seguinte expressão:

$$F_{DVE} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{imp.}}{D_{(reg)i}^{imp.}}}{NV_{\ imp.}} + \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{alt.}}{D_{(reg)i}^{alt.}}}{NV_{\ alt.}}}{2}$$, com F_{DVE} pertencente ao intervalo [0,5;2,0] (2.34)

Número de saídas dos locais (F_{NSL})

O número de saídas de um local é um fator que influencia a eficácia da evacuação dos seus ocupantes.

O valor regulamentar do número de saídas de um local é determinado tendo em consideração o número de efetivos que o ocupam.

Os valores do fator parcial relativo ao número de saídas dos locais (F_{NSL}) são definidos do seguinte modo:

- Se no edifício, todos os locais apresentarem número de saídas com valor igual ao regulamentar, o valor de F_{NSL} é igual a 1,0.
- Se no edifício, todos ou parte dos locais apresentarem o número de saídas com valor diferente ao regulamentar, o valor de F_{NSL} é determinado através da seguinte expressão:

$$F_{NSL} = \frac{\sum_{i=1}^{NL} \frac{NSL_{reg\ i}}{NSL_{exist\ i}}}{NL}$$, com F_{NSL} pertencente ao intervalo [0,5 ,2,0] (2.35)

Sendo:

NSL_{reg} – Número de saídas regulamentares de um local, para o número de efetivos existentes;

NSL_{exist} – Número de saídas existentes num local;

NL – Número total de locais considerados.

Inclinação das vias verticais de evacuação (F_{IVE})

Quando a inclinação das vias verticais de evacuação é elevada, introduz uma perturbação no desenvolvimento da operação de evacuação, reduzindo a velocidade de deslocação que,

em casos extremos, pode potenciar a queda dos ocupantes e condicionar a evacuação do edifício.

Os valores do fator parcial relativo à inclinação das vias verticais de evacuação (F_{IVE}) são definidos do seguinte modo[5]:

- Se no edifício, as inclinações das diversas vias verticais de evacuação apresentarem os valores inferiores ou iguais aos regulamentares, o valor de F_{IVE} é igual a 1,0.
- Se no edifício, todas ou parte das inclinações das vias verticais de evacuação apresentarem valores superiores aos regulamentares, o valor de F_{IVE} é determinado, considerando a totalidade das vias, através da seguinte expressão:

$$F_{IVE} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{I_{exist}}{I_{reg}}}{NV}, \text{ com } F_{IVE} \text{ pertencente ao intervalo de }]1,0;2,0] \quad (2.36)$$

Sendo:

I_{exist} – Inclinação existente nas vias verticais de evacuação;

I_{reg} – Inclinação regulamentar das vias verticais de evacuação;

NV – Número de vias verticais de evacuação consideradas.

Proteção das vias de evacuação (F_{PV})

As vias de evacuação de um determinado edifício devem apresentar condições de segurança para a evacuação dos seus ocupantes. Para tal será efetuada a verificação da proteção dos elementos constituintes das vias de evacuação, em termos de resistência ao fogo.

Este fator aplica-se apenas às vias de evacuação do edifício, uma vez que os percursos no local de permanência foram já considerados no fator compartimentação corta-fogo.

Assim, a verificação deste fator parcial fica centrada nas vias de evacuação horizontais e verticais e nos vãos integrados.

As vias de evacuação protegidas podem ser conseguidas através das vias existentes e de vias interiores enclausuradas.

No caso das vias de evacuação interiores é necessário efetuar uma verificação do grau de proteção da sua envolvente, pelo que deverá ser efetuada uma comparação entre a resistência ao fogo das paredes, pavimentos e vãos existentes no edifício e a resistência exigida pelo Regulamento.

Para a determinação do grau de proteção de uma determinada via de evacuação aplicam-se as seguintes expressões:

[5] Pressupõe-se neste fator que se não existir corrimão, ele poderá ser instalado facilmente sempre que necessário.

Para cada parede ou pavimento i: $F_{PPP} = \frac{R_{reg}}{R_{exist}} \times C_{exist}$ (2.37)

Para cada vão i: $F_{PVA} = \frac{R_{reg}}{R_{exist}}$ (2.38)

Sendo:

R_{reg} – Resistência ao fogo mínima regulamentar para o elemento ;

R_{exist} – Resistência ao fogo existente para o elemento;

C_{exist} – Comprimento existente de parede ou pavimento (m).

Na generalidade das situações não existe uma única via de evacuação pelo que há necessidade de repetir o procedimento para todas elas, assim, considerando o número total de troços de vias de evacuação (N_{VE}) e de vãos (N_V), vem que:

Para cada parede ou pavimento i: $F^T_{PPP} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{VE}} \frac{R_{reg}}{R_{exist}} \times C_{exist}}{\sum_{i=1}^{N_{VE}} C_{exist}}$ (2.39)

Para cada vão i: $F^T_{PVA} = \frac{\sum_{i=1}^{N_V} \frac{R_{reg}}{R_{exist}}}{NV}$ (2.40)

Na determinação do fator de proteção de paredes e pavimentos do edifício não se considera uma média aritmética simples, mas introduz-se a influência do comprimento de cada troço destes elementos, porque os troços considerados têm, geralmente, comprimentos diferentes, resultando assim um maior realismo e rigor na determinação do fator.

Tendo por base o Regulamento, para a determinação do F^T_{PPP} nas vias de evacuação horizontais consideram-se apenas as paredes resistentes e não resistentes e nas vias de evacuação verticais consideram-se as paredes e os pavimentos.

Os valores do fator parcial relativo à proteção das vias de evacuação (F_{PV}) são definidos do seguinte modo:

- Se no edifício, as vias de evacuação são todas protegidas (exteriores ou devidamente enclausuradas), o valor de F_{PV} é igual a 1,0;
- Se no edifício, as vias de evacuação protegidas e não protegidas ou se todas as vias de evacuação são não protegidas, o valor de F_{PV} é determinado pela média aritmética dos valores de F^T_{PPP} e F^T_{PVA} calculados para a totalidade dos elementos das vias de evacuação, através da seguinte expressão:

$F_{PV} = F^T_{PPP} + F^T_{PVA} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N_{VE}} \frac{R_{reg}}{R_{exist}} \times C_{exist}}{\sum_{i=1}^{N_{VE}} C_{exist}} + \frac{\sum_{i=1}^{N_V} \frac{R_{reg}}{R_{exist}}}{NV}}{2}$, Com F_{PV} pertencente ao intervalo[1,0;2,0] (2.41)

Tendo sido considerado que:

- No caso de existirem elementos sem resistência ao fogo ou elementos inexistentes, o valor de $\frac{R_{reg}}{R_{exist}}$, Considera-se igual a 2,0;
- No caso de existirem elementos com resistência ao fogo ilimitada (exemplo: paredes em pedra), o valor de $\frac{R_{reg}}{R_{exist}}$, Considera-se igual a 1,0.

As vias de evacuação alternativas, se existirem, terão de ser também consideradas na determinação do F_{PV}.

Controlo de fumo das vias de evacuação (F_{CF})

O controlo de fumo das vias de evacuação é fundamental para garantir as condições ambientais, pelo que não pode deixar de ser considerado, com um peso que reflita essa importância.

Os valores do fator parcial relativo ao controlo de fumo das vias de evacuação (F_{CF}) são definidos do seguinte modo, conforme o Quadro 3.7:

Quadro 3. 7 - Valores tabelados referentes ao F_{CF}

Edifício	**Valor F_{CF}**
Com controlo de fumo das vias de evacuação, embora o regulamento não exija	0,75
Com controlo de fumo das vias de evacuação de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem controlo de fumo das vias de evacuação de acordo com as exigências regulamentares	2

Sinalização e iluminação de emergência (F_{SI})

A sinalização e iluminação de emergência têm um papel significativo na forma como se pode desenvolver uma operação de evacuação no edifício.

A sinalização de emergência serve para os utilizadores do edifício numa situação de perigo, ou de prevenção do mesmo.

A iluminação de emergência é independente da normal e compreende a iluminação de ambiente dos locais de permanência para evitar situações de pânico e, iluminação de circulação para facilitar a visibilidade nos caminhos de evacuação e auxiliar a intervenção dos meios de socorro.

Considera-se, no entanto, que a iluminação de emergência tem um papel mais importante nas condições de evacuação de que a sinalização.

Os valores do fator parcial relativo à sinalização e iluminação de emergência (F_{SI}) são definidos do seguinte modo (ver Quadro 3.8):

Quadro 3. 8 - Valores tabelados refente ao F_{SI}

Edifício	Valor F_{SI}
Com sinalização e iluminação de emergência, mas o Regulamento não exige	0,7
Com iluminação de emergência, mas o Regulamento não exige	0,8
Com sinalização de emergência, mas o Regulamento não exige, o valor de F_{SI} e igual a 0,9;	0,9
Com sinalização e iluminação de emergência de acordo com as exigências regulamentares	1
Apenas com iluminação de emergência, mas o Regulamento exige sinalização e iluminação de emergência	1,3
Apenas com sinalização de emergência, mas o Regulamento exige sinalização e iluminação de emergência	1,6
Sem sinalização e iluminação de emergência, mas o Regulamento exige	2

Expressão relativa a componente dos fatores inerentes aos caminhos de evacuação

A expressão geral relativa à componente especifica dos caminhos de evacuação (FI_{CE}), é igual a:

$$FI_{CE} = \frac{F_L+F_{DVE}+F_{NSL}+F_{IVE}+F_{PV}+F_{CF}+F_{SI}}{7} \quad (2.42)$$

3.6.2.2 Fatores inerentes ao edifício (FI_E)

Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI})

Os valores do fator parcial relativo à deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI}) ,mantêm-se os definidos no ponto 3.5.1, deste capítulo.

Equipas de segurança (F_{ES})

Os valores das equipas de segurança podem ter um papel extremamente importante nas operações de evacuação do edifício, com reflexos significativos sobre o tempo de evacuação.

Os valores de fator parcial relativo as equipas de segurança (F_{ES}) são definidos conforme o Quadro 3.9:

Quadro 3. 9 - Valores tabelados refente ao F_{ES}

Edifício	Valor F_{ES}
Com ES, embora o Regulamento não exija	0,5
Com ES de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem ES, embora o Regulamento exija	2

Realização de exercícios de evacuação (F_{EE})

Apesar de se ter considerado, no número anterior, a questão das equipas de segurança poderá conduzir à suposição de que não fará sentido introduzir este novo fator relativo à realização de exercícios de evacuação. Contudo, é um facto aceite que quando os ocupantes mecanizam um conjunto de ações a desenvolver numa situação de incêndio obtém-se tempos mais baixos de evacuação do edifício.

Mas, para que essa mecanização seja efetiva torna-se necessário que haja uma periodicidade relativamente apertada da realização de exercícios de evacuação. A periodicidade adequada é definida no Regulamento ou ainda pode ser determinada por extrapolação de situações de risco semelhantes.

Os valores do fator parcial relativo à realização de exercícios de evacuação (F_{EE}) são definidos conforme o Quadro 3.10:

Quadro 3. 10 - Valores tabelados referentes ao F_{EE}

Edifício	Valor F_{EE}
Com realização de pelo menos dois exercícios de evacuação, anualmente, mas o regulamento não exige	0,5
Com realização de exercícios de evacuação, com periodicidade adequada de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem realização de exercícios de evacuação, com periodicidade adequada, mas o Regulamento exige	2

Expressão relativa à componentes de fatores inerentes ao edifício

A expressão geral à componente específica do edifício (FI_E) é igual a:

$$FI_E = \frac{F_{Di}+F_{ES}+F_{EE}}{3} \quad (2.43)$$

3.6.2.3 Fator de correção

O fator de correção irá influenciar os fatores anteriores sempre que todas as exigências regulamentares não sejam cumpridas, sendo definido em função do número de pisos do edifício (N_P), do seguinte modo:

- ✓ Se $N_P \leq 3$ pisos, então $F_C=1$
- ✓ Se $3<N_P \leq 7$ pisos, então $F_C = 1,2$;
- ✓ Se NP> 7pisos, então $F_C = 1,3$.

3.6.2.4 Vias complementares

O edifício pode ainda ter outras vias que não são consideradas de evacuação, devendo neste caso o projetista avaliar, caso a caso, o seu impacto no fator global de evacuação do edifício.

3.6.2.5 Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE})

O fator global associado a evacuação do edifício (FG_{EE}) resulta da média aritmética dos dois fatores parciais anteriores considerados (FI_{CE} e FI_E), afectos do fator de correção (F_C) nos casos em que não sejam cumpridas todas as exigências regulamentares, resultando das seguintes expressões:

$$\begin{cases} FG_{EE} = \left(\frac{FI_{CE}+FI_E}{2}\right), quando\ são\ cumpridas\ as\ exigências\ regulamentares \\ FG_{EE} = F_C \times \left(\frac{FI_{CE}+FI_E}{2}\right), quando\ não\ sao\ cumpridas\ as\ exigências\ regulamentares \end{cases} \quad (2.44)$$

3.7 Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

3.7.1 Caraterizações gerais

O combate ao incêndio depende de diversos fatores que condicionam a eficácia desta operação, tendo sido considerados três tipos distintos: os exteriores ao edifício; outros relacionados com os meios de combate ao incêndio existentes no edifício; e outro referente às equipas de segurança.

Nos fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (FE_{CI}) foram considerados os seguintes fatores parciais:

- Acessibilidade ao edifício (F_{AE});
- Hidrantes exteriores (F_{HE});
- Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F).

Quanto aos fatores correspondentes aos meios de combate ao incêndio existentes no interior do edifício (FI_{CI}) foram considerados os seguintes fatores parciais:

- Extintores (F_{EXT});
- Redes de incêndio armadas (F_{RIA});
- Colunas secas ou húmidas ($F_{CS/H}$);
- Sistema automático de extinção (F_{SAE});
- Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F).

Considerou-se ainda a existência de equipas de segurança (F_{ES}) que podem desempenhar um papel fundamental no combate ao incêndio.

Quanto ao fator fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F), depende da constância de pressão e caudal exigidos e o seu valor é obtido a partir do histórico relativo ao comportamento dessas redes, o qual não foi possível conhecer.

Nos números seguintes detalham-se os diversos fatores parciais referidos que constituem o FG_{CI}.

3.7.2 Caraterização dos fatores parciais que constituem o FG_{CI}

3.7.2.1 Fatores exteriores de combate ao incêndio no edifico (FE_{CI})

Acessibilidade ao edifício (F_{AE})

A acessibilidade ao edifício é um fator importante para que os bombeiros possam estabelecer um combate eficaz ao incêndio.

Os valores do fator parcial relativo à acessibilidade ao edifício (F_{AE}) são definidos do seguinte modo (ver Quadro 3.11):

Quadro 3. 11 - Valores tabelados referentes aos F_{AE}

Edifício	Valor F_{AE}
Se as caraterísticas das vias de acesso ao edifício estiverem de acordo com as exigências regulamentares	1
Se as caraterísticas das vias de acesso ao edifício não estiverem de acordo com as exigências regulamentares, sendo a acessibilidade só possível através das viaturas dos bombeiros de dimensões reduzidas	1,5[6]
Se as caraterísticas das vias de acesso ao edifício não permitem a acessibilidade de nenhuma viatura dos bombeiros	2

Hidrantes exteriores (F_{HE})

Tendo por base o regulamento, os valores do fator parcial relativo aos hidrantes exteriores (F_{HE}) são definidos do seguinte modo.

- Se o edifício estiver inserido num arruamento que apresente hidrantes exteriores de acordo com as exigências regulamentares, o valor de F_{HE} é igual a 1,0;
- Se o edifício estiver inserido num arruamento que apresente hidrantes exteriores de acordo com as exigências regulamentares, exceto no que se refere à distancia destes a qualquer das saídas do edifício que façam parte dos caminhos de evacuação e das bocas de alimentação das redes secas ou húmidas, quando existam, o valor de F_{HE} é determinado através da seguinte expressão:

$$F_{He} = \frac{\sum_{i=1}^{NH} \frac{D_{exist\ i}}{D_{reg\ i}}}{NH}, \text{ Com } F_{HE} \text{ pertencente ao intervalo } [1{,}0;1{,}2^{7}] \qquad (2.45)$$

Sendo:

D_{exist} – Distância existente entre o hidrante exterior e qualquer das saídas do edifício que façam parte dos caminhos e das bocas de alimentação das redes secas ou húmidas, quando existam;

[6] A acessibilidade com viaturas de reduzidas dimensões é menos eficaz que as exigências regulamentares.

[7] Esta situação implica que os bombeiros tenham de estender mais troços de mangueiras, o que conduz a algum atraso no início do combate ao incêndio para além da introdução de perdas de cargas adicionais.

D_{reg} – Distância regulamentar entre o hidrante exterior e qualquer das saídas do edifício que façam parte dos caminhos de evacuação e das bocas de alimentação das redes secas ou húmidas, quando existam;

NH – Número de hidrante exterior considerados.

- Se o edifício estiver inserido num arruamento não acessível a viaturas de bombeiros mas apresentar no exterior postos de incêndio para a primeira intervenção, constituídos por bocas-de-incêndio de 50mm de diâmetro, um carretel móvel de mangueira rígida de 25mm de diâmetro com agulheta, com comprimento de 25m, dois extintores de incêndio portáteis, afastados no máximo de 50m, com a devida manutenção, o valor de F_{HE} é igual a 1,5;
- Se o edifício estiver inserido num arruamento com condições inferiores às apresentadas nas alíneas anteriores, o valor de F_{HE} é igual a 2,0.

Fiabilidade da rede de alimentação da água (FF)

Enquanto não for possível obter valores que permitam determinar a fiabilidade da rede de alimentação da água, para cada zona em concreto, considera-se o valor de F_F igual a 1,00

Expressão relativa à componente dos fatores exteriores de combate ao incêndio

A expressão geral relativa à componente dos fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (FE_{CI}) é igual a:

$$FE_{CI}=\frac{F_{AE}+F_{HE}\times F_F}{2} \quad (2.46)$$

3.7.2.2 Fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CI})

Extintores (F_{EXT})

Os extintores são um meio de primeira intervenção. Em termos regulamentares existem dois aspetos a considerar: um relativo ao número de extintores necessários e outro à quantidade de agente extintor disponível.

Os valores do fator parcial relativo aos extintores (F_{EXT}) são definidos, fazendo intervir esses dois aspetos, conforme o Quadro 3.12:

Quadro 3. 12 - Valores tabelados referentes aos F_{EXT}

Edifício	Valor F_{EXT}
Com extintores, mas o Regulamento não exige	0,9
Com extintores, em número e com quantidade de agente extintor, de acordo com as exigências regulamentares,	1
Sem extintores, mas o Regulamento exige	1,2

– Se no edifício, existir extintores, em número ou com quantidade de agente, diferentes das exigências regulamentares, o valor de F_{EXT} é obtido a partir da seguinte expressão e respetivo intervalo:

$$F_{EXT} = \frac{N_{reg}}{N_{exist}} + \frac{QT_{reg}}{QT_{exist}}, \text{ com } F_{EXT} \text{ pertencente ao intervalo } [0{,}9;1{,}2] \quad (2.47)$$

Sendo:

N_{reg} – Número total de extintores exigidos pelo Regulamento;

N_{exist} – Número total de extintores existentes no edifício;

QT_{reg} – Quantidade total de agente extintor exigido pelo Regulamento;

QT_{exist} – Quantidade total de agente extintor existente no edifício.

Redes de incêndio armada (F_{RIA})

As redes de incêndio armadas, são também, meios de primeira intervenção, atribuindo-se um peso ligeiramente superior ao dos extintores, pois considera-se que são mais fáceis de usar pelos ocupantes do edifício e que, portanto, poderão ser mais eficazes.

Os valores do fator parcial relativo às redes de incêndio armada (F_{RIA}), são definidos conforme o Quadro 3.13:

Quadro 3. 13 - Valores tabelados referentes ao F_{RIA}

Edifício	Valor F_{RIA}
Com RIA, mas o Regulamento não exige	0,8
Com RIA, de acordo com as exigências regulamentares	1
Sem RIA, mas o Regulamento exige	1,3

Colunas secas ou húmidas ($F_{CS/H}$)

As colunas secas ou húmidas são meios de segunda intervenção, destinadas a ser utilizadas pelos bombeiros ou equipas de segurança e com um reflexo superior na segurança ao incêndio do edifício, em relação aos extintores ou redes de incêndio armadas.

Os valores do fator parcial relativo às colunas secas ou húmidas ($F_{CS/H}$) são definidos do seguinte modo, (Quadro 3.14):

Quadro 3. 14 - Valores tabelados referentes ao $F_{CS/H}$

Edifício	Valor $F_{CS/H}$
Se existir colunas secas ou húmidas, mas o regulamento não exige	0,7
Se existir colunas secas ou húmidas, de acordo com as exigências regulamentares	1
Se não existir colunas secas ou húmidas, mas o regulamento exige	1,5

Sistemas automáticos de extinção (F_{SAE})

A existência de sistemas automáticos de extinção no edifício vem trazer uma segurança adicional ao mesmo, pelo que é atribuído a este fator o peso máximo, o qual pretende refletir a sua importância.

Os valores do fator parcial relativo aos sistemas automáticos de extinção (F_{SAE}) são definidos do seguinte modo, (Quadro 3.15):

Quadro 3. 15 - Valores tabelados referentes ao F_{SAE}

Edifício	Valor F_{SAE}
Se existir sistema automático de extinção, mas o Regulamento não exige	0,5
Se existir sistema automático de extinção, de acordo com as exigências regulamentares	1
Se não existir sistema automático de extinção, mas o Regulamento exige	2

Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)

Enquanto não for possível ter valores que permitam determinar a fiabilidade de rede de alimentação de água, para cada zona em concreto, considera-se o valor de F_F igual a 1,0.

Expressão relativa à componente dos fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CI})

A expressão geral relativa à esta componente (FI_{CI}) é igual a:

$$FI_{CI} = \frac{F_{EXT} + (F_{RIA} + F_{CS/H} + F_{SAE}) x F_F}{4} \quad (2.48)$$

3.7.2.3 Equipas de segurança (F_{ES})

O valor deste fator parcial relativo às equipas de segurança (F_{ES}) mantém-se os definidos no ponto anterior deste Capítulo.

3.7.2.4 Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

O fator global da eficácia associado a combate ao incêndio (FG_{CI}) resulta da média aritmética dos três fatores parciais considerados nos pontos anteriores (FE_{CI}, FI_{CI} e F_{ES}) através da seguinte expressão:

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI} + FI_{CI} + F_{ES}}{3} \quad (2.49)$$

3.8 Fator global de risco de incêndio do edifício

Definidos os diversos fatores resta determinar o Fator Global de Risco considerando que as intervenções nos centros urbanos antigos, em matéria de segurança ao incêndio, devem ser efetuadas no sentido de privilegiar a redução da probabilidade de ocorrência do incêndio, do seu desenvolvimento e propagação.

Assim, procurando refletir esta preocupação foram atribuídos aos diferentes fatores os pesos que se apresenta no Quadro 3.16.

Quadro 3. 16- Peso dos fatores globais

Fatores globais	Pesos dos fatores
$\mathbf{FG_{II}}$	1,2
$\mathbf{FG_{DPI}}$	1,1
$\mathbf{FG_{EE}}$	1,0
$\mathbf{FG_{CI}}$	1,0

A associação destes quatros fatores resulta o denominado Fator Global de Risco de Incêndio do Edifício (FRI) o qual é definido pela seguinte expressão:

$$FRI=\frac{1,2xFG_{II}+1,1FG_{DPI}+FG_{EE}+FG_{CI}}{4} \quad (2.50)$$

3.9 Risco de incêndio

O risco do incêndio é determinado comparando o Fator Global de Risco de Incêndio calculado através da equação (2. 50), com o Fator de Risco de Referência.

No Quadro 3.17 apresenta-se para cada fator parcial os valores considerados no método e o respetivo valor de referência. Isto é, o valor para o qual o fator cumpre as exigências regulamentares, com exceção do fator relativo às instalações de gás e à natureza das cargas de incêndio.

Quadro 3. 17 - Valores de referência dos fatores parciais

	Fator global	Fator parcial	Tipo de edifícios	Valores dos fatores parciais considerados no método							Valores de referência dos fatores parciais	Peso dos fatores
Início do incêndio	FG_{II}	Fec	Todos	1	1,1	1,2					1	1,2
		F_{IEL}	Todos	1	1,25	1,5	2				1	
		F_{IG}	Todos	1	1,1	1,2	1,5	1,8			1	
		F_{NCI}	Correntes	1	1,3	1,6					1,3	
			Industriais, armazéns, bibliotecas e arquivo	1		4,8					1,95	
Desenvolvimento e propagação do incêndio	FG_{DPI}	F_{CI}	Correntes	Resultante da aplicação da expressão							1	1,1
			Industriais, armazéns, bibliotecas e arquivo	Resultante da aplicação da expressão							1	
		F_{CCF}	Todos	1		2					1	
		F_{DI}	Todos	0,5	0,9	1	1,2	1,8	2		1	
		F_{ES}	Todos	0,5	1	2					1	
		F_{AV}	Todos	1		1,5					1	
Evacuação do edifício	FG_{EE}	F_{L}	Todos	1	...	2					1	1
		F_{DVE}	Todos	0,5	1	2					1	
		F_{NSL}	Todos	0,5	1	2					1	
		F_{IVE}	Todos	1	1,2						1	
		F_{PV}	Todos	1	...	2					1	
		F_{CF}	Todos	0,75	1	2					1	
		F_{SI}	Todos	0,7	0,8	0,9	1	1,3	1,6	2	1	
		F_{DI}	Todos	0,5	0,9	1	1,2	1,8	2		1	
		F_{ES}	Todos	0,5	1	2					1	
		F_{EE}	Todos	0,5	1	2					1	
		FC	NP ≤ 3 pisos	1,1							1,1	
			3 < Np ≤ 7pisos	1,2							1,2	
			Np > 7pisos	1,3							1,3	
Combate ao incêndio	FG_{CI}	F_{AE}	Todos	1	1,5	2					1	1
		F_{HE}	Todos	1	1,2	1,5	2				1	
		F_{F}	Todos	1							1	
		F_{ext}	Todos	0,9	1	1,2					1	
		F_{RIA}	Todos	0,8	1	1,3					1	
		$F_{CS/H}$	Todos	0,7	1	1,5					1	
		F_{RAE}	Todos	0,5	1	2					1	
		F_{F}	Todos	1							1	
		F_{ES}	Todos	0,5	1	2					1	

O fator de risco de referência de um determinado fator global é determinado pelo produto dos valores de referência de cada fator parcial, conforme as seguintes expressões:

$$F_{\text{Risco de referência}}\ II = F_{EC} \times F_{IEL} \times F_{NCI}$$

$$F_{\text{Risco de referência}}\ DPI = F_{CI} \times F_{CCF} \times F_{DI} \times F_{ES} \times F_{AV}$$

$$F_{\text{Risco de referência}}\ EE = (F_{L} \times F_{DVE} \times F_{NSL} \times F_{IVE} \times F_{PV} \times F_{CF} \times F_{DI} \times F_{SI} \times F_{ES} \times F_{EE}) \times F_{C}$$

$$F_{\text{Risco de referência}}\ CI = F_{AE} \times F_{HE} \times F_{EXT} \times F_{RIA} \times F_{CS/H} \times F_{RAE} \times F_{F} \times F_{ES}$$

A associação destes quatro fatores de risco de referência dos fatores globais ponderados com os respetivos pesos resulta o denominado Fator de Risco de Referência (FRR), pela expressão:

$$FRR = \frac{1{,}2\ x\ F_{Risco\ de\ referência}{}^{II} + 1{,}1\ x\ F_{Rrisco\ de\ referência} + F_{Risco\ de\ referência}{}^{EE} + F_{Risco\ de\ referência}{}^{CI}}{4} \quad (2.\ 51)$$

Finalmente, determina-se o risco de incêndio calculando o coeficiente entre o Fator de risco de Incêndio no edifício (FRI) e o Fator de Risco de Referência (FRR), pela expressão:

$$Risco\ de\ incêmdio = \frac{FRI}{FRR} \quad (2.\ 52)$$

O FRR e consequentemente o risco de incêndio têm de ser determinados separadamente para os edificios correntes e para os industriais, armazéns, bibliotecas e arquivos, uma vez que o fator parcial relativo à natureza das cargas de incêndio mobiliárias é diferente para cada um deles (ver Quadro 3.18)

Quadro 3. 18 - Determinação de FRR e do RI de cada edifício

	Edifícios correntes	**Edifícios industriais, armazéns, bibliotecas e arquivos**
$F_{\text{risco de referência}}$ II	1,3	1,95
$F_{\text{risco de referência}}$ DPI	1	1
$F_{\text{risco de referência}}$ EE	FC	FC
FRR	0,915+0,25xFC	1,11+0,25xFC
Risco de incêndio	$\frac{FRI}{FRR} = \frac{FRI}{0{,}915 + 0{,}25xFC}$	$\frac{FRI}{FRR} = \frac{FRI}{1{,}11 + 0{,}25xFC}$

Se o risco de incêndio for inferior ou igual a 1 significa que o edifício não apresenta problemas assinaláveis em termos de segurança ao incêndio, sendo cumpridas as exigências regulamentares.

Se, pelo contrário, o risco de incêndio for superior a 1 significa que terão de ser adotadas medidas para melhorar a segurança ao incêndio no edifício, para que sejam cumpridas pelo menos as exigências regulamentares.

Em resumo, para cada tipo de edifício temos:

- Edifícios correntes

$$\begin{cases} \dfrac{FRI}{0{,}915 + 0{,}25\ x\ F_C} \leq 1 \leftrightarrow FRI\ \leq 0{,}915 + 0{,}25 x F_C \rightarrow Edifício\ seguro\ (cumpre\ a\ regulamentação) \\ \dfrac{FRI}{0{,}915 + 0{,}25\ x\ F_C} > 1 \leftrightarrow FRI\ > 0{,}915 + 0{,}25 x F_C \rightarrow Edifício\ inseguro\ (não\ cumpre\ a\ regulamentação) \end{cases}$$

- Edifício industrial, armazéns, bibliotecas e arquivos

$$\begin{cases} \dfrac{FRI}{1{,}11 + 0{,}25\ x\ F_C} \leq 1 \leftrightarrow FRI\ \leq 1{,}11 + 0{,}25 x F_C \rightarrow Edifício\ seguro \\ \dfrac{FRI}{1{,}11 + 0{,}25\ x\ F_C} > 1 \leftrightarrow FRI\ > 1{,}11 + 0{,}25 x F_C \rightarrow Edifício\ inseguro \end{cases}$$

O método permite ainda verificar quais são os aspetos mais preocupantes, do ponto de vista de segurança ao incêndio no edifício, comparando os fatores parciais determinados com os de referência e indica aqueles onde se deverá efetuar uma melhoria das condições, caso seja possível.

4. APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

4.1 Introdução

Para a aplicação do método em análise foram selecionados vários edifícios distintos na freguesia de Paranhos. Neste Capítulo será feita a descrição e caraterização dos edifícios em estudo. De modo que a aplicação do método seja feita de forma objetiva, os edificios serão analisados segundo as suas caraterísticas gerais.

4.2 Seleção da zona para aplicação do método

Inicialmente pensou-se em efetuar a aplicação do método a vários quarteirões da zona em análise, mas face à impossibilidade do mesmo acontecer, sobretudo devido à enorme exigência de tempo para tal tarefa, foi feita a aplicação de modo aleatório. Foram selecionados 8 edifícios em diferentes quarteirões.

De seguida far-se-á a caraterização pormenorizada de cada um dos edifícios selecionados.

4.3 Caraterização dos edifícios em análise

Os edifícios dispõem de diversos espaços que foram numerados e caraterizados, com base no Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio Decreto-Lei 220/2008 RJ-SCIE.

Edifício 1º - Largo do Campo Lindo, nº 40: Edifício composto por três pisos. Sendo que o piso 0 é utilizado para comercio (Restauração), o piso 1 e 2 são utilizados como habitação. O edifício apresenta alguns sinais de degradação. Será analisado apenas o piso 0.

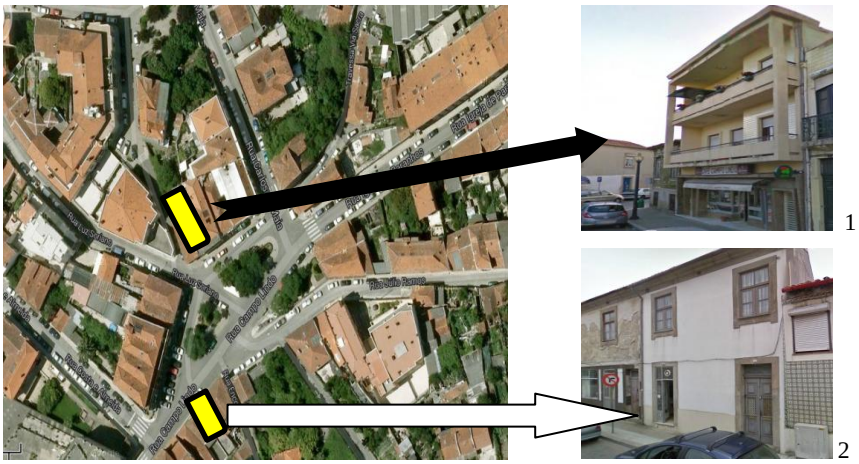

Figura 4. 1 - Vista aérea dos edifícios 1 e 2

Edifício 2º - Largo do Campo Lindo, nº 9: Edifício composto por dois piso, sendo que o piso 0 é utilizado como uma barbearia e o piso 1 é utilizado como habitação.

Edifício 3 – Rua costa Cabral, nº 2871: Edifício composto por dois pisos, utilizado exclusivamente para comércio (Restauração), encontra-se em bom estado de conservação.

Edifício 4 – Rua costa Cabral, nº 2819: Edifício composto por três pisos, sendo que o piso 0 é utilizado para comércio (Restauração), os restantes pisos são utilizados como habitação. O edifício presenta alguns sinais de degradação.

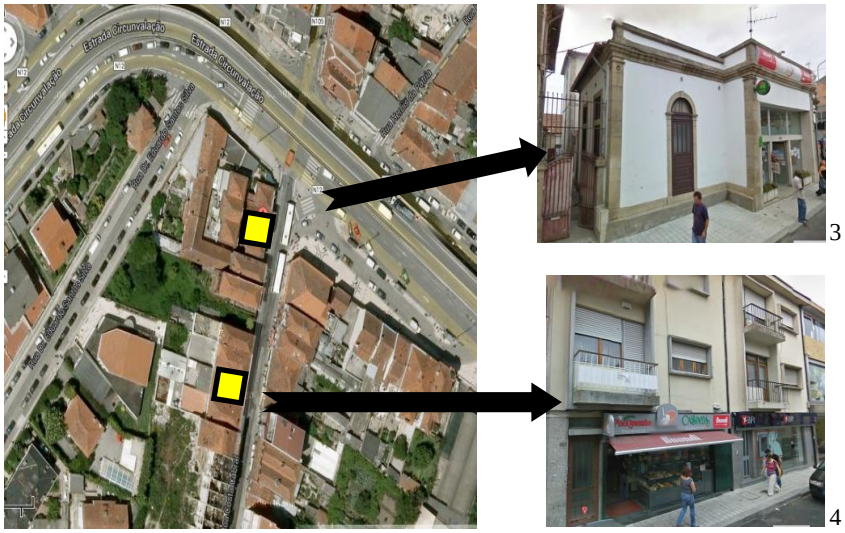

Figura 4. 2 - Vista aérea dos Edifícios 3 e 4

Edifício 5 – Rua Costa Cabral, nº 2767: Edifício composto por três pisos, no qual o piso 0 tem ocupação comercial (Pronto-a-vestir) e o piso 1 e 2 são utilizados como habitação. O edifício encontra-se em estado de conservação razoável.

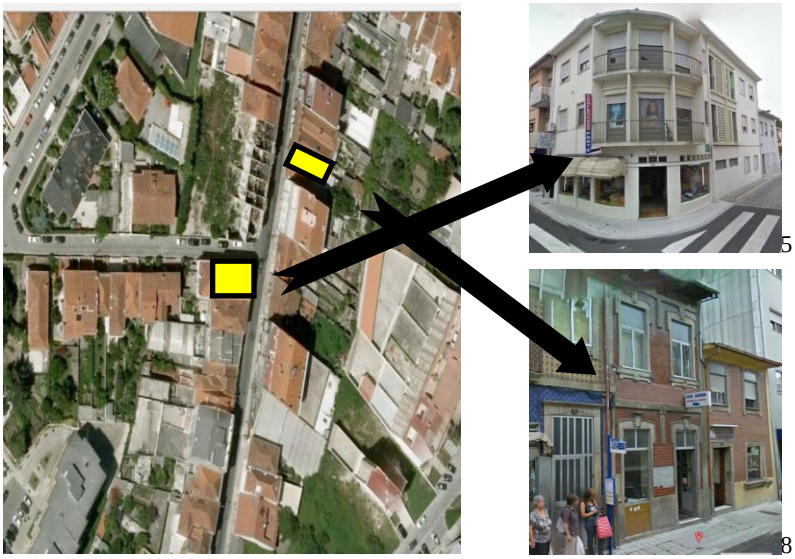

Figura 4. 3 – Vista aérea do Edifício 5

Edfício 6 - Rua do Amial, nº 1131: Edifício composto por dois pisos. O piso 0 é ocupado pelo auditório principal (local de reuniões públicas) e o piso 1 pelos escritórios, sala de reuniões e sala polivalente. O edifício encontra-se em bom estado de conservação.

Figura 4. 4 - Vista aérea do edifício 6

Edfício 7 - Rua da Igreja de Paranhos, nº 99: Edifício composto por três pisos, com ocupação exclusiva como habitação. O edifício encontra-se em estado de conservação razoável.

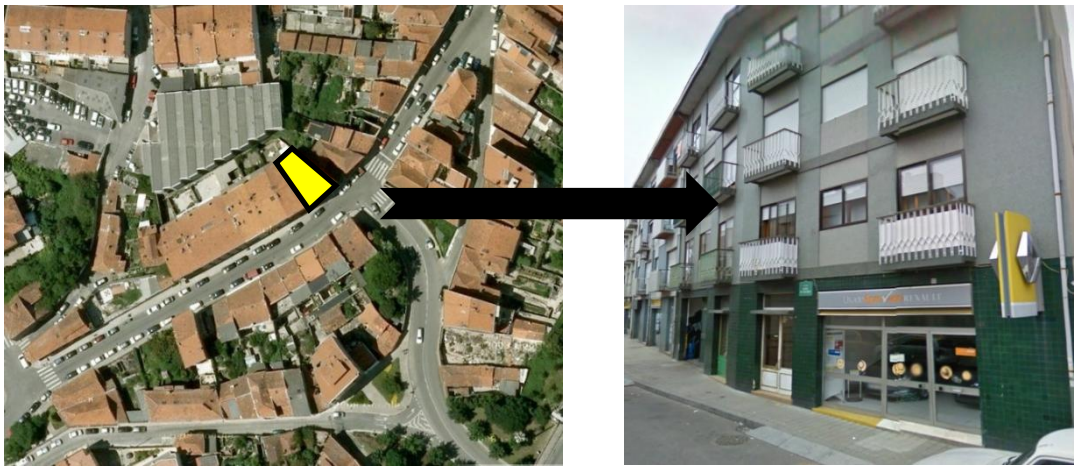

Figura 4. 5 - Vista aérea do edifício 7

Edifício 8 – Rua Costa Cabral, nº 2800: Edifício composto por dois pisos, no qual o piso 0 tem ocupação comercial (Sapateiro) e o piso 1 é utilizado como habitação. O edifício apresenta alguns sinais de degradação.

4.3.1 Caraterísticas ocupacional dos edificios

Os edifícios em análise estão atualmente a ser ocupados conforme mostra o Quadro abaixo.

Quadro 4. 1 - Ocupação dos edifícios em análise

Nº do edifício		Ocupação dos pisos				
		UT	CR	Piso 0	Piso 1	Piso 2
1	Largo do Campo Lindo, nº 35	**VII/ I**	**1ª**	Comércio	Habitação	Habitação
2	Largo do Campo Lindo, nº 9	**VIII/ I**	**1ª**	Comércio	Habitação	--
3	Rua Costa Cabral, nº 2871	**VII/ I**	**1ª**	Comércio	Habitação	Habitação
4	Rua Costa Cabral, nº 2819	**VII**	**1ª**	Comércio	Devoluto	--
5	Rua Costa Cabral, nº 2767	**VIII**	**1ª**	Comércio	Comércio	Comércio
6	Rua do Amial, 1131	**VI/ I**	**2ª**	Serviços	Habitação	Habitação
7	Rua da Igreja de Paranhos, 99	**I**	**1ª**	Habitação	Habitação	Habitação
8	Rua Costa Cabral, nº 2800	**VIII/ I**	**1ª**	Comércio	Habitação	Habitação

4.3.2 Vistoria efetuada aos edifícios

Durante a vistoria foi preenchida a ficha de caraterização de cada edifício. Nesta ficha encontram-se todos os dados necessários para a aplicação do método ARICA, descrito nos Capítulos anteriores.

É feita no Anexo B uma exemplificação da aplicação do método de modo detalhado, a um dos edifícios em análise (Edifício 6).

5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO

5.1 Introdução

Neste Capítulo será feita a aplicação do método de análise de risco, descrito no Capítulo 3 deste trabalho, a todos os edifícios selecionados, de forma a determinar o Risco de Incêndio para cada um dos edifícios. Visto que em alguns dos casos não foi possível obter todos os dados necessários para a determinação do método, serão utilizados valores atribuídos de acordo com as caraterísticas apresentadas pelo edifício.

5.2 Risco associado ao início do incêndio FG_{II}

5.2.1 Introdução

O risco associado ao início do incêndio, está relacionado a vários fatores parciais, que podem ser determinantes para a deflagração de um incêndio. De seguida faz-se a aplicação do método, a cada um dos seguintes fatores parciais, aos edifícios selecionados: estado de conservação da construção, estado de conservação das instalações elétricas, instalações de gás e natureza das cargas de incêndio mobiliárias.

5.2.2 Fatores parciais que constituem o FG_{II}

5.2.2.1 Estado de conservação da construção (F_{EC})

No Quadro 5.1, pode-se verificar o estado de conservação em que se encontram os edifícios selecionados. Neste fator os valores são atribuidos levando em consideração três aspetos, conforme mencionado no Capítulo 3.

Quadro 5. 1 - Estado de conservação dos edifícios em análise

Nº	Localização Edifício	Estado Conservação do edifício	F_{EC}	Observação
1	Largo do Campo Lindo, nº 35	O edifício apresenta alguns sinais de degradação	1,1	Aplicação do método apenas ao piso 0
2	Largo do Campo Lindo, nº 9	O edifício apresenta sinais evidentes de degradação	1,2	Aplicação do método apenas ao piso 0
3	Rua Costa Cabral, nº 2871	O edifício apresenta bom estado de conservação	1	-----
4	Rua Costa Cabral, nº 2819	O edifício apresenta alguns sinais de degradação	1,1	Aplicação do método apenas no piso 0
5	Rua Costa Cabral, nº 2767	O edifício encontra-se em bom estado de conservação	1	Aplicação do método apenas ao piso 0
6	Rua do Amial, nº 1131	O edifício encontra-se em bom estado de conservação	1	-------
7	Rua da Igreja do Campo Lindo, 99	O edifício encontra-se em estado de conservação razoavel	1	Aplicação do método apenas ao piso 1
8	Rua Costa Cabral, nº 2800	O edifício apresenta sinais de degradação	1,2	Aplicação do método apenas ao piso 1

5.2.2.2 Instalações elétricas (F_{IEL})

A degradação das instalações elétricas é apontada como uma das principais causas de incêndio. No Quadro 5.2 faz-se a aplicação do método relativo as instalações elétricas dos edifícios.

Quadro 5. 2 - Estado de conservação das instalações elétricas

Nº Edifício	Estado de conservação Instalações elétricas	F_{IEL}
1	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
2	As instalações elétricas foram parcialmente remodeladas, mantendo alguns circuitos originais	**1,25**
3	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
4	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
5	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
6	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
7	As instalações elétricas do edifício foram recentemente remodeladas e respeita o regulamento vigente [4]	**1,0**
8	As intalações elétricas nunca foram remodeladas	**1,5**

O edifício nº 8 possui as instalações elétricas de raíz e nunca sofreu qualquer tipo de intervenção de modo a melhor as suas condições de segurança. O mesmo apresenta sinais evidentes de degradação.

A Figura 5.1 indica os diversos equipamentos das instalações elétricas existentes nos edifícios, na qual se pode verificar o estado em que os mesmos se encontram.

a) Rua do Amial, nº 1131

b) Rua Costa Cabral, nº 2800 - Sapateiro

c) Rua Costa Cabral, nº 2819 – Café Luar

Figura 5. 1 - Exemplo de contadores elétricos e disjuntores de alguns edifícios selecionados

5.2.2.3 Instalações de gás (F_{IG})

Conforme se pode constatar na figura apresentada, os edifícios apresentam diferentes instalações de gás, sendo que alguns não possuem gás.

Figura 5. 2 – Botija de gás instalado em cozinha/ Instalação de gás canalizado para cozinha

No Quadro 5.3, determina-se o fator parcial relativo as instalações de gás dos edifícios em análise.

Quadro 5. 3 - Existências de instalações de gás

Nº edifício	Instalações de gás	F_{IG}
1	Existe uma garrafa de gás instalada no interior da cozinha	**1,5**
2	Não existe gás no edifício	**1,0**
3	Existem tês garrafas de gás propano instaladas em local próprio no exterior do edifício	**1,2**
4	Existe uma garrafa de gás instalada no interior da cozinha	**1,5**
5	Não existem instalações ou garrafas de gás	**1,0**
6	Não existem instalações ou garrafas de gás	**1,0**
7	Não existem instalações ou garrafas de gás	**1,0**
8	Não existem instalações ou garrafas de gás	**1,0**

O edifício nº 1 e nº 2 apresentam os valores mais elevados porque tratam-se de locais de restauração e possuem botijas de gás instaladas no interior da cozinha em local não ventilado.

5.2.2.4 Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI})

Este fator é determinado pela combustibilidade do constituinte combustível de maior risco, através do coeficiente de combustibilidade. Portanto, o valor do fator relativo à natureza das cargas de incêndio mobiliárias é igual a, (Quadro 5.4):

$$F_{NCI} = C_i \text{ (combustível existente de maior risco)}$$

Quadro 5. 4 - Cálculo do valor das naturezas das cargas de incêndio existentes nos edifícios

Nº Edifício	Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI})	F_{NCI}
1	O combustível que apresenta maior risco é o gás butano. Tem uma temperatura de inflamação igual a <-50ºC, o que representa um alto risco de combustibilidade	1,6
2	Não existem combustíveis que representem um elevado risco de incêndio	1,0
3	O combustível que apresenta maior risco é o gás butano. Tem uma temperatura de inflamação igual a <-50ºC, o que representa um alto risco de combustibilidade	1,6
4	O combustível que apresenta maior risco é o gás butano. Tem uma temperatura de inflamação igual a <-50ºC, o que representa um alto risco de combustibilidade	1,6
5	Não existem combustíveis que representem um elevado risco de incêndio	1,0
6	Não existem combustíveis que representem um elevado risco de incêndio	1,0
7	Não existem combustíveis que representem um elevado risco de incêndio	1,0
8	Não existem combustíveis que representem um elevado risco de incêndio	1,0

5.2.3 Fator global associado ao início do incêndio (FG_{II})

O fator global de risco associado ao início do incêndio (FG_{II}) é obtido através da média aritmética dos valores parciais anteriormente calculados, resultando os seguintes valores, (Quadro 5.5):

$$FG_{II} = \frac{F_{EC}+F_{IEL}+F_{IG}+F_{NCI}}{4}$$

Quadro 5. 5 - Cálculo do Fator global Risco Associado ao Início do Incêndio

Nº Edifício	F_{EC}	F_{IEL}	F_{IG}	F_{NCI}	$FG_{II}=\frac{F_{EC}+F_{IEL}+F_{IG}+F_{NCI}}{4}$	
1	1,1	1,0	1,5	1,6	1,30	Preocupante
2	1,2	1,25	1,0	1,0	1,11	Algum Risco
3	1	1,0	1,2	1,6	1,20	
4	1,1	1,0	1,5	1,6	1,30	Preocupante
5	1	1,0	1,0	1,0	1,00	Aceitavel
6	1	1,0	1,0	1,0	1,00	
7	1	1,0	1,0	1,0	1,00	
8	1,2	1,5	1,0	1,0	1,18	Algum Risco

5.3 Desenvolvimento e propagação do incêndio FG_{DPI}

5.3.1 Introdução

Para a determinação deste fator global, estão associados vários fatores parciais como: as cargas de incêndio mobiliárias existentes no interior do edifício; a compartimentação corta-fogo; o sistema de deteção de incêndio; as equipas de segurança; e o afastamento entre os vãos sobrepostos. De seguida faz-se a aplicação dos métodos a todos os fatores parciais.

5.3.2 Fatores parciais que constituem o FG_{DPI}

5.3.2.1 Conteúdo do edifício – Cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})

A determinação do fator parcial relativo às cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI}), de um edifício, é efetuado através do coeficiente de densidade de carga de incêndio dos diversos locais, pelo valor de referência da densidade de carga para o tipo de ocupação, conforme indicado no Quadro 3.3.

Para efetuar este cálculo é necessário conhecer a quantidade do poder calorífico de cada material existente nos diversos locais e também a sua área útil, (Figura 5.3).

Figura 5. 3 - Exemplo de algumas cargas de incendio mobiliárias existentes nos locais

Como se pode verificar no Eurocódigo 1 – Parte 2 [5] e no Anexo A - ponto A4 os valores de referência de densidade das cargas de incêndio e os valores dos poderes caloríficos são muito restritos o que limita a determinação do fator parcial relativo as cargas de incêndio mobiliárias.

Como não foi possível a determinação do valor dos poderes caloríficos de todos os materiais existentes nos locais, e visto que nos edifícios encontram-se grandes quantidades de madeira, plásticos e outros materiais que podem ser considerados combustíveis (ver Figura 5.3), considerou-se os seguintes valores para este fator parcial (ver Quadro 5.6).

Quadro 5. 6 - Cálculo da natureza das cargas de incêndio mobiliárias dos edifícios

Nº Edifício	Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})	F_{CI}
1	Neste local existe uma grande quantidade de madeira, e outros elementos que podem ser inflamaveis – considerou-se o risco médio	**1,3**
2	Não foram considerados materiais que representassem o valor do poder calorífico elevado	**1,0**
3	Neste local existe uma grande quantidade de madeira, e outros elementos que podem ser considerados combustiveis – considerou-se que o risco alto	**1,3**
4	Neste local existe uma grande quantidade de madeira, plásticos e outros elementos que podem ser inflamaveis – considerou-se o risco médio	**1,3**
5	Não foram considerados materiais que representassem o valor do poder calorífico elevado	**1,0**
6	Não foram considerados materiais que representassem o valor do poder calorífico elevado	**1,0**
7	Não foram considerados materiais que representassem o valor do poder calorífico elevado	**1,0**
8	Não foram considerados materiais que representassem o valor do poder calorífico elevado	**1,0**

5.3.2.2 Compartimentação corta-fogo (F_{CCF})

Para a determinação deste fator, seria necessário efetuar de modo separado a análise relativa aos pavimentos, paredes e vãos interiores, tendo em consideração a caraterização construtiva dos edifícios. Como não foi possível o cálculo do comprimento de todas as paredes, de modo a comparar com as resistências existentes e as regulamentares, para a determinação do fator parcial relativo a compartimentação corta-fogo, considerou-se os valores mencionados no Quadro 5.7.

Quadro 5. 7 - Cálculo da compartimentação corta-fogo dos edifícios selecionados

Nº Edifício	Determinação do fator compartimentação corta-fogo	Pav.	paredes	Vãos	F_{CCF}
1	Pavimento em cerâmica; Paredes em tijolos e material cerâmico e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
2	Pavimento em cerâmica; Paredes em tijolos rebocado e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
3	Pavimento em cerâmica; Paredes em pedra pintada e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
4	Pavimento em cerâmica; Paredes em tijolos e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
5	Pavimento em cerâmica; Paredes em tijolos e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
6	Pavimento em cerâmica; Paredes em pedra/pladur e; Portas e janelas em vidro/vidro	1,99	1,0	1,0	**1,33**
7	Pavimento em cerâmica; Paredes em tijolos e cerâmica; Portas em madeira e; Janelas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**
8	Pavimento em cerâmica; Paredes em pedra e cerâmica e; Portas em vidro	1,0	1,0	1,0	**1,0**

5.3.2.3 Deteção, alerta e alarme de incêndio

Tendo por base o artigo 129º do RT-SCIE, os edifícios devem estar dotados dos seguintes equipamentos, apresentando-se algumas fotografias desses elementos na Figura 5.4:

- ✓ Botões de acionamento de alarme;
- ✓ Detetores automáticos;
- ✓ Central de sinalização e comando com temporizadores, alerta automática, comandos e com fonte local de alimentação de energia;
- ✓ Proteção total ou parcial;
- ✓ Difusão do alarme no interior e no exterior.

Figura 5. 4 - Exemplo de alguns elementos do SADI existentes nos edifícios

Com base na recolha de informação obtida nas vistorias aos edifícios, concluiu-se que o valor do fator parcial relativo à deteção, alerta e alarme de incêndio é igual aos valores mencionados no Quadro 5.8.

Quadro 5. 8 – ConFigurações das instalações de alarme

Nº Edifício	UT	C. Risco	Equipamentos existentes no edifício					F_{DI}
			Botoneiras	Detetores	CDI	Alarme	Proteção Total/ Parcial	
1	VII	1ª	X	X	X	X	X	2,0
2	VIII	1ª	X	X	X	X	X	1,2
3	VII	1ª	✓	✓	✓	✓	Total	1,0
4	VII	1ª	✓	✓	✓	✓	Total	1,0
5	VIII	1ª	X	X	X	X	X	2,0
6	VI	2ª	✓	✓	✓	✓	Parcial	1,0
7	I	1ª	X	X	X	X	X	1,0
8	VIII	1ª	X	X	X	X	X	1,2

Os edifícios nº 1 e o nº 5, apresentam os valores mais elevados por se tratar de um local de restauração e com um público consideravél. Portanto, há uma necessidade maior de possuir um sistema de deteção instalado conforme o regulamento, de modo a facilitar a intervenção numa situação de mergência.

Os edifícios nº 2 e nº8 apresentam valores abaixo dos edifícios nº 1 e nº 5, por se tratar de locais com uma área muito reduzida e um número de efetivo também bastante reduzido.

O edifício nº 7 apesar de não dispor de instalações de alerta e alarme de incêndio apresenta o valor mais baixo (1) por se tratar da UT - 1 da 1ª CR o que a torna isenta da obrigatoriedade de instalações de alarme.

Os restantes edifícios cumprem os requisitos exigidos pelo regulamento.

5.3.2.4 Equipas de segurança F_{ES}

Tendo por base o artigo 200º do RT-SCIE Quadro XL, os edifícios em análise devem respeitar um número mínimo de elementos afetos á segurança, com exceção as UT-I 1ª e 2ª categoria de risco. No Quadro 5.9 podem verificar-se os valores relativos ao fator parcial das equipas de segurança.

Quadro 5. 9 - Elementos afetos a segurança contra incêndio nos edifícios

Nº Edifício	UT	C. Risco	Tipo Risco	Elementos ES	F_{ES}
1	VII	1ª	B	--	2,0
2	VIII	1ª	A	--	2,0
3	VII	1ª	B	2	1,0
4	VII	1ª	B	--	2,0
5	VIII	1ª	A	--	2,0
6	VI	1ª	B	2	1,0
7	I	1ª	A	Não obrigatório	1,0
8	VIII	1ª	A		2,0

Os edifícios nº 3 e nº 6 apresentam os valores mais baixos porque possuem elementos afetos á segurança conforme exigido pelo regulamento.

O edifício nº 7 devido á sua categoria de risco está isenta da obrigatoriedade de existência de elementos da equipa de segurança.

Os restantes edifícios não cumprem o regulamento.

5.3.2.5 Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV})

Com base no regulamento o art.º 7, os troços de elementos de fachada de construção tradicional, compreendidos entre vãos situados em pisos sucessivos da mesma prumada, pertencentes a compartimentos corta-fogo distintos devem ter uma altura superior a 1,1 m.

Nos edifícios em análise, os valores relativo a este fator parcial encontram-se dentro dos parâmetros normais (ver Quadro 5.10).

Quadro 5. 10 - Valores relativos ao afastamento entre vãos sobrepostos

Nº Edifício	Valor Reg (m)	Valor Exist. (m)	$F_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{AV_{reg_i}}{AV_{exist_i}}}{NV}$
1	1,1	Não foi possível verificar o valor exato da distância existente entre os vãos. Assumiu-se que os valores estão dentro dos limites regulamentares	1
2	1,1		1
3	1,1		1
4	1,1		1
5	1,1		1
6	1,1		1
7	1,1		1
8	1,1		1

5.3.3 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício (FG_{DPI})

Após os cálculos de todos os fatores parciais que compõem este fator global, obteve-se o seguinte resultado, (ver Quadro 5.11).

$$FG_{DPI} = \frac{F_{CI}+F_{CCF}+F_{DI}+F_{ES}+F_{AV}}{5}$$

Quadro 5. 11- Cálculo do fator global de risco associado ao desenvolvimento propagação de incêndio

Nº Edifício	F_{CI}	F_{CCF}	F_{DI}	F_{ES}	F_{AV}	$FG_{DPI} = \frac{F_{CI}+F_{CCF}+F_{DI}+F_{ES}+F_{AV}}{5}$	
1	1,3	1	2	2	1	1,46	Muito preocupante
2	1	1	1,2	2	1	1,24	Preocupante
3	1,3	1	1	1	1	1,06	Algum risco
4	1,3	1	1	2	1	1,26	Preocupante
5	1	1	2	2	1	1,40	Muito preocupante
6	1	1	1	1	1	1,00	Aceitavel
7	1	1	1	1	1	1,00	
8	1	1	1,2	2	1	1,24	Preocupante

5.4 Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE})

5.4.1 Introdução

Visto que a evacuação do edifício está dependente de diversos aspetos como, o número de pisos existentes, a largura das saídas dos caminhos de evacuação, e a proteção e controlo de fumos, será realizada a verificação destes fatores de modo a determinar o risco associado a evacuação dos edifícios.

5.4.2 Fatores parciais que constituem o FG_{EE}

5.4.2.1 Fatores inerentes aos caminhos de evacuação (FI_{CE})

Os fatores inerentes aos caminhos de evacuação envolvem os seguintes aspetos a analisar: largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação; distância a percorrer nas vias de evacuação; número de saídas dos locais; inclinação das vias de evacuação; proteção das vias; controlo de fumo; e sinalização e iluminação de emergência.

Largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L): Os edifícios apresentam largura adequada para evacuação dos percursos no local de permanência, até aos vãos de saída.

Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE}): Tendo por base os artigos 57º e 61º do RT-SCIE as distâncias a percorrer nas vias de evacuação não ultrapassa os valores regulamentares, o que significa que está em cumprimento.

Número de saída dos locais (F_{NSL}): Com base no artigo 56º do RT-SCIE, o número de saídas dos caminhos de evacuação são definidos conforme o número de efetivos que possam existir no local, os edifícios em análise possuem saídas em número igual ao regulamentar.

Inclinação das vias de evacuação (F_{IVE}): Não foi possível comparar os valores existentes das inclinações das vias verticais com o valor regulamentar. Assumiu-se que os valores estão dentro dos parâmetros regulamentares.

Proteção das vias de evacuação (F_{PV}): Conforme mencionado acima no cálculo do grau de proteção da compartimentação corta-fogo, as vias de evacuação encontram-se protegidas.

Controlo de fumo nas vias de evacuação (F_{CF}): A existência de controlo de fumo nas vias de evacuação é fundamental numa situação de incêndio. Os edifícios não possuem controlo de fumo nas vias de evacuação excepto nos edifícios nº 7 e 8.

Sinalização e iluminação de emergência (F_{SI}): Conforme os artigos 108º, 113º e 115º do RT-SCIE, todos os edifícios exceto as UT-I 1º categoria de risco, devem possuir sinalização e iluminação de emergência. Alguns dos edifícios em análise não se encontram equipados com iluminação e sinalização de emergência.

No Quadro 5.12 pode-se verificar os valores relativos aos fatores inerentes aos caminhos de evacuação dos edifícios. Salienta-se que ,em alguns dos casos, como não foi possível verificar certos dados, os valores assumidos foram atribuídos conforme as caraterísticas dos edifícios.

Quadro 5. 12 - Cálculo dod fatores inerentes aos caminhos de evacuação

Nº Edifício	Nº Efetivo Art. 56º	Tipo Risco	Fatores inerentes aos caminhos de evacuação							$FI_{CE}=\frac{F_L+F_{DVE}+F_{NSL}+F_{IVE}+F_{PV}+F_{CF}+F_{SI}}{7}$
			F_L	F_{DVE}	F_{NSL}	F_{IVE}	F_{PV}	F_{CF}	F_{SI}	
1	≤100	B	1	1	1	1	1	2	1	1,14
2	≤100	A	1	1	1	1	1	2	1	1,00
3	≤100	B	1	1	1	1	1	2	1	1,14
4	≤100	B	1	1	1	1	1	2	1	1,14
5	≤100	A	1	1	1	1	1	2	1,3	1,19
6	199	B	1	1	1	1	1	2	1	1,14
7	≤100	A	1	1	1	1	1	1	1	1,00
8	≤100	A	1	1	1	1	1	1	2	1,14

5.4.2.2 Fatores inerentes aos edifícios (FI_E)

Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI}): Fator já calculado anteriormente.

Equipas de segurança (F_{ES}): Fator já calculado anteriormente.

Realização de exercícios de evacuação (F_{EE}): Com base no RT-SCIE, art.º 207 devem ser realizados exercícios com objetivos de teste de treino dos ocupantes, com vista a criar rotinas de comportamento e de atuação face a uma situação de risco. Neste caso, apesar de se tratarem de diferentes utilizações-tipo, como pertencem à 1ª categoria de risco não é obrigatório a realização de exercícios de simulacro, à exceção do edifício nº6 pertencente à UT- VI 2ª categoria de risco, que deve realizar com uma periodicidade de dois em dois anos. Existem registos de que têm sido realizado exercícios de evacuação, estando em cumprimento com o regulamento.

No Quadro 5.13 verificam-se os valores obtidos relativos aos fatores inerentes ao edifício.

Quadro 5. 13 – Cálculo dos fatores inerentes aos edificios

Nº Edifício	UT	C. Risco	Fatores inerentes ao edifício			FI_E
			F_{DI}	F_{ES}	F_{EE}	
1	VII	1ª	2,0	2,0	1	1,67
2	VIII	1ª	1,2	2,0	1	1,40
3	VII	1ª	1,0	1,0	1	1,00
4	VII	1ª	1,0	2,0	1	1,33
5	VIII	1ª	2,0	2,0	1	1,67
6	VI	2ª	1,0	1,0	1	1,00
7	I	1ª	1,0	1,0	1	1,00
8	VIII	1ª	1,2	2,0	1	1,40

5.4.2.3 Fator de correção

Como se trata de edifícios que apresentam um número de pisos não superior a 3, para o fator de correção considerou-se o valor: $F_C = 1,1$.

5.4.2.4 Fator global à evacuação do edifício (FG_{EE})

O valor do fator global relativo á evacuação do edifício, resulta da média dos dois fatores calculados anteriormente (FI_{CE} e FI_E) a multiplicar pelo valor de correção (F_C), visto que o edifício não cumpre todas as exigências regulamentares. No Quadro 5.14 pode-se verificar o cálculo do fator global relativo a evacuação dos edifícios.

Quadro 5. 14 - Cálculo do fator global referente a evacuação dos edifícios

Nº Edifício	FI_{CE}	FI_E	$FG_{EE} = F_C \times \left(\frac{FI_{CE}+FI_E}{2}\right)$	
1	1,14	1,67	1,55	Muito preocupante
2	1,00	1,40	1,32	Preocupante
3	1,14	1,00	1,18	Algum risco
4	1,14	1,33	1,36	Preocupante
5	1,19	1,67	1,57	Muito preocupante
6	1,14	1,00	1,18	Algum risco
7	1,00	1,00	1,10	
8	1,14	1,40	1,40	Muito preocupante

5.5 Fator global associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

Para uma melhor eficácia do combate ao incêndio é necessário obedecer a diversos fatores, que por sua vez estão relacionados com: fatores exteriores ao edifício; com os meios de combate ao incêndio existentes no edifício; e ainda com as equipas se segurança. Serão analisados todos estes fatores para a determinação do fator relacionado ao combate ao incêndio.

5.5.1 Fatores parciais que constituem o FG_{CI}

5.5.1.1 Fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (FE_{CI})

Acessibilidade ao edifício (F_{AE}): Com base no RT-SCIE, Título II, Cap. I - art.º 4, as vias de acesso ao edifício devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro a uma distância não superior a 30m de pelo menos, uma das saídas do edifício que faça parte dos seus caminhos de evacuação. Nos CUA ou em locais onde não é possível satisfazer os 30 m, a distância é estendida para os 50 m.

As caraterísticas das vias de acesso dos edifícios, em análise, estão de acordo com as exigências regulamentares. Os edifícios encontram-se localizados em zonas de fácil acesso ás viaturas dos bombeiros Portanto, o valor relativo ao fator acessibilidade ao edifício é igual a: **F_{AE} = 1,00.**

Hidrantes exteriores (F_{HE}): Os edifícios em análise estão inseridos em arruamentos acessíveis ás viaturas de socorro e apresentam vários hidrantes exteriores, embora algumas distâncias não estejam de acordo com o regulamento, conforme o RT-SCIE Título II, Cap. III - art.º 12. Considerou-se o seguinte valor relativo a este fator, (ver Quadro 5.15).

Quadro 5. 15 - Hidrantes exteriores

Nº Edifício	Hidrantes existentes		F_{HE}
	Marcos Incêndio	Bocas Incêndio	
1	1	2	1,0
2	1	2	1,0
3	1	3	1,2
4	1	5	1,2
5	1	4	1,0
6	--	5	1,2
7	--	2	1,2
8	1	7	1,2

Apesar de existerem várias bocas de incêndio nem todos os edificios cumprem o regulamento devido as distâncias existentes.

Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F): Como não foi possível determinar a fiabilidade da rede de alimentação de água, para cada zona em concreto, considera-se o valor de F_F igual a: $F_F = 1,0$.

O cálculo relativo aos fatores exteriores aos edifícios resultam os valores descritos no Quadro 5.16.

Quadro 5. 16 - Cálculo dos fatores exteriores ao edifício

Nº Edifício	Fatores exteriores ao edifício			$FE_{CI} = \frac{F_{AE}+F_{HE}\times F_F}{2}$
	F_{AE}	F_{HE}	F_F	
1	1	1,0	1	1,0
2	1	1,0	1	1,0
3	1	1,2	1	1,1
4	1	1,2	1	1,1
5	1	1,0	1	1,0
6	1	1,2	1	1,1
7	1	1,2	1	1,1
8	1	1,2	1	1,1

5.5.1.2 Fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CI})

Extintores (F_{EXT}): Com base no regulamento todas as UT, com excepção da UT-I, 1ª e 2ª categoria de risco, devem ser equipadas com extintores devidamente dimensionados e adequadamente distribuídos, de forma que a distância a percorrer, de qualquer saída de um local de risco para os caminhos de evacuação, até ao extintor mais próximo não exceda 15m. No Quadro 5.17 determina-se os valores referentes aos extintores existentes nos edifícios.

Quadro 5. 17 - Existência de extintores conforme o regulamento

Nº Edifício	Extintores existentes	F_{EXT}
1	O edifício encontra-se equipado com vários extintores conforme o regulamento	1,0
2		1,0
3		1,0
4		1,0
5	Não possui extintores	1,2
6	Edifício está em cumprimento	1,0
7	Não possui extintores	1,2
8		1,2

Rede armada de incêndio (F_{RIA}): Com no RT-SCIE art. 164º, as utilizações-tipos dos edifícios em análise não necessitam estar dotadas de bocas-de-incêndio do tipo carretel, devidamente distribuídas e sinalizadas. Exceto o edifício nº 6 que pertence a 2ª categoria de risco da UT – VI. Os edifícios não dispõem de bocas-de-incêndio do tipo carretel, sendo que o valor relativo a este fator será igual aos valores apresentados no Quadro 5.18.

Quadro 5. 18 – Existência de rede armada de incêndio

Nº Edifício	Rede Armada de incêndio	F_{RIA}
1	Não obrigatório	1,0
2		1,0
3		1,0
4		1,0
5		1,0
6	Não cumpre	1,3
7	Não obrigatório	1,0
8		1,0

O edifício nº6 possui o valor mais elevado, porque o regulamento exige a existência de rede armada de incêndio.

Colunas secas e/ou húmidas: Com base no RT-SCIE, no seu art. 168º, os edifícios em análise estão isentos de possuir redes húmidas e de ser servidos de redes húmidas com bocas-de-incêndio tipo teatro.

Portanto, o valor relativo ás colunas secas e/ou húmidas dos edifícios é igual a: $F_{CS/H} = 1$

Sistema automático de extinção (F_{SAE}): Com base no regulamento os edifícios em análise estão isentos da instalação de sistemas fixos de extinção automática. Portanto, o valor relativo a este fator é igual a: $F_{SAE} = 1{,}00$

Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F): Como não foi possível determinar a fiabilidade de rede de alimentação de água, para cada zona em concreto, considera-se o valor de F_F igual a: $F_F = 1{,}0$.

Expressão relativa à componente dos fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CE})

O cálculo relativo aos fatores interiores aos edifícios resultam os valores descritos no Quadro 5.19.

Quadro 5. 19 - Cálculo dos fatores interiores de combate ao incendio nos edifícios

Nº Edifício	Fatores interiores ao edifício					$FI_{CI} = \frac{F_{EXT}+(F_{RIA}+F_{CS/H}+F_{SAE})\times F_F}{4}$
	F_{EXT}	F_{RIA}	$F_{CS/H}$	F_{SAE}	F_F	
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,05
6	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,08
7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,05
8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,05

5.5.1.3 Equipas de segurança (F_{ES})

Valores já calculados anteriormente, conforme o Quadro 5.20 mostra.

Quadro 5. 20 - Elementos afetos a segurança contra incêndio nos edifícios

Nº Edifício	UT	C. Risco	Tipo Risco	Elementos ES	F_{ES}
1	VII	1ª	B	--	2,0
2	VIII	1ª	A	--	2,0
3	VII	1ª	B	2	1,0
4	VII	1ª	B	--	2,0
5	VIII	1ª	A	--	2,0
6	VI	2ª	B	2	1,0
7	I	1ª	A	Não obrigatório	1,0
8	VIII	1ª	A		2,0

5.5.1.4 Fator global associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

O fator global associado ao combate ao incêndio, resulta da média aritmética dos três fatores parciais já calculados (FE_{CI}, FI_{CI} e F_{ES}), que por sua vez resulta dos seguintes valores (Quadro 5.21):

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI}+FI_{CI}+F_{ES}}{3}$$

Quadro 5. 21 - Cálculo do fator global associado ao combate ao incendio

Nº Edifício	Fatores exteriores ao edifício			$FG_{CI} = \frac{FE_{CI} + FI_{CI} + F_{ES}}{3}$	
	FE_{CI}	FI_{CI}	F_{ES}		
1	1,0	1,00	2,0	1,33	Preocupante
2	1,0	1,00	2,0	1,33	
3	1,1	1,00	1,0	1,03	Alguma preocupação
4	1,1	1,00	2,0	1,37	Preocupante
5	1,0	1,05	2,0	1,35	
6	1,1	1,08	1,0	1,06	Alguma preocupação
7	1,1	1,05	1,0	1,05	
8	1,1	1,05	2,0	1,38	Preocupante

5.6 Fator global de risco

Com base nos valores parciais calculados relativos aos quatro fatores globais, é possível a determinação do Fator Global de Risco de Incêndio, utilizando a expressão abaixo. Obteve-se os seguintes valores do Quadro 5.22:

$$FRI=\frac{1,2xFG_{II}+1,1FG_{DPI}+FG_{EE}+FG_{CI}}{4}$$

Quadro 5. 22 - Cálculo do fator global de risco de incêndio

FG_{II}	FG_{DPI}	FG_{EE}	FG_{CI}	FRI
1,30	1,46	1,55	1,33	1,51
1,11	1,24	1,32	1,33	1,34
1,20	1,06	1,18	1,03	1,20
1,30	1,26	1,36	1,37	1,42
1,00	1,40	1,57	1,35	1,41
1,00	1,00	1,18	1,06	1,13
1,00	1,00	1,10	1,05	1,11
1,18	1,24	1,40	1,38	1,39

5.7 Risco de incêndio

Após a determinação de todos os fatores globais que constituem o método ARICA incluindo o fator global de risco, torna-se necessário determinar o valor do risco de incêndio, o qual resulta da expressão mencionada abaixo. Obtiveram-se os seguintes valores, (Quadro 5.23):

$$RI = \frac{FRI}{FRR} = \frac{FRI}{0{,}915 + 0{,}25 \times F_C}$$

Quadro 5. 23 - Cálculo do Risco de incêndio de cada um dos edifícios

Nº edifício	Risco incêndio $RI = \frac{FRI}{FRR} = \frac{FRI}{0,915 + 0,25 \times F_C}$	
1	1,18	Edifícios com alguns riscos tendo a necessidade de implementar algumas melhorias
2	1,04	
3	0,94	O edifício está em cumprimento com o regulamento de SCIE
4	1,11	Edifícios com alguns riscos tendo a necessidade de implementar algumas melhorias
5	1,10	
6	0,96	Os edifícios estão em cumprimento com o regulamento de SCIE
7	0,87	
8	1,08	Edifícios com alguns riscos tendo a necessidade de implementar algumas melhorias

Após o cálculo do risco de incêndio, verificou-se que alguns edifícios apresentam valores superiores a 1, o que significa que há necessidade de implementar algumas medidas de modo a que o edifício melhore as suas condições de segurança ao incêndio. Verificou-se três níveis de preocupação relativamente à segurança contra incêndio no edifício, que são:

1º Nível – os edifícios não apresentam preocupações nos seguintes fatores:

Instalações elétricas (F_{IEL});
Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV})
Largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L)
Número das saídas dos locais (F_{NSL})
Acessibilidade ao edifício (F_{AE})
Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)
Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE})
Compartimentação corta-fogo (F_{CCF})

2º Nível – o edifício apresentam algumas preocupações nos seguintes fatores:

Estado de conservação da construção (F_{EC})
Conteúdo de edifício – cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})
Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI})
Sinalização e iluminação de emergência (F_{SI})
Proteção das vias de evacuação (F_{PV})
Realização de exercícios de evacuação (F_{EE})
Hidrantes exteriores (F_{HE})
Extintores (F_{EXT})

3º Nível – o edifícios apresentam grandes preocupações nos seguintes fatores:

Controlo de fumo das vias de evacuação (F_{CF})
Equipas de segurança (F_{ES})

As melhorias a efetuar nos edifícios nos níveis 2 e 3 (com alguma preocupação e grandes preocupações) são referidos de forma genérica no próximo Capítulo.

6. MEDIDAS PROPOSTAS PARA MELHORAR O RISCO DE INCÊNDIO

6.1 Introdução

Visto que a conservação dos centros urbanos antigos é de grande preocupação, não apenas pelos seus valores materiais, mas também quer a nível histórico, patrimonial e cultural, é fundamental salvaguardar este património e melhorar as suas condições no domínio de segurança contra incêndio.

Neste Capítulo são propostas medidas genéricas a aplicar na zona em análise, das quais se destacam :

- ✓ Limitar a probabilidade de eclosão de incêndio;
- ✓ Limitar o risco de colapso de elementos com função de suporte ou compartimentação;
- ✓ Limitar a propagação do incêndio;
- ✓ Facilitar a evacuação dos edifícios;
- ✓ Facilitar o combate ao incêndio.

Descrevem-se as medidas de intervenção propostas acima.

6.2 Medidas para limitar a probabilidade de eclosão de incêndio

6.2.1 Aspetos gerais

O objetivo de intervir para a redução da probabilidade de ocorrência de incêndio, é possível atingir e necessário, de modo a melhorar significativamente as condições existentes no edifício.

Essas intervenções podem ser feitas de várias formas, a nível físico do edifício ou com campanhas de sensibilização das pessoas para o perigo real, e também para o seu comportamento diário de forma a não comprometer a segurança. Dessas destacam-se as seguintes:

- ✓ Substituição total ou parcial das instalações elétricas;
- ✓ Substituição total ou parcial das instalações de gás e criação de um parque de garrafas, em local seguro e com boa ventilação, de forma a evitar que as garrafas de gás fiquem instaladas no interior das habitações;
- ✓ Limpeza dos sótãos e também de outros locais, poucos vigiados;
- ✓ Substituição seletiva e criteriosa dos materiais utilizados na construção;
- ✓ Limitação e controlo rigoroso de materiais inflamáveis com fiscalização dos tipos de ocupação não residenciais;
- ✓ Visitas periódicas dos Bombeiros com objetivo de avaliar as condições de segurança contra incêndio no edifício;

- ✓ Campanhas de informação e sensibilização dos ocupantes.

Dos fatores mencionados, verifica-se que nos centros urbanos antigos os fatores que representam maior risco são as instalações em geral e as cargas de incêndio existentes nesses locais conforme mostra alguns exemplos nas Figuras abaixo.

a) b) c)

Figura 6. 1- Exemplo de elevadas cargas de incêndio existentes no interior do edifício; a) Exemplo de materiais usados nos revestimentos/estado de conservação do edifício; b) e Exemplo do estado de conservação do edifício; c)

De seguida detalha-se os aspetos referidos para a limitação do incêndio.

6.2.2 Instalações elétricas

6.2.2.1 Introdução

As instalações elétricas representam um perigo real para alguns dos edifícios na zona em análise. É fundamental estabelecer um plano concreto de intervenção, e incluir neste plano a colaboração das entidades competentes neste domínio.

É necessário definir o grau de intervenção caso a caso, efetuando campanhas de vistorias conjuntas a realizar com a empresa distribuidora de energia elétrica e pela Câmara Municipal do Porto (CMP).

6.2.2.2 Metodologia de intervenção conducente à definição do grau de reabilitação

Esta proposta não se trata de um assunto recente, dado que o D.L nº 740/74 [4] que depois foi alterado pelo D.L nº 303/76 [6], no seu artigo 4º ponto 2 diz o seguinte:

"Os distribuidores de energia deverão organizar, até 30 de Setembro de 1976, um plano para efetuar um serviço de vistorias das instalações ligadas à sua rede de distribuição e de notificação aos proprietários dos edifícios e seus inquilinos por forma que, em cada ano, sejam remodelados 1/15 dessas instalações. Esse plano deverá ser aprovado pela fiscalização do Governo antes de ser posto em execução".

Desde a data de publicação do referido diploma até a data atual já passaram mais de 30 anos, tempo suficiente para que todas as instalações respeitassem a regulamentação vigente, mas contudo, esse plano de vistorias nunca foi corretamente implementado,

continuando a existir edifícios em que as instalações elétrica representam um perigo real em matéria de segurança contra incêndio (ver Figuras 6.2).

Figura 6. 2 - exemplo do estado de conservação das instalações elétricas

A vistoria a realizar pode apresentar os seguintes aspetos:

- Inspeção visual de apreciação geral, que pode ser conclusiva, principalmente em casos de degradação extrema;
- Vistoria completa com avaliação das caraterísticas e do estado das instalações.

Durante a realização da vistoria devem ver considerados outros aspetos pertinentes:

- ✓ Estado de envelhecimento dos materiais;
- ✓ Medidas de resistência dos isolamentos;
- ✓ Medida de resistência de terra, se existir;
- ✓ O estado de funcionamento geral dos aparelhos;
- ✓ Adequação da instalação aos consumos reais.

Com base na análise dos elementos referidos anteriormente, resultará a definição do grau de intervenção, que poderá ser total ou parcial.

6.2.2.3 Intervenção total

A intervenção total consiste na substituição total de toda a instalação desde a entrada até as instalações de utilização.

Este tipo de intervenção acontece quando ocorre uma das seguintes situações:

- Quando as instalações apresentam um estado de degradação tão elevado, que torna-se uma fonte de insegurança, quer para os ocupantes, quer para o próprio edifício;
- Do ponto de vista construtivo, o grau de intervenção no edifício é de tal modo profundo, que o mais apropriado é proceder a uma substituição integral das instalações. E isso pode acontecer em intervenções que envolvam o suporte físico das instalações elétricas, o que requer uma substituição.

6.2.2.4 Intervenção parcial

Este tipo de intervenções aplica-se quando, nas instalações, determinados componentes apresentam alguns sinais de degradação ou inadequação referentes ás exigências de consumo a que estão sujeitas, embora as instalações de modo geral apresentam um estado de conservação aceitável.

O tipo de intervenção nesses casos varia, podendo basear-se na substituição dos componentes degradados, na substituição de determinadas partes das instalações que não estejam em cumprimento com o regulamento vigente, ou até mesmo na colocação de outros elementos que a instalação não possui ,e que sejam fundamentais, mais o correto e adequado funcionamento e segurança.

6.2.3 Instalações de gás

Da mesma forma que nas instalações elétricas, recomenda-se a realização de campanhas sistemáticas de vistorias a efetuar por técnicos habilitados, que permitam definir com rigor os principais problemas existentes nesse âmbito, e qual o tipo de intervenção que deve ser feito em cada caso.

No caso das instalações de gás natural, por se tratar de instalações recentes e devidamente inspecionadas e avaliadas de acordo com a regulamentação por técnicos habilitados e qualificados, não devem necessitar de melhorias. Portanto, as intervenções devem focar-se nas situações em que a alimentação de gás é feita por meio de botijas, e podem basear-se nos seguintes aspetos:

- Substituição dos aparelhos de queima;
- Substituição da mangueira de ligação entre a garrafa e os aparelhos de queima;
- Substituição das válvulas em estado irregular e/ou substituição das válvulas inexistentes;
- Melhoria das condições de ventilação.

Deve-se evitar a utilização ou o armazenamento das garrafas de gás no interior do edifício (ver Figura 6.3), ao nível do pavimento, ou em circunstâncias que possam facilitar a acumulação de gás em compartimentos ou outros locais baixos nas proximidades, recomenda-se a criação de postos de garrafas no R/C, ou em ambiente aberto e acessível, de forma a evitar situações indesejadas.

Figura 6. 3 - exemplo de botijas de gás localizadas no interior do edifício em local não ventilado

Na impossibilidade de considerar a solução referida acima, as botijas de gás mantidas no interior do edifício devem estar localizadas em locais com ventilação directa para o exterior, de modo a reduzir qualquer impacto de fugas de gás que possa existir.

6.2.4 Instalação de evacuação de lixos

É importante evitar a acumulação de lixo no interior dos edifícios, nos espaços comuns e até mesmo no interior das habitações.

Relativamente a esta matéria a CMP implementou medidas com vista a solucionar esta questão. A CMP tem o departamento de Divisão de Limpeza Urbana (DMLU), que tem a função de proceder a recolha dos resíduos domésticos, comerciais e industriais, de resíduos especiais, bem como a recolha seletiva multimaterial de resíduos. A DMLU também garante a lavagem e varredura de arruamentos e espaços públicos.

6.2.5 Atuação sobre os materiais de construção

As intervenções de pequenas amplitudes, mesmo sem recorrer á substituição dos materiais existentes, tornam possível a melhoria das suas capacidades de desempenho.

Esta atuação pode ocorrer sobre os materiais utilizados em caixilharias, em revestimentos, em elementos estruturais, etc. Para tal, pode-se recorrer aos produtos que lhe são associados, de modo a obter a qualificação de reação ao fogo requeridos.

Esta melhoria pode ser conseguida de duas formas, que são:

- Aplicação de um material isolante, que permita reduzir ou retardar a passagem de calor.
- Ignifugação do material, de modo a dificultar o início da combustão.

Estes materiais têm utilização a nível dos elementos estruturais e dos elementos de compartimentação ao nível de materiais de revestimentos. Poderá optar-se por outros materiais que tenham melhor comportamento ao fogo, quando exigida uma reabilitação mais profunda.

Quanto aos materiais utilizados nos elementos estruturais deverão ser, sempre que haja necessidade de intervenção profunda, da classe de reação ao fogo A1.

A madeira utilizada nos pavimentos deverá ter uma reação ao fogo de acordo com as exigências, recomendando-se que a madeira receba um tratamento de aplicação de produto ignífugo, de modo a não libertar gases tóxicos sob a ação de um incêndio.

Quanto aos revestimentos interiores devem ser evitados os materiais da classe de reação ao fogo igual ou superior a A2 nos tetos e paredes e B nos pavimentos.

6.2.6 Cargas de incêndio

Com base no diagnóstico realizado na zona em análise, verificou-se a existência de elevadas cargas de incêndio em muitos edifícios, as quais devem ser reduzidas, destacando-se as seguintes medidas:

Habitação

É comum aos edifícios dos CUA a existências de sótãos onde se acumulam poeiras e o armazenamento de objetos não utilizados. Visto tratar-se de compartimentos pouco vigiados, o risco de incêndio é bastante elevado. São locais com elevadas cargas térmicas e muitas vezes os condutores elétricos desses locais encontram-se completamente degradados aumentando ainda mais o risco de incêndio.

Por se tratar de habitações particulares a possibilidade de atuação por parte das entidades é muito limitada, devendo ser desenvolvidas campanhas de sensibilização junto aos moradores, alertando para esse problema, de modo a manterem esses locais limpos e vigiados.

Comércio

Nesse local verifica-se que a situação muitas vezes é caótica e a intervenção deve cingir-se na organização dos espaços.

A verificação deve começar no sentido de eliminar os excessos de cargas de incêndio existentes nesses locais.

Deve existir uma área de armazenagem devidamente separada da área de exposição e venda, e que a área envolvente tenha capacidade adequada de resistência ao fogo , e dotada de sistema automático de incêndio conforme o regulamento.

Edifícios públicos

Torna-se necessário definir locais apropriados para o armazenamento cuja envolvente deve ter uma quantificação de resistência ao fogo, respeitando os valores regulamentares, de modo a evitar a sua dispersão pelo edifício. Estes locais também devem estar dotados de sistema automático de deteção de incêndio.

Coberturas

Relativamente ás coberturas pode-se considerar duas medidas distintas, que são:

1. Revestimentos utilizados na cobertura;
2. Elementos estruturais da cobertura.

É necessário proceder á limpeza dos revestimentos, e garantir que na sua execução, os materiais utilizados sejam da classe de reação A1. A limpeza desses locais também engloba a substituição de materiais combustíveis, que por vezes são utilizados para reparação, com o objetivo de evitar infiltrações.

A existência de materiais combustíveis nesses locais podem contribuir para a propagação de um incêndio, quer por ação direta de faúlhas com origem diversa, ou pelo efeito de radiação de possíveis incêndios em edifícios vizinhos.

6.2.7 Limitação de execução de determinados trabalhos

Relativamente aos trabalhos que envolvam chamas, só podem ser permitidos quando existir um parecer positivo para a sua execução pelo Corpo de Bombeiros, que devem verificar se as condições de SCIE são respeitadas e também garantir a presença de elementos dos Bombeiros na execução desses trabalhos quando tal se justifique.

6.3 Limitar o risco de colapso de elementos com função de suporte ou compartimentação

6.3.1 Aspetos gerais

Relativamente aos edifícios antigos, visto que na sua construção não foram levados em conta as condições de SCIE, alguns dos materiais utilizados ao nível do pavimento ou revestimentos podem apresentar o risco de colapso, o mesmo já não acontece com as paredes que se comportam de forma razoável face ao fogo.

Existem ainda, alguns edificios, como garagens, cujas estruturas são em aço. Numa situação de incêndio este tipo de material rapidamente poderá entrar em colapso.

De seguida descrevem-se algumas soluções com vista à melhoria do comportamento dos elementos resistentes, nomeadamente dos pavimentos e das estruturas executadas em aço.

6.3.2 Soluções genéricas para a proteção de estruturas

O melhoramento do comportamento ao fogo dos elementos estruturais, pode ser obtido de diversas formas.

- **Aumento da resistência térmica:** ex. lã de rocha
- **Absorção de calor:** ex. Betão

A escolha desses elementos coloca-se entre os materiais de elevada densidade como o betão e, os materiais leves como é o caso do gesso.

Os materiais como o betão atuam devido á sua capacidade de absorção de calor, e no caso dos materiais em gesso, a sua atuação deve-se à sua baixa condutibilidade.

Para além do betão e do gesso, existem ainda outros materiais aos quais se pode recorrer como, a argila, a vermiculite e a perlite.

O gesso é um bom isolante, no seu estado seco possui cerca de 20% de água na sua composição, que é de grande importância em SCI, assim este material absorve uma

apreciável parte do fluxo de calor, retardando a sua transmissão para o elemento que está a proteger.

Quanto á argila, é um material inerte e pouco denso, e dada a sua própria caraterística pode também ser usada com o objetivo de proteção dos elementos de construção.

Quanto à vermiculite, requer um tratamento especial. Está sujeita a um processo de aquecimento. A vermiculite expandida, quando associada ao cimento, permite obter um betão semi-refratório que pode suportar temperaturas na ordem dos 1000 °C.

6.3.3 Melhoria do comportamento das paredes

As paredes como função estrutural devem apresentar valores de classe de resistência ao fogo iguais aos suportados pelos pavimentos. Valores estes que nunca devem ser inferiores a EI 30 em edifícios com três pisos e EI 60 a edifícios com pisos superiores.

O valor altera para EI 60 para os edifícios com três pisos e EI 90 para edifícios com mais pisos, quando essas paredes separam espaços com utilizações distintas.

As paredes exteriores, normalmente garante os valores de resistência ao fogo, mas, o mesmo não acontece com as paredes interiores que têm a função de compartimentação.

Uma das formas de melhorar o comportamento dessas paredes, mas propriamente as de compartimentação, é o revestimento dos mesmos com placas de gesso, de espessura não inferior a 1cm para os edifícios com até três pisos e 1,5 aos edifícios com pisos superiores.

6.3.4 Melhoria do comportamento dos pavimentos

Os pavimentos, representam um maior risco de colapso, numa situação de incêndio, devido a grande percentagem de madeira utilizada na sua execução.

Também é importante que exista uma intervenção nos tetos de cada um dos pisos de forma a aumentar a resistência ao fogo dos mesmos, visto que o teto é um local onde a ação do fogo se faz sentir com maior intensidade.

A aplicação de materiais de revestimentos, como por exemplo placas de gesso, ajuda a retardar a propagação da onda de calor. Nos casos em que os pavimentos são executados em madeira dupla compostos por elementos separados por uma caixa-de-ar, é sempre conveniente a instalação de um elemento isolante nessa caixa-de-ar, como por exemplo a lã de rocha.

É necessário ter alguns aspetos em consideração relativamente a substituição dos pavimentos de madeira por pavimentos de betão. Devem ser levados em conta os aspetos relacionados com o comportamento estrutural de todo o conjunto, que será alterado com a introdução dessa intervenção. É importante verificar se a capacidade dos elementos verticais é suficiente para suportar as novas cargas introduzidas.

6.3.5 Melhoria do comportamento das coberturas

Os elementos que constituem as estruturas da cobertura devem ser da classe de resistência ao fogo R30 em edifício com três pisos e R60 em edifícios com pisos superiores, conforme o regulamento.

6.4 Medidas para limitar o risco de propagação do incêndio

6.4.1 Aspetos gerais

As intervenções com o objetivo de delimitar a propagação do incêndio, podem colocar-se de duas formas, que são:

- ✓ Limitação a propagação interior do edifício;
- ✓ Limitação a propagação pelos edifícios vizinhos.

A propagação de incêndio no interior do edifício pode ocorrer de várias formas, através das janelas, na transição de um piso inferior para um piso superior, através dos pavimentos, ou até mesmo através da caixa de escadas.

6.4.2 Limitação da propagação de incêndio pelo exterior

A possibilidade de intervenção neste âmbito é limitada, visto não ser possível a alteração da altura dos vãos porque alteraria a imagem desses locais.

Portanto, a solução passa por, quando exista a necessidade de substituição de caixilharia ou de outros elementos de cerramento dos vãos, utilizar madeiras de classes de reação ao fogo até D, ou em madeira ignifugada, aconselha-se também o uso de portadas, estores e caixilharias metálicas ou em madeira de densidade média e ignifugada, evitando por completo os elementos de cerramento e caixilharia de plásticos.

6.4.3 Limitação da propagação do incêndio pelo interior do edifício

Através de paredes de separação entre alojamentos

As paredes de separação entre alojamentos devem ser da classe de resistência ao fogo EI30 em edifícios até três pisos e EI60 a edifícios com pisos superiores. Se as paredes estiverem a separar espaços com diferentes tipos de utilização a sua classe de resistência deve ser EI60 para os edifícios até três pisos e EI90 para edifícios com mais pisos, quando essas paredes separam espaços com utilizações distintas.

Através de condutas e tubagens

As condutas e tubagens quando não executadas devidamente podem causar a propagação de incêndio. Portanto, os materiais utilizados na sua construção devem ser da classe de resistência ao fogo A1, e a ligação entre os mesmo e os pavimentos e as paredes deve

possuir uma estanquicidade total ás chamas e aos gases quentes. Também é recomendável que todos os tubos utilizados nos pavimentos ou paredes estejam protegidos por materiais não combustíveis.

6.5 Medidas para facilitar a evacuação dos edifícios

Um dos maiores problemas a nível de segurança contra incêndio nos centros urbanos é a evacuação dos ocupantes desses locais. É uma das questões de difícil resolução.

Somente em situações de intervenção de recuperação profunda é possível melhorar as suas condições, de modo a cumprir as exigências regulamentares.

Relativamente ás intervenções ligeiras, podem destacar-se as seguintes melhorias a implementar:

- ✓ Construção de escadas que permitam a saída para os espaços vazios existentes no interior dos quarteirões e garantir a ligação destes espaços com a rua;
- ✓ Construção de acessos directos às coberturas;
- ✓ Enclausuramento das escadas interiores;
- ✓ Melhoria das condições de ventilação;
- ✓ Criação de saídas alternativas e;
- ✓ Instalação de sistema automático de deteção de incêndio.

6.6 Medidas para facilitar o combate ao incêndio

6.6.1 Aspetos gerais

As intervenções neste âmbito, têm como objetivo dotar todos os espaços, da zona em análise, de meios necessários para melhoria das condições de intervenção do Corpo de Bombeiros e/ou Proteção Civil, das quais destacam-se as seguintes ações:

- ✓ Adequação de equipamentos que possuem à área, identificando em cada local quais os meios mais apropriados para dar resposta face a uma situação de incêndio;
- ✓ Conhecimento da localização de hidrantes que os arruamentos possuem;
- ✓ Acessos alternativos à zona;
- ✓ Estabelecimento de um plano prévio de intervenção;
- ✓ Identificação dos locais de acesso condicionado, ou mesmo de impossível acesso a viaturas de socorro;
- ✓ Assegurar a existência de uma rede de abastecimento de água que garanta uma pressão mínima;
- ✓ Instalação de hidrantes exteriores em locais onde são insuficientes ou mesmo, onde não existam.

6.6.2 Condições de acesso ao edifício

6.6.2.1 Aspetos gerais

Para que haja uma resposta eficaz por parte dos bombeiros é necessário que estes estejam equipados com os meios de ataque adaptados ás circunstâncias urbanas da zona em questão.

Portanto, é importante que seja feito uma caraterização de todos os arruamentos de acesso á área, e identificar quais os meios de combate ao incêndio disponíveis, que podem aceder a esses locais. Desse modo será possível identificar as zonas em que o acesso a viaturas de bombeiros é restrita permitindo a elaboração de planos alternativos, numa situação de emergência. O corpo de bombeiros deve possuir uma carta atualizada com os hidrantes exteriores existentes na zona.

6.6.2.2 Condicionamento de estacionamento

Deve ser estabelecido um esquema de estacionamento apropriado ao tipo de viaturas que os bombeiros possuem. Neste esquema pode existir limitação ou proibição em certas situações, caso haja necessidade de intervenção por parte dos bombeiros.

6.6.2.3 Desobstrução dos passeios

Os passeios não devem ser ocupados com equipamentos urbanos fixos.

6.6.3 Meios de combate ao incêndio

6.6.3.1 Ao nível do edifício

Nos edifícios com mais de sete andares, e sempre que as viaturas de bombeiros não possam chegar e esses locais, devem ser instaladas colunas húmidas devidamente equipadas, conforme o regulamento.

6.6.3.2 Ao nível de espaços urbanos

<u>Áreas em que o acesso as viaturas de socorro é possível</u>

As áreas urbanas devem estar dotadas de infra-estruturas que tornam-se mais exigentes quando a penetração dos veículos de socorro nessas zonas é condicionada.

Verifica-se que na zona em análise existe uma cobertura bastante abrangente de bocas e marcos-de-incêndio. Estes hidrantes deverão ser exclusivamente para o uso dos bombeiros.

Nas zonas servidas por arruamentos com larguras suficientes, dadas as suas vantagens, deve-se optar pela colocação de marcos de incêndio.

<u>Áreas em que o acesso as viaturas de socorro não é possivel</u>

Nessas áreas devem ser previstos meios apropriados de ataque ao incêndio, que podem ser constituídas por bocas-de-incêndio de 50 mm de diâmetro, um carretel móvel de

mangueira rígida de 25 mm de diâmetro com agulheta e ainda, dois extintores de incêndio portáteis, conforme o regulamento.

Estes equipamentos devem estar instalados no interior de armários metálicos, ou em construção feita com o objetivo de os alojar, de modo a permitir uma cobertura adequada da zona em causa.

6.7 Ações sobre os edifícios devolutos

Na zona em análise, existem edifícios que se encontram devolutos e apresentam graus de conservação variável, desde estado razoável até aos que ameaçam ruina, constituindo uma ameaça real em termos de segurança ao incêndio.

Quanto a estes edifícios, deve existir um registo atualizado dos mesmos onde devem ser definidas os aspetos de maior relevância. Também devem ser tomadas algumas medidas, como:

- ✓ Sempre que estes edifícios permaneçam desocupados, deve ser efetuado o corte de abastecimento de energia elétrica e de gás;
- ✓ Remoção dos materiais combustíveis armazenados nesses locais;
- ✓ Vigilância dos locais;
- ✓ Dotar os edifícios de sistema automático de deteção de incêndio.

6.8 Ações de sensibilização dos moradores

Como o condicionalismo existente em alguns locais na zona em análise limitam possíveis intervenções face a segurança ao incêndio, torna-se necessário contar com o apoio de outros meios, como é o caso da sensibilização dos moradores quanto ao seu comportamento relativamente aos riscos de incêndio.

Nas ações de sensibilização a realizar, devem-se abordar alguns dos seguintes aspetos:

- ✓ Sensibilização para necessidade de acionar o comando de abertura do evacuador de fumos,
- ✓ Sensibilização para os caminhos de evacuação;
- ✓ Utilização correta dos meios de primeira intervenção;
- ✓ Verificar se podem controlar o incêndio, em caso contrário chamar imediatamente os bombeiros e avisar os ocupantes;
- ✓ Não utilização das garrafas de gás no interior dos edifícios;
- ✓ Remoção do lixo nos espaços comuns do edifício.

6.9 Formação de responsáveis de segurança

A Câmara Municipal do Porto em colaboração com o Batalhão Sapadores Bombeiros do Porto, devem promover cursos para a formação dos responsáveis de segurança, essas formações podem ser a nível do uso de equipamentos de 1ª intervenção e 1º socorro.

6.10 Indicativos de segurança

As instruções a nível de segurança contra incêndio devem ser afixadas no interior do edifício mas em locais bem visíveis.

6.11 Planos de intervenção

É fundamental o desenvolvimento, por parte dos bombeiros ou de outras entidades competentes planos de intervenção no combate ao incêndio, de cenários de intervenção nas diferentes áreas. Estes planos devem incluir a definição dos caminhos de evacuação alternativos para prevenir situações em que as ruas estejam bloqueadas, bem como a realização de simulacros nas áreas mais sensíveis.

7. MEDIDAS PROPOSTAS – REAVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

7.1 Introdução

Neste capítulo serão consideradas algumas medidas que podem ser realizadas de modo a melhor as condições dos edifícios analisados.

7.2 Medidas a implementar

Conforme mencionado no Capítulo 5 foram identificados 3 nivéis de preocupação a considerar nos edifícios relativos a segurança ao incêndio.

Serão apresentadas medidas concretas com base nos cálculos efetuados nos Cápitulos anteriores, de modo a baixar o nível do índice de risco de incêndio existente nos edifícios, tornando-os seguros.

O primeiro fator a ser analisado será o FG_{II} (ver Quadro 7.1).

Se nos edifícios 1 e 4 forem retiradas as botijas de gás existentes no seu interior e for instalado gás canalizado (gás natural ou gás de cidade) o índice passa para 1 e reflete no fator global. Portanto, diminui a natureza das cargas de incêndio, visto que o gás é o combustível que apresenta maior risco, passando assim para risco médio.

Quadro 7. 1 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{II}

Nº Edifício	F_{EC}		F_{IEL}		F_{IG}		F_{NCI}		FG_{II}	
	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado
1	1,1	--	1,0	--	1,5	1,0	1,6	1,3	1,30	1,10
2	1,2	--	1,25	--	1,0	--	1,0	--	1,11	
3	1	--	1,0	--	1,2	--	1,6	--	1,20	
4	1,1	--	1,0	--	1,5	1,0	1,6	1,3	1,30	1,10
5	1	--	1,0	--	1,0	--	1,0	--	1,00	
6	1	--	1,0	--	1,0	--	1,0	--	1,00	
7	1	--	1,0	--	1,0	--	1,0	--	1,00	
8	1,2	--	1,5	1	1,0	--	1,0	--	1,18	1,05

Relativamente ao fator global de desenvolvimento e propagação de incêndio, existem alguns parâmetros que também podem ser melhorados, conforme o Quadro 7.2.

Se nos edifícios forem instalados sistema de deteção de incêndio haverá uma diminuição considerável do índice de risco passando de 2 para 1. O mesmo acontece com as equipas de segurança se passarem a existir.

Quadro 7. 2 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{DPI}

Nº edif.	F_{CI}		F_{CCF}		F_{DI}		F_{ES}		F_{AV}		FG_{DPI}	
	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado	Exist.	alterado		
1	1,3	--	1	--	2	1,0	2	1,0	1	1	**1,46**	**1,06**
2	1	--	1	--	1,2	--	2	1,0	1	1	**1,24**	**1,04**
3	1,3	--	1	--	1	--	1	--	1	1	**1,06**	
4	1,3	--	1	--	1	--	2	1,0	1	1	**1,26**	**1,06**
5	1	--	1	--	2	1.0	2	1,0	1	1	**1,40**	**1**
6	1	--	1	--	1	--	1	--	1	1	**1,00**	
7	1	--	1	--	1	--	1	--	1	1	**1,00**	
8	1	--	1	--	1,2	--	2	1,0	1	1	**1,24**	**1,04**

Visto que alguns dos valores do fator global associado a evacuação do edifício e o combate ao incêndio estão repetidos nos cálculos anteriores, obtiveram-se os seguintes valores (ver Quadro 7.3), tendo em conta a melhoria das condições de segurança do edifício:

Quadro 7. 3 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{EE}

Nº Edifício	**FI_{CE}**		**FI_{E}**		**FG_{EE}**	
	Exist.	**alterado**	**Exist.**	**alterado**	**Exist.**	**alterado**
1	**1,14**	**--**	**1,67**	**1,00**	**1,55**	**1,18**
2	**1,0**	**--**	**1,40**	**1,07**	**1,32**	**1,14**
3	**1,14**	**--**	**1,0**	**1,00**	**1,18**	
4	**1,14**	**--**	**1,33**	**1,00**	**1,36**	**1,18**
5	**1,19**	**--**	**1,67**	**1,00**	**1,57**	**1,20**
6	**1,14**	**--**	**1,0**	**1,00**	**1,18**	
7	**1,0**	**--**	**1,0**	**1,00**	**1,10**	
8	**1,14**	**--**	**1,4**	**1,07**	**1,4**	**1,22**

Relativamente ao fator global associado ao combate ao incêndio verificaram-se as seguintes alterações (ver Quadro 7.4), sendo que o valor do fator parcial das equipas de segurança vêm dos cálculos anteriores:

Quadro 7. 4 - Comparação entre valores obtidos e valores sugeridos do FG_{CI}

Nº	FI_{CE}		FI_{E}		F_{ES}		FG_{CI}	
Edifício	**Exist.**	**Alterado**	**Exist.**	**Alterado**	**Exist.**	**Alterado**	**Exist.**	**alterado**
1	**1,0**	--	**1,0**	--	**2,0**	1,0	**1,33**	1,00
2	**1,0**	--	**1,0**	--	**2,0**	1,0	**1,33**	1,00
3	**1,1**	--	**1,0**	--	**1,0**	--	**1,03**	
4	**1,1**	--	**1,0**	--	**2,0**	1,0	**1,37**	1,03
5	**1,0**	--	**1,05**	--	**2,0**	1,0	**1,35**	1,02
6	**1,1**	--	**1,08**	--	**1,0**	--	**1,06**	
7	**1,1**	--	**1,05**	--	**1,0**	--	**1,05**	
8	**1,1**	--	**1,05**	--	**2,0**	1,0	**1,38**	1,05

Após a reavaliação de todos fatores globais, verifica-se claramente que há uma alteração significativa no valor do fator global de risco de incêndio, conforme o Quadro 7.5.

Quadro 7. 5 – Comparação entre o Fator Global de Risco de Incêndio FRI existente/alterado

FG_{II}		FG_{DPI}		FG_{EE}		FG_{CI}		**FRI**	
Exist.	**alterado**	**Exist.**	**alterado**	**Exist.**	**alterado**	**Exist.**	**alterado**	**exist.**	**alterado**
1,3	1,1	1,46	1,06	1,55	1,18	1,33	1	**1,51**	**1,17**
1,11	1,11	1,24	1,24	1,32	1,32	1,33	1,33	**1,34**	**1,15**
1,2	1,2	1,06	1,06	1,18	1,18	1,03	1,03	**1,20**	**1,20**
1,3	1,1	1,26	1,06	1,36	1,36	1,37	1,03	**1,42**	**1,17**
1	1	1,4	1	1,57	1,2	1,35	1,02	**1,42**	**1,13**
1	1	1	1	1,18	1,18	1,06	1,06	**1,14**	**1,14**
1	1	1	1	1,1	1,1	1,05	1,05	**1,11**	**1,11**
1,18	1,05	1,24	1,04	1,4	1,22	1,38	1,05	**1,39**	**1,17**

Com base nos valores mencionados no Quadro 7.5, e após a nova determinação do valor de risco de encêndio dos edifícios (Quadro 7.6), verifica-se que as alterações efetuadas nos valores parciais anteriormente calculados, são significativos para que os edifícios possam ser considerados seguros.

Portanto, se nos edifícios reavaliados forem instalados equipamentos de deteção de alarme e alerta e se existirem equipas de segurança devidamente instruidas para atuação face a uma situação de emergência, então, passarão a estar em cumprimento com o regulamento deixando de apresentar problemas significativos de segurança ao incêndio.

Quadro 7. 6 - – Comparação entre o Risco de Incêndio existente/ alterado

Nº Edifício	RI	
	Existente	Alterado
1	1,18	0,91
2	1,04	0,90
3	0,94	0,94
4	1,11	0,92
5	1,10	0,88
6	0,89	0,89
7	0,87	0,87
8	1,08	0,91

8. CONCLUSÃO

A segurança contra incêndio em edifícios é um assunto de real importância principalmente para os edifícios dos centros urbanos antigos. Os edifícios dos centros urbanos antigos caraterizam-se pela sua densa construção, pelo facto dos edifícios apresentarem caraterísticas muito idênticas. Alguns desses edifícios apresentam estados de degradação bastante elevados e grandes quantidades de cargas de incêndio no seu interior devido aos materiais utilizados aquando a sua construção.

Em caso de incêndio, o risco de propagação aos edifícios vizinhos é elevado pelos motivos já mencionados anteriormente e também por algo bastante preocupante ,que é a dificuldade de acessibilidade ao edifício no combate ao incêndio.

É crucial desenvolver e aplicar métodos para melhorar a segurança contra incêndio nesses locais e isso passa por definir planos e estratégias de intervenção e planos de emergência em caso de incêndio.

Dado que a regulamentação vigente em SCIE foi elaborada para os edifícios novos, torna-se impossível em algumas situações a sua aplicação aos edifícios dos centros urbanos antigos.

O presente trabalho permitiu a apresentação de um conjunto de informações uteis que podem ajudar á compreensão dos assuntos relativos a SCIE, e também permitiu o diagnóstico dos principais problemas identificados nessas zonas.

Da aplicação efetuada verifica-se que alguns dos edifícios analisados não respeitam a regulamentação em vigor relativa á segurança contra o incêndio, conforme os resultados obtidos. Relativamente ao acesso aos edifícios, não foram detetados grandes problemas visto que encontram-se em locais de fácil acesso a viaturas de socorro e evacuação. Mas salienta-se que os hidrantes exteriores embora existam, não respeitam as distâncias estabelecidas pelo regulamento em vigor.

O método ARICA tem uma aplicação bastante morosa e exaustiva. A sua aplicação apresenta algumas dificuldades devido á determinação a certos parâmetros, tal como a determinação da carga de incêndio mobiliária (na determinação desse parâmetro é necessário saber as quantidades de materiais combustíveis existentes no edifício em kilogramas).

Houve dificuldades na obtenção de outros valores, como a resistência ao fogo de certos materiais (portas, paredes, pavimentos em madeira, etc.). Esta dificuldade deve-se à falta de informação existente desses materiais ou elementos construtivos.

Para esta análise é necessário a existência de plantas dos edifícios, que serve de ajuda para a obtenção das áreas dos compartimentos das paredes, da distância a percorrer nas vias de evacuação até a uma zona segura, da largura dos vãos, etc.

Pode-se também concluir que com os resultados obtidos na aplicação do método aos oito edifícios analisados, se pode considerar que alguns apresentam vulnerabilidade em relação ao risco ao incêndio. A reavaliação dos resultados mostra que é possível os edifícios estarem em cumprimento com o risco aceitável alterando alguns parâmentos simples como

o caso das equipas de segurança e a existência de equipamentos de deteção de incêndio, sem que o edifício sofra alterações profundas a nível estrutural.

Devido às limitações na obtenção de elementos a certos parâmetros, como mencionado acima, os valores apresentados para o risco de incêndio dos edifícios em causa, poderão não corresponder totalmente aos valores reais.

8.1 Perspetivas futuras

O trabalho realizado permitiu identificar alguns aspetos para o desenvolvimento futuro.

Neste trabalho o método ARICA foi aplicado apenas a 8 edifícios existentes na freguesia de Paranhos. Futuramente poderá estender-se a sua aplicação a todos os edifícios da freguesia.

Também poderá ser considerada a hipótese de criação de um mapa de risco de incêndio dessas zonas. A criação do mapa de risco de incêndio será de grande importância na atuação das entidades competentes.

Isso possibilitará a identificação das zonas que representam maior risco de incêndio. Permitirá a criação de medidas estratégicas, e definição de prioridades de atuaçao face a uma situação de risco ao incêndio, desde o combate ao incêndio á evacuação dos ocupantes do edifício.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foram detetadas algumas falhas relativamente á obtenção de informação sobre determinados parâmetros. Torna-se necessário a criação de uma base de dados com a informação relativa ao valor da resistência ao fogo dos elementos construtivos e das cargas de incêndio existentes nos edificio.

9. BIBLIOGRAFIA

Coelho, Antoónio. L. (1997). *Segurança contra o risco de incêndio em centros urbanos antigos - Os bairros históricos de Lisboa* - Recomendações técnicas sobre medidas de segurança, Lisboa.

Coelho, António. L. (2000). *Segurança contra risco de incêndio em áreas urbanas antigas*. Princípios gerais de intervenção, Évora.

Manuel C.L. Figueiredo, (2005). *Plano Piloto de Luta Contra Incêndios e Segurança* G.T.L Câmara Municipal de Guimarães.

Fernandes, Ana Margarida S. (2006). *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Rodrigues, Luís Manuel Pais (2009). *Segurança Contra Incêndio em Edifícios no Centro Histórico do Porto*. Dissertação de Mestrado em Construções Civis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Cunha, Diogo Váz da Fonseca (2010) – A*nálise do risco de incêncio de um quarteirão do centro históricoda cidade do Porto.* Dissertação de Mestrado em Eng. Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

9.1 Legislação

Decreto-Lei nº 740/1974 – Regulamentos de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica e de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas.

Decreto-Lei 303/1976 – Introduz alterações ao DL 740/1974: Regulamentos de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica e de Instalações Coletivas de Edifícios e Entradas.

Decreto-Lei nº 220/2008 – Regulamento Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Portaria nº 1532/2008 – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Despacho nº 2074/2009 – Critérios técnico para a Determinação da Carga de Incêndio Modificada.

9.2 Normas

NP EN 1991-1-2:2010, Eurocódigo 1: Ações em estruturas, Ações em estruturas expostas ao fogo.

NP EN 1800:2012 - Segurança contra incêndios, Aguentes extintores.

9.3 Websites Visitados

http://www.proteccaocivil.pt/SegurancaContraIncendios/Pages/IncendioemEdificio.aspx consultado dia 07/12/2012

http://www.prociv.pt/SegurancaContraIncendios/Normas%20Tecnicas/21%20NT%20SCIE%20-%20PLANOS%20DE%20SEGURAN%C3%87A_11_10_20.pdf - consultado dia 12/05/2013

http://www.balani.com.br/produtos/conjuntos/conjunto-mesa-angelim-e-cadeiras-comuns/24-60 - consultado dia 21/08/2013

http://www.cm-porto.pt/ - consultado dia 21/08/2013

Anexo A

ANEXOS A – VALORES DE REFERÊNCIA DE ALGUNS PARÂMETROS

A1. Coeficiente de simultaneidade

Com base no Quadro XIV do Anexo I, do Decreto-Lei 740/74, de 26 de Dezembro – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica são apresentados no Quadro A – 1 valores do coeficiente de simultaneidade para alguns tipos edifícios.

A1.1 Coeficiente de simultaneidade para alguns tipos de edifícios

Tipos de edifícios	Coeficiente de simultaneidade
Estabelecimento hospitalar ou semelhante – De área igual ou inferior a 200 m² – De área superior a 2500 m²	 0,4 0,3
Estabelecimentos de ensino	1
Locais de culto, salas de reuniões, salas de conferências, bibliotecas e museus	1
Salas de exposição	1
Bancos	1
Escritórios: – De área igual ou superior a 1000 m² – De área superior a 1000 m²	 1 0,75
Estabelecimentos de indústria hoteleira: – De área igual ou inferior a 1000 m² – De área superior a 1000 m² e inferior ou igual a 4000 m² – De área superior a 4000 m²	 0,5 0,4 0,3
Armazéns: – De área igual ou superior a 1000 m2 – De área superior a 1000 m2	 1 0,75
Lojas	1
Restaurantes, cafés, cervejarias	1
Estabelecimentos industriais: – Fábricas – Posto de distribuição de combustíveis líquidos ou gasosos – Garagens públicas e hangares para aeronaves	 1 1 1
Estabelecimentos agrícolas ou pecuários: – Locais de habitação – Locais de recolha de animais – Outros locais	 1 1 1
Locais afectos a serviço técnico	1

A2. Coeficiente de combustibilidade (C_I)

Com base no Despacho n.º 2074/2009 que define os critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada, o coeficiente de combustibilidade (C_i) assume os valores de 1,60, 1,30 e 1,00 consoante o risco de combustibilidade seja alto, médio ou baixo, respetivamente, para as seguintes situações:

a) Risco alto, para:

a1) Produtos liquefeitos cuja tensão de vapor a 15 ^oC seja superior a 28 kPa:

a2) Líquidos cujo ponto de inflamação é inferior a 38 ^oC;

a3) Sólidos cujo ponto de inflamação é inferior a 100 ^{o}C;

a4) Produtos suscetíveis de formar misturas explosivas com o ar (poeiras, nevoeiros, vapores e gases combustíveis);

a5) Produtos suscetívos de entrar em combustão espontâneo.

b) Risco médio, para

b1) Líquidos cujo ponto de inflamação está compreendido entre 38 a 100 ^{o}C;

b2) Sólidos cujo ponto de inflamação está compreendido entre 100 e 200 ^{o}C;

b3) Sólidos suscetíveis de emitir vapores inflamáveis.

c) Risco baixo, para:

c1) Líquidos cujo ponto de inflamação seja superior a 100 ^{o}C;

c2) Sólidos cujo ponto de inflamação seja superior a 200 ^{o}C.

Sendo:

Tensão de vapor (Kpa) – Pressão a partir da qual uma substância líquida e capaz de libertar vapores combustíveis em quantidade suficiente para formar o ar uma mistura que, em contacto com uma fonte de ignição, dá origem à inflamação, que continua mesmo que se retire essa fonte.

Ponto de inflamação (^{o}C) – Temperatura mínima a partir da qual, em condições de ensaio especificadas, um material liberta uma quantidade suficiente de gás pronto a inflamar-se, em contacto com a fonte de inflamação, ver Tabela A-2.

Combustão espontânea – combustão de produtos mesmo sem a presença de uma fonte de energia exterior, sendo a sua temperatura mínima denominada temperatura de ignição.

Temperatura de ignição (^{o}C) – Temperatura mínima a que tem lugar a inflamação espontânea de um material nas condições de ensaio especificadas, ver Tabela A-2.

A2.1 Ponto de inflamação e temperatura de ignição de algumas substâncias

Combustível	Ponto de Inflamação (^{o}C)	Temperatura de ignição (^{o}C)
Butano	-60	+430
Benzeno	-12	538
Éter	-45	+170
Madeira de pinho	+225	+280
Papel	+230	+230
Cartão de madeira	----	+250 a+350
Polietireno	+340	+350
Poliestireno	+345	+490
Gasóleo	+90	+330
Gasolina	-40	+227
Álcool etílico	+13	+370
Acetona	-18	+335
Petróleo	+30	+250 a + 450
Óleo lubrificante pesado	+221	+400
Propano	-----	+450
Acetileno	-----	+305

A3. Densidade de carga de incêndio e coeficiente de ativação

Tendo por base a lista do Quado II do Anexo do Despacho n.º 2074/2009 - Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada [4], a densidade de carga de incêndio e o coeficiente de ativação por atividade são determinados da seguinte forma:

1- O coeficiente de ativação (R_{ai}) assume os valores de 3,00, 1,50 e 1,00 consoante o risco de ativação relativo à atividade seja alto, médio ou baixo, conforme consta na Tabela A-3.
2- Quando existam várias atividades no mesmo compartimento corta-fogo, o coeficiente de ativação (R_{ai}) a adotar será
   a) O inerente à atividade de maior risco, sempre que esta ocupe, pelo menos, 10% da área útil desse compartimento;
   b) A média dos riscos de ativação das diferentes atividades, ponderadas pelas respetivas áreas.
3- Os valores da densidade de carga de incêndio por unidade de área e de volume (q_{si} e q_{vi}), constam no Quadro II do referido Despacho.

A4. Poder calorífico efetivo (Hu)

Tendo por base o Eurocódigo 1, apresenta-se no quadro abaixo os valores do poder calorífico efetivo de alguns materiais combustíveis.

A4. 1 Poder calorífico efetivo (Hu), de sólidos, líquidos, plásticos e gases

Sólidos	**H_u (MJ/Kg)**	**Plásticos**	**H_u (MJ/Kg)**	**Líquidos**	**H_u (MJ/Kg)**	**Gases**	**H_u (MJ/Kg)**
Antracite	34	ABS	36	Gasolina	44	Acetileno	48
Asfalto	41	Acrílico	28	Gasóleo	41	Butano	46
Betume	42	Celulóide	19	Óleo de Linhaça	39	Monóxido de carbono	10
Celulose	17	Epóxi	34	Metanol	20	Hidrogénio	120
Carvão de Lenha	35	Resina de Melanina	18	Óleo de Parafina	41	propano	46
Vestuário	19	Fenolformaldeldo	29	Bebidas alcoólicas	29	Metano	50
Carvão, Coque	31	Poliéster	31	Alcatrão	38	Etanol	27
Cortiça	29	Poliéster, Reforçado com fibras	21	Benzeno	40	--	--
Algodão	18	Polietileno	44	Álcool Benzílico	33	--	--
Cereais	17	Polistireno	40	Álcool Etílico	27	--	--
Gordura	41	Petróleo	41	Álcool Isopropílico	31	--	--
Lixo de cozinha	18	Espuma de polisocianurato	24	--	--	--	--
Cabedal	19	Policarbonato	29	--	--	--	--
Linóleo	20	Polipropileno	43	--	--	--	--
Papel Cartão	17	Poliuretano	23	--	--	--	--
Cera de Perafina	47	Espuma de poliuretano	26	--	--	--	--
Espuma de borracha	37	Cloreto Polivinílico	17	--	--	--	--
Isopreno de borracha	45	Ureiaformaldeído	15	--	--	--	--
Pneu de borracha	32	Espuma de Ureiaformaldeído	14	--	--	--	--
Seda	19	--	--	--	--	--	--
Palha	16	--	--	--	--	--	--
Madeira	19	--	--	--	--	--	--
Lã	23	--	--	--	--	--	--
Agl. de partículas	18	--	--	--	--	--	--

A5. Poder calorífico inferior (Hi)

Tendo por base a lista do Quado II do Anexo do Despacho n.º 2074/2009 - Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada,apresenta-se na Tabela A-5.1 valores do poder calorífico inferior de alguns elementos combustíveis.

A5. 1 Poder calorífico inferior de diversos combustíveis

Produtos	**H_i (MJ/kg)**	**Produtos**	**H_i (MJ/kg)**
Acetaldeído	25,1	Álcool butílico	33,5
Acetato de amilo	21,0	Anilina	37,2
Acetato de polivinilo	21,0	Antracite	33,5
Acetileno	50,2	Antracina (substância extraída do alcatrão da hulha)	42,0
Acetileno	50,2	Açúcar	16,7
Acetileno dissolvido	16,7	Benzaldeido	33,5
Acetona	29,3	Benzina	42,0
Acido acético	16,7	Enxofre	8,4
Ácido benzóico	24,1	Benzol	42,0
Acroleína	29,3	Benzidina	33,8
Aguarrás	42,0	Butano	46,0
Albumina vegetal	25,1	Cacau em pó	16,7
Álcool alílico	33,5	Café	16,7
Álcool amílico	42,0	Cálcio	4,2
Azeite	42,0	Borracha	42,0
Cânfora	37,2	Amido	16,7
Carbono	33,5	Cafeina	21,0
Cartão	16,7	Ebonite	33,5
Cartão asfáltico	21	Eptano	50,2
Carvão	31,4	Éter amílico	42,0
Celuloíde	16,7	Dipenteno	46,0
Celulose	16,7	Éter atílico	33,5
Cereais	16,7	Fibra de coco	25,1
Chocolate	25,1	Fenol	33,5
Cicloheptano	46	Fósforo	25,1
Ciclohexano	46	Furano	25,1
Ciclopentano	46	Gasóleo	42
Ciclopropano	50,2	Glicerina	16,7
Cloreto de polivinil	21	Gorduras	42
Cola celulósica	37,2	Guta-percha, goma-guta	46,0
Coque de hulha	29,3	Farinha de trigo	16,7
Couro	21	Heptano	46,0
Cresoto/fenol	37,2	Hexametileno	46,0
Dietilemina	42	Álcool cetílico	41,0
Dietilcetona	33,5	Hexano	46,0
Dietileter	37,2	Hidrogénio	142
Difenilos	42	Hidreto de magnésio	16,7
Dinamite (75%)	4,2	Hidreto de sódio	8,4
Leite em pó	16,7	Lã	21
Linho	16,7	Polisobutileno	46,0
Linóleo	2,1	Politetrafluoretileno (PTFE) – designação: teflon	4,2
Madeira	16,7	Poliuretano (PUR)	25,1

Produtos	H_i (MJ/kg)	Produtos	H_i (MJ/kg)
Magnésio	25,1	Propano	46,0
Malte	16,7	Rayon (fibra sintética)	16,7
Manteiga	37,2	Resina de pinho	42,0
Metano	50,2	Resina de fenol	25,1
Monóxido de carbono	8,4	Resina de ureia	21,0
Nitrino de acetona	29,3	Seda	21,0
Nitrocelulose	8,4	Sisal	16,7
Octanos	46,0	Sódio	4,2
Óleo de linhaça	37,2	Sulfuresto de carbono	4,2
Papel	16,7	Álcool etílico	25,1
Parafina	46,0	Tabaco	16,7
Parafina/óleo de parafina	42,0	Chá	16,7
Pentanos	50,2	Anidrodo acético	16,7
Petróleo	42,0	Tetralina (essência da naftalina)	46,0
Petróleo	42,0	Álcool metílico	21,0
Poliamida	29,3	Tolueno	42,0
Policarbonato	29,3	Tracetato (celulose)	16,7
Poliéster	25,1	Turfa	33,5
Poliestireno	42,0	Ureia	8,4
Polietileno	42,0	Viscose	16,7

A6. Poder calorífico superior

Apresenta-se na Tabela A-6.1 valores do poder calorífico superior de alguns combustíveis.

A6.1 Poder calorífico superior de diversos combustíveis

Materiais	Poder calorífico superior (MJ/kg)
Madeira	17,5
Vestuário/Cortiça/Algodão/papel, cartão/Seda/Palha/Lã	20
Carvão/Antracite/Charcoal/Coal	30
Metano/Etano/Propano/Butano	50
Etileno/Propileno	45
Benzeno/Tolueno	40
Metano/Etanol/Álcool etílico	30
Petróleo/Gasolina/Gasóleo	45
Polietileno/Poliestireno/Polipropeno	40
ABS (plástico)	35
Poliéster	30
Poliuretano	25
PVC	20
Asfalto, betume	40
Couro	20
Linóleo	20

ANEXO B

ANEXO B - DEMONSTRAÇÃO EXEMPLIFICATIVA DA APLICAÇÃO DO MÉTODO ARICA A UM EDIFÍCIO

Caraterísticas ocupacional dos edificios

O edifício em análise está atualmente a ser ocupado como local de Reuniões Públicas tem capacidade para um efetivo total de 157 pessoas.

Vistoria efetuada aos edifícios

Durante a vistoria foi preenchida a ficha de caraterização de cada local, conforme o quadro B1.1. Nesta ficha encontram-se todos os dados necessários do edifício para a aplicação do método ARICA, descrito nos capítulos deste trabalho.

Quadro B. 1 - Ficha de caraterização utilizada nas vistorias ao edifício

- Local

Geral

- Utilização-tipo
- Altura da utilização-tipo _____
- Efetivo (nº máximo de pessoas) _
- Local de risco _____
- Categoria de risco _____

Iniciação do incêndio

- Caraterização das instalações elétricas existentes
- Caraterização das instalações de gás existentes

Propagação e desenvolvimento do incêndio

- Materiais de construção

Tetos	
Paredes	
Pavimentos	

- Vãos interiores

Dimensão				
Materiais				

- Vão exteriores

Dimensão			
Materiais			
Distância ao vão em cima			

- Inventário dos materiais existentes

Evacuação

- Controlo de fumos das vias de evacuação

Desenfumagem passiva	
Desenfumagem ativa	

- Detetores de incêndio

Tipo	**Local (símbolo em planta)**
Detetor ótico de fumo	
Detetor termovelocimétrico	
Botoneira	
Sirene	
Central de deteção de incêndio	

- Pessoal afeto à segurança
- Sinalização de emergência

Tipo	**Local (símbolo em planta)**

- Iluminação de emergência

Tipo	**Local (símbolo em planta)**

Combate

- Meios de extinção no edifício (extintores, rede de incêndio armada com carretel, bocas de incêndio do tipo teatro, extinção automática)

Tipo	**Local (símbolo em planta)**

Aplicação do método de análise de risco ARICA

Iniciação do incêndio FG_{II}

Fatores parciais que constituem o FG_{II}

Estado de conservação da construção (F_{EC})

De modo geral, o edifício analisado encontra-se em bom estado de conservação. O edifício sofreu remodelações recentemente (ver Figura B.1).

O valor do fator parcial relativo ao estado de conservação da construção é igual a: **F_{EC} = 1,00.**

Figura B. 1 - Fotos do interior/exterior do edifício

Instalações elétricas (F_{IEL})

As instalações elétricas do edifício foram remodeladas recentemente, e respeitam as exigências que se encontram no respetivo regulamento atual. Conforme se pode verificar nas figuras abaixo.

O valor parcial relativo as instalações elétricas é igual a: **F_{IEL} = 1,00**

Figura B. 2 - Localização do Quadro elétrico principal – R/C e Quadro elétrico – 1º piso

Instalações de gás (F_{IG})

O edifício não possui instalações de gás, portanto o valor de **F_{IG}=1,00**

Natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{NCI})

No edifício não existe nenhum combustível de maior risco, embora existam outros materiais que podem aumentar o perigo em caso de incêndio, e como não foi possível calcular a quantidade de cargas de incêndio existentes, considerou-se que:

F_{NCI} = C_i (combustível existente de maior risco) **= 1,00**

9.3.1.1 Fator global associado ao início do incêndio (FG_{II})

O fator global associado ao início do incêndio (FG_{II}) é obtido através da média aritmética dos valores parciais anteriormente calculados, resultando o seguinte valor:

$$\mathbf{FG_{II}} = \frac{F_{EC}+F_{IEL}+F_{IG}+F_{NCI}}{4} = \frac{1{,}00+1{,}00+1{,}00+1{,}60}{4} = \mathbf{1{,}00}$$

Desenvolvimento e propagação do incêndio FG_{DPI}

Fatores parciais que constituem o FG_{DPI}

Conteúdo do edifício – Cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI})

Para este cálculo é necessário conhecer a quantidade do poder calorífico de cada material existente nos diversos locais e também a sua área útil.

Com base no Eurocódigo 1 – Parte 2 e no Anexo A - ponto A4 os valores de referência de densidade das cargas de incêndio e os valores dos poderes caloríficos são muito restrito o que limita a determinação do fator parcial relativo as cargas de incêndio mobiliárias.

Como não foi possível a determinação dos valores dos poderes caloríficos dos materiais existentes nos locais, considerou-se que o valor parcial relativo à natureza das cargas de incêndio mobiliárias (F_{CI}) é igual a: **F_{CI} =1,00**

Compartimentação corta-fogo (F_{CCF})

Para a determinação deste valor, será efetuada de modo separado a análise relativa aos pavimentos, paredes e vãos interiores, tendo em consideração a caraterização construtiva referida.

Determinação do fator compartimentação corta-fogo relativo aos pavimentos

Para os pavimentos apresenta-se nos Quadros seguintes a resistência ao fogo (RF_{EXIST}) e a área (A_{EXIST}) existente, assim como, a resistência ao fogo exigida pelo Regulamento.

Quadro B. 2 - Pavimentos pertencentes as vias horizontais

	Local	A_{EXIST} (m2)	Existentes		Regulamento
			Tipo	R_{FEXIST}	R_{FREG}
R/C	Via horizontal	59,16	P2	REI 30	REI 60
	Via horizontal	124,00	P3	REI 30	REI 60
1º andar	Via horizontal	123,13	P2	REI 30	REI 60
Total		**306,29**		$\sum_{N=1}^{N} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist.}} \times A_{Exist.}$ **=612,58**	

Quadro B. 3 - Pavimentos pertencentes as vias verticais

escada	Localização	A_{EXIST} (m2)	Tipo	função	Existente	Regulamento
					R_{FEXIST}	R_{FREG}
E1	Exterior do edifício Piso 1	4,96	P1	Via de evacuação	Ilimitada	Sem exigências RT-SCIE art.º 26
Total		4,96			$\sum_{N=1}^{N} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist.}} \times A_{Exist.}$ **=4,96**	

Quadro B. 4 - Pavimentos pertencentes aos locais

	Nº local	Utilização	A_{EXIST} (m2)	LR	Existentes		Regulamento
					Tipo	R_{FEXIST}	R_{FREG}
	1	Hall	**13,29**	A	P2	REI 30	REI 60
R/C	1	Instalações Sanitárias F.	4,06	A	P2 P3	REI 30	REI 60
	2	Instalações Sanitárias Def.	4,58	A	P3	REI 30	REI 60
	3	Instalações Sanitárias M.	7,2	A	P2	REI 30	REI 60
	4	Balcão de Literatura	2,54	A	P2	REI 30	REI 60
	5	Cabine de Som	2,07	A	P2	REI 30	REI 60
	6	Segunda Sala	11,79	A	P2	REI 30	REI 60
1º andar	7	Auditório	137,57	B	P2	REI 30	REI 60
	8	Hall	8,68	A	P2	REI 30	REI 60
	9	Instalações Sanitários de Apoio	2,37	A	P2	REI 30	REI 60
	10	Sala de Reuniões	12,48	A	P2	REI 30	REI 60
	11	Sala Polivalente	16,90	A	P2	REI 30	REI 60
	12	Biblioteca	17,26	A	P2	REI 30	REI 60
	13	Cozinha	12,08	A	P2	REI 30	REI 60
	14	Quarto	13,42	A	P2	REI 30	REI 60
	15	Sala de Estar	16,31	A	P2	REI 30	REI 60
	16	Hall	7,39	A	P2	REI 30	REI 60
	17	Instalações Sanitárias	5,52	A	P2	REI 30	REI 60
	18	Escritórios	10,72	A	P2	REI 30	REI 60
		Total=	**306,23**			$\sum_{N=1}^{N} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist.}} \times A_{Exist.}$ **=612,46**	

Após os cálculos efetuados relativo ao fator parcial à compartimentação corta-fogo da totalidade dos pavimentos do edifício, o valor obtido é igual a:

$$F^{T}_{CCF\ (pavimentos)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} \frac{R_{reg}}{R_{exist}} \times A_{exist}}{\sum_{i=1}^{N_{PAV}} A_{exist}} = \frac{612{,}58+4{,}96+612{,}46}{306{,}29+4{,}96+306{,}23} = 1{,}99$$

Determinação do fator de compartimentação corta-fogo relativo às paredes

Como não foi possível o cálculo dos comprimento de todas as paredes para a determinação do fator parcial relativo a compartimentação corta-fogo, considerou que o valor é igual a:

$$F^{T}_{CCF}\,(\text{paredes}) = 1{,}00$$

Determinação do fator compartimentação corta-fogo relativo aos vãos interiores

Para os vãos interiores, apresenta-se nas tabelas seguintes a resistência ao fogo existente (RF_{EXIST}) e a resistência ao fogo exigida pelo Regulamento (RF_{REG}):

- Vãos interiores pertencentes as vias de evacuação horizontais ou locais de risco B;
- Vãos interiores pertencentes às vias verticais, (escadas).

A terminologia utilizada para a indicação do tipo de paredes existentes está conforme indicado nos pontos acima.

Quadro B. 5 - Verificação dos vãos interiores das vias horizontais de evacuação dos locais de risco

	Locais a que pertence o vão Local de risco		Existente			Regulamento
			Tipo	**Nº**	**RF_{EXIST}**	**RF_{REG}**
R/C	B	Auditório	VIP1'	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Segunda sala	VIP2	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
1º Andar	A	Sala de reuniões	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Sala polivalente	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Biblioteca	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Cozinha	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Quarto	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Sala estar	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
	A	Escritório	VIP5	1	E15 C	E15 C (cap. III art. 20º)
			Total=	9	$\sum_{N=1}^{N} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist.}} \times A_{Exist.}$ **=9**	

O edifício não possui escadas interiores. O valor do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo (F_{CCF}) da totalidade dos vãos interiores do edifício é igual a:

$$F^{T}_{CCF\ (vãos)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_V} R_{reg_i}}{\sum_{i=1}^{N_V} R_{exist_i}} = \frac{9}{9} = 1{,}00$$

Determinação do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo (F_{CCF})

O valor do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo (F_{CCF}) é determinado pela média aritmética dos valores de $F^{T}_{CCF\ (pavimentos)}$, $F^{T}_{CCF\ (paredes)}$ e $F^{T}_{CCF\ (Vãos)}$ determinados anteriormente e é igual a:

$$F_{CCF} = \frac{F^{T}_{CCF(pavimentos)} + F^{T}_{CCF(paredes)} + F^{T}_{CCF(vãos)}}{3} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N_{Pav}} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist}} \times A_{Exist}}{\sum_{i=1}^{N_{Pav}} A_{Exist}} + \frac{\sum_{i=1}^{Par} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist}} C_{Exist}}{\sum_{i=1}^{N_{Par}} A_{Exist}} + \frac{\sum_{i=1}^{N_V} \frac{R_{Reg}}{R_{Exist}}}{N_V}}{3} = \frac{1{,}99+1{,}00+1{,}00}{3} = 1{,}33$$

Deteção, alerta e alarme de incêndio

Tendo por base o RT-SCIE, as instalações dos locais de utilização-tipo VI devem possuir instalação de deteção alerta e alarme de incêndio (artº 129 ponto 1) diz que:

> *"As utilizações-tipo IV, V, VI, VII, VI e XII, (...), devem ser dotados de instalações de alarme da configuração 3, que são: "*
>
> - ✓ *Botões de acionamento de alarme;*
> - ✓ *Detetores automáticos;*
> - ✓ *Central de sinalização e comando com temporizadores, alerta automática, comandos e com fonte local de alimentação de energia;*
> - ✓ *Proteção total ou parcial;*
> - ✓ *Difusão do alarme no interior e no exterior.*

O edifício em análise encontra-se equipado com sistema automático de deteção de incêndio. considerou-se que: **f_{DI}= 1,00**

Equipas de segurança

Tendo por base o RT-SCIE no seu art.º 200, quadro XL, os edifícios de utilização-tipo VI com 2ª categoria de risco, devem possuir no mínimo três elementos afectos a segurança. O edifício em análise possui elementos afectos a ES.

Portanto, o valor de fator parcial relativo às equipas de segurança é igual a: **F_{ES} = 1,00**

Propagação pelo exterior – Afastamento entre vãos sobrepostos (F_{AV})

Com base no regulamento o art.º 7, os troços de elementos de fachada de construção tradicional, compreendidos entre vãos situados em pisos sucessivos da mesma prumada, pertencentes a compartimentos corta-fogo distintos devem ter uma altura superior a 1,1 m.

No edifício em análise, os valores relativo a este favor parcial encontram-se dentro dos parâmetros normais. Considerou-se que:

$$F_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{AV_{reg_i}}{AV_{exist_i}}}{NV}$$, com F_{AV} pertencente ao intervalo]1,0; 1,5]: **F_{AV}=1,00**

9.3.1.2 Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício (FG_{DPI})

Apos os cálculos de todos os fatores parciais que compõem este fator global, obteve-se o seguinte resultado:

$$FG_{DPI} = \frac{F_{Ci} + F_{CCF} + F_{DI} + F_{ES} + F_{AV}}{5} = \frac{1{,}60+1{,}33+1+1+1}{5} = 1{,}06$$

Fator global de risco associado à evacuação do edifício (FG_{EE})

Fatores parciais que constituem o FG_{EE}

Fatores inerentes aos caminhos de evacuação (FI_{CE})

Largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L)

Para a determinação deste fator será efetuado a análise relativamente às larguras reais dos vãos das saídas de evacuação dos locais, das vias de evacuação em impasse, dos vãos integrados em vias de evacuação em impasse e das vias alternativas (caso existam), onde existam efetivos.

Largura dos vãos de saídas de evacuação dos locais

No Quadro abaixo, apresenta-se a largura dos vãos das saídas dos locais onde existem efetivos, a largura mínima dos vãos exigidos pelo regulamento e o número máximo de efetivo permitido pelo regulamento nestas saídas.

Quadro B. 6 - Largura dos vãos de saídas de evacuação dos locais

	Nº local	utilização	Local Risco (LR)	Nef	$L_{exist} = L_{real}$ (m)		L_{reg} (m)	N_{efreg} (art. 56)	$\frac{L_{reg}}{L_{exist}} \times \frac{N_{ef}}{N_{efreg}}$	$\frac{L_{reg}}{L_{exist}} \times \frac{N_{ef}}{N_{efreg}}$
					Saída interior	Saída exterior			**Saída interior**	**Saída exterior**
R/C	1	Auditório	B	113	1,97	1,80	0,90	199	0,259	0,284
	2	Segunda sala	A	9	0,70	---	0,90	99	0,117	--
1º andar	3	Sala de reuniões	A	7	0,79	---	0,90	99	0,081	--
	4	Sala polivalente	A	9	0,86	---	0,90	99	0,095	--
	5	Biblioteca	A	4	0,86	---	0,90	99	0,042	--
	6	Cozinha	A	1	0,80	---	0,90	99	0,011	--
	7	Quarto	A	2	0,80	---	0,90	99	0,023	--
	8	Sala estar	A	9	1,21	---	0,90	199	0,034	0,058
	9	Escritório	A	3	0,80	--	0,90	99	0,034	--
Total=					**6,82**	**1,80**			**0,44**	**0,06**

Largura das vias de evacuação em impasse

Com base no RT-SCIE, no Quadro abaixo apresenta-se as larguras existentes das vias de evacuação em impasse, o número de efetivos que atravesse esse local, a largura mínima definida pelo regulamento e o número máximo de efetivos permitidos pelo regulamento.

Quadro B. 7 - Largura das vias de evacuação em impasse

	Nº local	Ponto principal	Ponto intermédio	Nef	L_{exist} (m)	L_{reg} (m)	N_{efreg} (art. 56)	$\frac{L_{reg}}{L_{exist}} \times \frac{N_{ef}}{N_{efreg}}$
1º andar	3	Sala de reuniões	Saída para escadas acesso ao pátio	7	0,79	0,90	99	0,0806
	4	Sala polivalente	Saída para escadas acesso ao pátio	9	0,86	0,90	99	0,0951
	5	Biblioteca	Saída para escadas acesso ao pátio	4	0,86	0,90	99	0,0423
	6	Cozinha	Saída para escadas acesso ao pátio	1	0,80	0,90	99	0,0114
	7	Quarto	Saída para escadas acesso ao pátio	2	0,80	0,90	99	0,0227
	8	Sala estar	Saída para escadas acesso ao pátio	9	1,21	0,90	199	0,0336
	9	Escritório	Saída para escadas acesso ao pátio	3	0,80	0,90	99	0,0341
			Total das vias de evacuação=	**7**			**Total=**	**0,320**

Largura dos vãos integrados nas vias de evacuação em impasse

No edifício não existem vãos integrados nas vias de evacuação em impasse.

Fator parcial relativo à largura dos diversos elementos dos caminhos de evacuação (F_L)

Verificou-se que o edifício apresenta alguns dos valores inferiores aos valores definidos pelo regulamento. Portanto, o valor de F_L será determinado da seguinte expressão:

$$F_L = \frac{F^T_{LVias} + F^T_{LVãos}}{2} \frac{\frac{\Sigma_{i=1}^{NVE} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} * \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NVE} + \frac{\Sigma_{i=1}^{NV} \frac{L_{reg\,i}}{L_{exist\,i}} * \frac{N_{ef\,i}}{Nefreg\,i}}{NV}}{2} = \frac{\frac{0,44+0,06}{6,82+1,80} + \frac{0,32}{7}}{2} = 0,052$$

Dado que este fator pertence ao intervalo de [1,00; 2,00], e o resultado obtido é inferior a 1, então considera-se que: **F_L= 1**

Distância a percorrer nas vias de evacuação (F_{DVE})

Nas tabelas seguintes serão apresentadas as distâncias a percorrer nas vias de evacuação em impasse, ($D^{imp.}_{exist}$ *e* $D^{alt.}_{exist}$), desde os locais onde existem efetivos ate uma saída para o exterior e, a distância máxima regulamentar a percorrer nessas vias ($D^{imp.}_{exist}$ *e* $D^{alt.}_{exist}$), correspondestes ao número de efetivos existentes (N_{ef}), utilizando o Regulamento.

Quadro B. 8 - Distâncias a percorrer nas vias de evacuação em impasse

	Nº local	Utilização	Nef	Via de evacuação em impasse			
				D_{Exist}^{Imp}	Percurso	D_{Reg}^{Imp}	$\frac{D_{Exist}^{Imp}}{D_{Reg}^{Imp}}$
1º andar	3	Sala de reuniões	7	1,77	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,118
	4	Sala polivalente	9	2,25	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,150
	5	Biblioteca	4	2,25	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,150
	6	Cozinha	1	6,24	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,416
	7	Quarto	2	7,58	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,505
	8	Sala estar	9	8,20	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,547
	9	Escritório	3	6,24	Saída para escadas acesso ao pátio	15 (art. 61º)	0,416
	Total das vias de evacuação=		**7**			**Total=**	**2,30**

Não existem vias de evacuação alternativas em impasse. O valor do fator parcial relativo a este fator será determinado pela média aritmética.

$$F_{DVE} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{imp.}}{D_{(reg)i}^{imp.}}}{NV\ imp.} + \frac{\sum_{i=1}^{NV} \frac{D_{(exist)i}^{alt.}}{D_{(reg)i}^{alt.}}}{NV\ alt.}}{2} \frac{\frac{2,30}{7}+\frac{1}{1}}{2} = 0,66.\ F_{DVE}\ \text{com intervalo } [0,5;2,0] \rightarrow F_{DVE}=1$$

Número de saídas dos locais (F_{NSL})

Com base no regulamento, apresenta-se no Quadro abaixo o número de saída dos locais onde existem efetivos e o número mínimo de saídas definidas pelo regulamento com base no efetivo existente.

Quadro B. 9 - nº de saídas dos locais existentes e nº mínimo de saídas regulamentar

	Nº local	Utilização	Nef	Nº de saídas (NSL)		$\frac{NSL_{reg}}{NSL_{exist}}$
				Exist.	Reg. (art.54º)	
R/C	1	Auditório	113	2	2	1
	2	Segunda sala	9	1	1	1
1º andar	3	Sala de reuniões	7	1	1	1
	4	Sala polivalente	9	1	1	1
	5	Biblioteca	4	1	1	1
	6	Quarto	2	1	1	1
	7	Cozinha	1	1	1	1
	8	Sala de estar	9	1	1	1
	9	Escritório	3	1	1	1
Total=	**9**				**Total=**	**9**

O edifício apresenta valores iguais aos valores regulamentares. Portanto, o valor de relativo a este fator é igual a:**F_{NSL} = 1**

Inclinação das vias verticais de evacuação (F_{IVE})

Existe apenas uma escada localizada no exterior do edifício, como não foi possível comparar o valor da inclinação existente e o valor da inclinação regulamentar, e por se tratar de um edifício de 2ª categoria de risco, considerou-se que; **F_{IVE} =1**

Proteção das vias de evacuação (F_{PV})

Não foi possível verificar o comprimento exato dos vãos verticais e horizontais existentes no edifício, ou seja, não foi possível verificar se os valores existentes no edifício são iguais aos valores regulamentares. Portanto, considerou-se que o valor referente a este fator é igual: **F_{PV} =1**

Controlo de fumo das vias de evacuação (F_{CF})

Com base no regulamento no art. 25º, as vias de evacuação incluindo os caminhos de evacuação dos locais de risco B, devem estar protegidas. Como o edifício não dispõe de controlo de fumo, o valor referente a este fator é igual a: **F_{CF} = 2,00**

Sinalização e iluminação de emergência (F_{SI})

Com base no RT-SCIE art. 108º e art. 115º o edifício encontra-se dotado de sinalização e iluminação de emergência, conforme as plantas apresentadas no Anexo B4. Portanto, o valor relativo e este fator parcial é: **F_{SI}=1,00.**

Fatores inerentes aos caminhos de evacuação do edifício (FI_{CE})

Este fator resulta da média aritmética dos valores calculados anteriormente, resultado a seguinte expressão:

$$FI_{CE}=\frac{F_L+F_{DVE}+F_{NSL}+F_{IVE}+F_{PV}+F_{CF}+F_{SI}}{7}=\frac{1+1+1+1+1+2+1}{7}=1{,}14$$

<u>Fatores inerentes aos edifícios (FI_E)</u>

Deteção, alerta e alarme de incêndio (F_{DI})

Fator já calculado anteriormente, o valor do fator parcial relativo à deteção, alerta e alarme de incêndio é igual a: **f_{DI}= 1,00**

Equipas de segurança (F_{ES})

O fator parcial relativo ao fator parcial às equipas de segurança, já determinado acima, é igual: **F_{ES}=1,00**

Realização de exercícios de evacuação (F_{EE})

Com base no RT-SCIE, art.º 207 devem ser realizados exercícios com objetivos de teste de treino dos ocupantes, com vista a criar rotinas de comportamento e de atuação face a uma

situação de risco, no caso da UT VI 2ª categoria de risco este exercício deve ser realizado com uma periodicidade de 2 anos. O edifício em análise tem realizado exercícios de evacuação. Portanto, o valor parcial relativo à evacuação do edifício é: **F_{EE} = 1**

Expressão relativa à componente dos fatores inerentes aos edifícios

O valor do fator relativo aos componentes inerentes ao edifício é igual a média aritmética dos valores calculados nos pontos anteriores:

$$FI_{CE}=\frac{F_{DI}+F_{ES}+F_{EE}}{3}=\frac{1+1+1}{3}=1$$

Fator de correção

O edifício apresenta um número de pisos igual a 2. Para o factor de correção considerou-se o seguinte valor: F_C = 1,1

9.3.1.3 Fator global à evacuação do edifício (FG_{EE})

O fator do valor global relativo a evacuação do edifício, resulta da média dos dois fatores calculados anteriormente (FI_{CE} e FI_E) a multiplicar pelo valor de correção (F_C) visto que o edifício não cumpre todas as exigências regulamentares.

$$FG_{EE}=F_C\times\left(\frac{FI_{CE}+FI_E}{2}\right)=1{,}1\left(\frac{1{,}14+1{,}00}{2}\right)=1{,}18$$

Fator global associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

Fatores parciais que constituem o FG_{CI}

Fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (FE_{CI})

Acessibilidade ao edifício (F_{AE})

Com base no RT-SCIE, Título II, Cap. I - art.º 4, as vias de acesso ao edifício devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro a uma distância não superior a 30m de, pelo menos, uma das saídas do edifício que faça parte dos seus caminhos de evacuação.

Nos CUA ou em locais onde não é possível satisfazer os 30 m, a distância é estendida para os 50 m. No Quadro abaixo, efetua-se a comparação entre os valores estabelecidos pelo regulamento e os valores existentes.

Quadro B. 10 - Comparação das condições de acessibilidade ao edifício existentes e as regulamentares

	Existente	regulamento
Condições de acesso a via		
Largura útil	10,5 m	3,5 m
Altura útil	Sem restrições	4,0 m
Raio de curvatura	----	11m
Inclinação	0,0 %	15,0%

O edifício encontra-se localizado numa zona de fácil acesso as viaturas dos bombeiros Portanto, o valor relativo ao fator acessibilidade ao edifício é igual a: **F_{AE} = 1,00.**

Hidrantes exteriores (F_{HE})

No Quadro abaixo, segue a comparação dos hidrantes exteriores existentes próximo do edifício e os exigidos pelo regulamento, conforme o RT-SCIE Título II, Cap. III - art.º 12.

Quadro B. 11 – Distâncias existentes/ regulamentares das bocas e marcos-de-incêndio

	Existente	Regulamento
Marco-de-incêndio	Não existe	Distância não inferior a 30 m de qualquer das saídas do edifício que façam parte dos caminhos de evacuação. Art.º 12, Título II – Cap. III
Boca-de-incêndio	Existem várias bocas-de-incêndio nas proximidades do edifício	Uma em cada 15 m de comprimento de parede , ou fração, quando esta exceder os 7,5 m. Art.º 12, Título II – Cap. III

O edifício está localizado num arruamento acessível a viaturas de socorro e apresenta hidrantes exteriores mas, não cumpre na totalidade o regulamento, pois as distâncias existentes entre os hidrantes e o edifício são superiores ao definido pelo regulamento. Sendo F_{HE} pertencente ao intervalo]1,0;1,2] . Considerou-se que: **F_{HE} = 1,2**

Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)

Como não foi possível determinar a fiabilidade de rede de alimentação de água, para cada zona em concreto, considera-se que**: F_F = 1,0.**

Expressão relativa à componente dos fatores exteriores de combate ao incêndio no edifício (F^E_{CI})

$$FE_{CI} = \frac{F_{AE}+F_{HE}\times F_F}{2} = \frac{1+1,2\times 1}{2} = 1,1$$

Fatores interiores de combate ao incêndio no edifício (FI_{CI})

Extintores (F_{EXT})

Com base no regulamento todas as UT, com excepção da UT –I, 1ª e 2ª categoria de risco, devem ser equipadas com extintores devidamente dimensionados e adequadamente

distribuídos, de forma que a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para os caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo não exceda 15 m.

No edifício encontram-se instalados extintores, respeitando o regulamento vigente. Considerou-se que: $\mathbf{F_{EXT} = 1,0}$

Rede armada de incêndio

O RT-SCIE, no seu art. 164º diz que as UT VI -2ª categoria de risco, devem estar dotadas de bocas-de-incêndio do tipo carretel, devidamente distribuídas e sinalizadas.

No edifício não existem bocas-de-incêndio do tipo carretel instaladas, sendo que o valor relativo a este fator é igual a: $\mathbf{F_{RIA} = 1,0}$

Colunas secas e/ou húmidas

O RT-SCIE, no seu art. 168º diz que as UT VI -3ª categoria de risco, devem estar servidas de redes húmidas, e as UT- 4ª categoria de risco devem estar servidas de rede húmidas com bocas-de-incêndio tipo teatro.

Portanto, como se trata de um edifício com 2ª categoria de risco não é obrigatório a existência de uma rede seca e/ou húmida. Considerou-se que: $\mathbf{F_{CS/H} = 1,0}$

Sistema automático de extinção (F_{SAE})

Com base no regulamento os edifício das UT VI com 2ª categoria de risco estão isentos da instalação de sistemas fixos de extinção automática.considerou-se que: $\mathbf{F_{SAE} = 1,0}$

Fiabilidade da rede de alimentação de água (F_F)

Como não foi possível determinar a fiabilidade de rede de alimentação de água, para cada zona em concreto, considera-se o valor de F_F igual a: $\mathbf{F_F = 1,0.}$

Expressão relativa à componente dos fatores interiores de combate ao incêndio no edifício ($\mathbf{FI_{CE}}$)

O valor dos componentes relativo aos fatores de combate ao incêndio no edifício é igual a:

$$FI_{CI} = \frac{F_{EXT}+(F_{RIA}+F_{CS/H}+F_{RAE})\times F_F}{4} = \frac{1,0+(1,3+1+1)\times 1}{4} = 1,08$$

Equipas de segurança ($\mathbf{F_{ES}}$)

Valor já calculado anteriormente: $\mathbf{F_{ES} = 1,00}$

9.3.1.4 Fator global associado ao combate ao incêndio (FG_{CI})

O fator global associado ao combate ao incêndio, resulta da média aritmética dos três fatores parciais já calculados (FE_{CI}, FI_{CI} e F_{ES}), que por sua vez resulta a seguinte expressão:

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI}+FI_{CI}+F_{ES}}{3} = \frac{1,10+1,08+1,00}{3} = 1,06$$

Fator global de risco

Com base nos valores parciais calculados relativos aos fatores globais é possível a determinação do Fator Global de Risco de Incêndio, cujo valor é igual a:

$$\text{FRI}=\frac{1,2xFG_{II}+1,1FG_{DPI}+FG_{EE}+FG_{CI}}{4} = \frac{1,2+1,16+1,18+1,06}{4} = 1,15$$

Risco de incêndio

O Risco do Incêndio (RI) é determinado comparando o Fator Global de Risco de Incêndio calculado acima (FRI=1,236), com o Fator de Risco de Referência (FRR), sendo o fator de correção igual a: F_C = 1,10.

$$RI = \frac{FRI}{FRR} = \frac{1,15}{0,915 + 0,25 \times F_C} = \frac{1,15}{,915 + 0,25 \times 1,1} = \frac{1,15}{1,19} = 0,96$$