

# **ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNCIO DE UM QUARTEIRÃO DO CENTRO HISTÓRICO DA CIDADE DO PORTO**

**Quarteirão 14052 – Aldas, Sé do Porto**

**DIOGO VAZ DA FONSECA E CUNHA**

Relatório de Dissertação submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

---

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Rodrigues  
Gonçalves

---

Co-Orientador: Major Engenheiro Luís Manuel Pais Rodrigues

JANEIRO DE 2010

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais

*O homem não pode tornar-se homem sem ser pela educação. Ele não é senão aquilo que a educação o faz ser.*

*Kant*



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor Miguel Jorge Chichorro Rodrigues Gonçalves pela ajuda, apoio e atenção que me prestou na elaboração da dissertação, pela disponibilidade demonstrada em me receber no seu gabinete, e devido a toda a sua sabedoria, experiência e pedagogia me privilegiou com todos os seus conhecimentos.

A segunda palavra de agradecimento vai para o Major Eng. Luís Manuel Pais Rodrigues, que sempre me recebeu atenciosamente no Quartel do Batalhão de Sapadores Bombeiros do Porto, mostrando sempre muita disponibilidade para a marcação de reuniões, para além de toda a vontade manifestada no esclarecimento de certas dúvidas que me iam entretanto surgindo na realização da tese.

Finalmente, agradeço e muito aos meus Pais por todo o amor, apoio e carinho que me deram durante estes meses proporcionando-me as melhores condições para a concretização deste sonho.



## **RESUMO**

Neste trabalho faz-se a análise do risco de incêndio de um edifício bastante antigo do Centro Histórico do Porto e tiram-se as devidas ilações no que se refere às medidas possíveis a serem implementadas de forma a tornar aceitável esse risco. Dada a importância em serem avaliados os imóveis quanto ao seu risco de incêndio, reforçada com a implementação da nova regulamentação de segurança contra incêndio em edifícios, e particularmente aqueles que se localizam nos centros históricos das cidades, este estudo vem dar um pequeno contributo nessa avaliação. Os Centros Urbanos Antigos representam valores culturais, históricos, arquitectónicos e afectivos que devem ser preservados ao longo dos anos de forma a nunca ser perdida a principal referência de identidade da cidade. O estudo aqui realizado permite à população e às entidades com responsabilidade nas decisões urbanas, reflectirem e agirem em conformidade na salvaguarda da segurança contra incêndio.

O estudo enquadrou-se no Quarteirão das Aldas devido às suas características de construção, à sua localização e ao seu valor cultural. Este edifício localiza-se em plena Baixa do Porto, no Morro da Sé, apresenta um mau a razoável estado de conservação e está inserido na área classificada como património mundial da UNESCO.

No estudo realizado passou-se por, numa primeira fase, fazer o levantamento e diagnóstico da situação existente no local, tendo esta parte sido facilitada pelo estudo deste Quarteirão por parte da Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação da Baixa Portuense SA.

Na segunda fase do trabalho, procuraram-se utilizar as metodologias de cálculo das várias que se abordaram no estado da arte que mais se enquadrariam no estudo em análise, com o propósito de se obterem valores do nível de segurança contra incêndio do Quarteirão mais consentâneos com as condições do edifício nas suas vertentes, desde as acessibilidades, estado de conservação, morfologia, constituição, etc.

Após a realização deste estudo e conhecendo todos os valores referentes ao risco de incêndio, o trabalho teve igualmente como objectivo o de apontar medidas de intervenção e segurança contra incêndio a serem implementadas, dedicando-se um capítulo a tal propósito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de Risco, Incêndio, Gretna, Centro Histórico do Porto, Índice de Risco



## **ABSTRACT**

In this paper it is analyzed the fire risk of quite an old building in Porto Historical Center. Conclusions are drawn concerning the possible measures to be implemented in order to make that risk acceptable. Since it is important to evaluate the fire risk of buildings, reinforced with the implementation of the new safety regulation against fire in buildings, specially those located in the cities historical centers, this study also gives a small contribute to that evaluation. The Old Urban Centers represent cultural, historical, architectonic and affective values that should be preserved across the years, so that the main reference of the city's identity is never lost. The present research allows the population and the entities responsible for urban decisions to reflect and act upon to preserve the safety against fire.

The study was focused on the Aldas Block due to its construction characteristics, location and cultural value. This construction is located right in Porto's downtown, in the Hill of Sé, and it presents a bad to reasonable maintenance condition, being inserted in the area classified as UNESCO world patrimony.

In a first phase, it was accomplished the setting and identification of the local condition, which was the easy part since a similar study has already been done by Porto Live, SRU – Society for Porto's Downtown Rehabilitation SA.

In the second phase, were used several state of art calculation methodologies that would be more suitable for the case study in analysis. The main purpose was to obtain values of the Block safety's level against fire more suited to the conditions of the building, from its accessibilities, maintenance condition, morphology, constitution, etc.

After accomplishing this research and knowing all the values referring to the fire risk, this work also had the purpose of pointing out intervention and safety measures against fire to be implemented, which are dealt with in a final chapter.

**KEYWORDS:** Risk Analysis, Fire, Gretener, Porto Historical Center, Risk Index Method



## ÍNDICE GERAL

|                      |     |
|----------------------|-----|
| AGRADECIMENTOS ..... | i   |
| RESUMO .....         | iii |
| ABSTRACT .....       | v   |

|                                                                   |          |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                        | <b>1</b> |
| 1.1. OBJECTIVOS, ÂMBITOS E JUSTIFICAÇÃO .....                     | 1        |
| 1.2. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....                    | 2        |
| <b>2. FOGO E INCÊNDIO .....</b>                                   | <b>3</b> |
| 2.1. BREVE HISTÓRICO DO FOGO .....                                | 3        |
| 2.2. ASPECTOS GERAIS DA COMBUSTÃO .....                           | 4        |
| 2.3. INCÊNDIOS HISTÓRICOS .....                                   | 6        |
| 2.4. CARACTERIZAÇÃO DO INCÊNDIO .....                             | 8        |
| 2.4.1. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM INCÊNDIO .....              | 8        |
| 2.4.2. INCÊNDIO COMPARTIMENTADO .....                             | 9        |
| 2.4.3. CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS .....                          | 11       |
| 2.5. SEGURANÇA ESTRUTURAL .....                                   | 12       |
| 2.6. REGULAMENTAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS .....           | 15       |
| 2.6.1. INTRODUÇÃO .....                                           | 15       |
| 2.6.2. TIPOS DE REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO ..... | 15       |
| 2.6.3. REGULAMENTAÇÃO DE SCI EM PORTUGAL .....                    | 16       |
| 2.7. MEIOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO .....                          | 18       |
| 2.8. INTERVENÇÃO NO COMBATE AO INCÊNDIO .....                     | 21       |
| 2.8.1. INTRODUÇÃO .....                                           | 21       |
| 2.8.2. FASES DE EVOLUÇÃO DO INCÊNDIO .....                        | 22       |
| 2.8.3. ACESSIBILIDADES .....                                      | 22       |
| 2.8.4. MEIOS DE COMBATE AO INCÊNDIO .....                         | 23       |
| 2.8.5. INTERVENÇÃO DOS MORADORES .....                            | 23       |
| 2.9. PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS .....                      | 23       |
| 2.9.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA .....                                   | 23       |
| 2.9.2. MEDIDAS PREVENTIVAS .....                                  | 24       |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 2.9.3. Plano de Segurança contra Incêndio ..... | 25 |
| 2.9.4. Plano Prévio de Intervenção .....        | 26 |

### **3. APRESENTAÇÃO DO QUARTEIRÃO 14052 – ALDAS .....**

**27**

#### **3.1. INTRODUÇÃO .....**

**27**

#### **3.2. MEMÓRIA DESCRITIVA DO QUARTEIRÃO EM ESTUDO .....**

**28**

##### **3.2.1. ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO.....**

**28**

##### **3.2.2. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA.....**

**31**

##### **3.2.3. ESTADO DE CONSERVAÇÃO .....**

**33**

##### **3.2.4. OCUPAÇÃO .....**

**34**

##### **3.2.5. INTERVENÇÃO DOS BOMBEIROS NO QUARTEIRÃO .....**

**36**

### **4. MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO.....**

**39**

#### **4.1. INTRODUÇÃO .....**

**39**

#### **4.2. MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO .....**

**42**

##### **4.2.1. MÉTODOS QUALITATIVOS .....**

**42**

##### **4.2.2. MÉTODOS QUANTITATIVOS .....**

**43**

##### **4.2.3. MÉTODOS SEMI-QUANTITATIVOS .....**

**44**

#### **4.3. MÉTODO DE GREENER .....**

**49**

##### **4.3.1. DEFINIÇÕES.....**

**49**

##### **4.3.2. Aplicação do Método .....**

**50**

###### **4.3.2.1. Exposição ao Perigo e Risco de Incêndio .....**

**50**

###### **4.3.2.2. Risco de Incêndio Admissível.....**

**53**

###### **4.3.2.3. Critério de Segurança Contra Incêndio .....**

**53**

###### **4.3.2.4. Caracterização do Tipo de Edifício .....**

**54**

##### **4.3.3. DESENVOLVIMENTO DO CÁLCULO .....**

**54**

###### **4.3.3.1. Cálculo do Perigo Potencial e Determinação do Perigo de Activação.....**

**54**

###### **4.3.3.2. Cálculo das Medidas Normais (N).....**

**56**

###### **4.3.3.3. Cálculo das Medidas Especiais (S).....**

**56**

###### **4.3.3.4. Cálculo da Resistência ao Fogo (F) .....**

**57**

###### **4.3.3.5. Perigo de Activação.....**

**58**

###### **4.3.3.6. Risco Efectivo de Incêndio (R) .....**

**58**

###### **4.3.3.7. Determinação do Grau de Segurança.....**

**58**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| <b>4.4. FIRE RISK INDEX METHOD (FRIM)</b> ..... | 59 |
|-------------------------------------------------|----|

## **5. AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO DO QUARTEIRÃO** <sup>79</sup>

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....                                                   | 79 |
| <b>5.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GRETENER</b> .....                                        | 80 |
| 5.2.1. APRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....                                                  | 80 |
| 5.2.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MÉTODO DE GRETENER .....                           | 83 |
| 5.2.2.1. Carga de Incêndio Mobiliária do Edificado .....                                 | 83 |
| 5.2.2.2. Perigo Potencial Inerente aos Edifícios .....                                   | 84 |
| 5.2.2.3. Medidas Normais, Especiais e Inerentes à Construção .....                       | 84 |
| 5.2.2.4. Risco de Incêndio Efectivo .....                                                | 84 |
| 5.2.2.5. Coeficientes de Segurança contra Incêndio no Edificado .....                    | 85 |
| <b>5.3. APLICAÇÃO DO FIRE RISK INDEX METHOD (FRIM)</b> .....                             | 88 |
| 5.3.1. APRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....                                                  | 88 |
| 5.3.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO FRIM .....                                         | 90 |
| <b>5.4. ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS E APRESENTAÇÃO DAS SUAS LIMITAÇÕES</b> .... | 93 |

## **6. PROPOSTA DE MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DE SEGURANÇA PARA O EDIFICADO** .....

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>6.1. INTRODUÇÃO</b> .....                                                                           | 97  |
| <b>6.2. MEDIDAS PARA LIMITAR A ECLOSÃO DO INCÊNDIO</b> .....                                           | 97  |
| <b>6.3. REDUÇÃO DO RISCO DE COLAPSO DE ELEMENTOS COM FUNÇÃO DE SUPORTE E/OU COMPARTIMENTAÇÃO</b> ..... | 98  |
| 6.3.1. ACTUAÇÃO SOBRE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO .....                                                    | 98  |
| 6.3.2. ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO .....                                                                   | 98  |
| 6.3.3. ACÇÃO SOBRE OS PAVIMENTOS .....                                                                 | 98  |
| 6.3.4. MELHORIA DO COMPORTAMENTO DAS PAREDES E COBERTURAS .....                                        | 99  |
| <b>6.4. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO</b> .....                                | 99  |
| 6.4.1. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO NO EDIFÍCIO PELO EXTERIOR .....           | 99  |
| 6.4.2. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO NO EDIFÍCIO PELO INTERIOR .....           | 99  |
| 6.4.3. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO ENTRE EDIFÍCIOS .....                     | 100 |
| <b>6.5. MEDIDAS PARA FACILITAR A EVACUAÇÃO DO EDIFÍCIO</b> .....                                       | 100 |
| <b>6.6. FACILIDADE DE INTERVENÇÃO DOS BOMBEIROS</b> .....                                              | 101 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.7. MEDIDAS CAUTELARES DE SCI DO BSB PARA A RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES.. | 101 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|

## **7. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS..... 103**

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 7.1. CONCLUSÕES ..... | 103 |
|-----------------------|-----|

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS ..... | 104 |
|-------------------------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| BIBLIOGRAFIA ..... | 107 |
|--------------------|-----|

## **ANEXOS**

**ANEXO A. FOLHAS DE CÁLCULO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DOS EDIFÍCIOS DO QUARTEIRÃO DAS ALDAS (“MICROSOFT EXCEL”)**

**ANEXO B. MÉTODO DE GREENER – APLICAÇÕES**

**ANEXO C. CLASSES DE DESEMPENHO DE REACÇÃO AO FOGO – EQUIVALÊNCIAS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig. 2.1 – Triângulo do Fogo .....                                                                                                                                                             | 4  |
| Fig. 2.2 – Transmissão de calor por radiação .....                                                                                                                                             | 5  |
| Fig. 2.3 – Transmissão de calor por condução .....                                                                                                                                             | 5  |
| Fig. 2.4 – Transmissão de calor convecção .....                                                                                                                                                | 6  |
| Fig. 2.5 – Imagem do Grande Incêndio de Londres, em 1666 .....                                                                                                                                 | 7  |
| Fig. 2.6 – Vista aérea do Incêndio do Chiado, em 1988 .....                                                                                                                                    | 7  |
| Fig. 2.7 – Evolução da temperatura de um incêndio compartimentado .....                                                                                                                        | 9  |
| Fig. 2.8 – Efeito da compartimentação na taxa de combustão de um incêndio .....                                                                                                                | 10 |
| Fig. 2.9 – Temperatura do incêndio em função da carga de incêndio/ventilação ao longo do tempo num compartimento .....                                                                         | 10 |
| Fig. 2.10 – Curva de Incêndio Padrão ISO 834 .....                                                                                                                                             | 14 |
| Fig. 2.11 – Boca-de-incêndio armada .....                                                                                                                                                      | 20 |
| Fig. 2.12 – Marcos de incêndio. A – “Alba”, B – “Pont-a-Mousson”, C – “Fresaco” .....                                                                                                          | 21 |
| Fig. 3.1 – Imagem aérea da cidade do Porto com indicação do Quarteirão em estudo .....                                                                                                         | 28 |
| Fig. 3.2 – Vista aérea sobre parte do CHP com delimitação do edificado em estudo (a vermelho) inserido no Morro da Sé e do Quartel dos BSB mais próximo (a verde), junto à estação de S. Bento | 29 |
| Fig. 3.3 – Visualização aproximada do Quarteirão das Aldas, delimitado pela linha vermelha .....                                                                                               | 29 |
| Fig. 3.4 – Perspectiva aérea do Quarteirão (indicado a sombreado vermelho) e da zona envolvente .....                                                                                          | 30 |
| Fig. 3.5 – Imagem do Quarteirão 14052 – Aldas .....                                                                                                                                            | 30 |
| Fig. 3.6 – Representação do edificado do Quarteirão das Aldas, Sé do Porto .....                                                                                                               | 31 |
| Fig. 3.7 – Alçados Frontais do Edificado à Rua das Aldas e ao Largo do Dr. Pedro Vitorino .....                                                                                                | 33 |
| Fig. 3.8 – Alçados Frontais do Edificado à Travessa da Pena Ventosa e à Rua da Pena Ventosa .....                                                                                              | 33 |
| Fig. 3.9 – Estado de conservação do edificado .....                                                                                                                                            | 34 |
| Fig. 3-10 – Ocupação do edificado .....                                                                                                                                                        | 35 |
| Fig. 3.11 – Acesso à Rua das Aldas pelo Largo do Dr. Pedro Vitorino (à esquerda) e acesso à Rua das Aldas pela Rua da Pena Ventosa (à direita) .....                                           | 36 |
| Fig. 3.12 – Acesso à Travessa da Pena Ventosa pelas escadas do Colégio (à esquerda) e acesso pelo Largo da Pena Ventosa (à direita) .....                                                      | 36 |
| Fig. 3.13 – Mapa parcial de acessibilidades do CHP .....                                                                                                                                       | 37 |
| Fig. 5.1 – Variação da Carga de Incêndio Mobiliária do Edificado .....                                                                                                                         | 83 |
| Fig. 5.2 – Variação do Perigo Potencial para os diversos edifícios .....                                                                                                                       | 84 |
| Fig. 5.3 – Variação da Exposição ao Risco de Incêndio Efectivo do Edificado .....                                                                                                              | 85 |
| Fig. 5.4 – Coeficientes de SCI dos edifícios em estudo .....                                                                                                                                   | 85 |

|                                                                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Fig. 5.5 – Coeficientes de SCI dos edifícios em estudo após intervenção de melhoria de SCI .....                                       | 86    |
| Fig. 5.6 – Variação do Índice de Risco dos edifícios.....                                                                              | 91    |
| Fig. 5.7 – Variação do Índice de Risco dos edifícios após correcção de parâmetros .....                                                | 92    |
| Fig. 5.8 – Carta parcial de Risco de Incêndio no CHP com indicação a contorno azul da zona onde se insere o Quarteirão das Aldas ..... | 96    |
| Fig. B.1 – Construção do tipo Z.....                                                                                                   | B – 1 |
| Fig. B.2 – Construção do tipo G .....                                                                                                  | B – 1 |
| Fig. B.3 – Construção do tipo V.....                                                                                                   | B – 2 |
| Fig. B.4 – Edifício de vários andares.....                                                                                             | B – 4 |
| Fig. B.5 – Edifício de um só piso .....                                                                                                | B – 4 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 2.1 – Eficácia dos agentes extintores perante a respectiva classe de incêndio..... | 19 |
| Quadro 3.1 – Descrição do Quarteirão das Aldas (COD 14052).....                           | 35 |
| Quadro 4.1 – Matriz do Valor de Incêndio .....                                            | 49 |
| Quadro 4.2 – Nível de Classificação dos Materiais de Revestimento .....                   | 63 |
| Quadro 4.3 – Grelha de Decisão do Sistema Automático de Sprinklers .....                  | 63 |
| Quadro 4.4 – Equipamento Portátil .....                                                   | 63 |
| Quadro 4.5 – Nível de Classificação dos Sistemas de Extinção .....                        | 64 |
| Quadro 4.6 – Nível de Capacidade de Resposta dos Sistemas de Incêndio .....               | 64 |
| Quadro 4.7 – Nível de tempo de Resposta.....                                              | 64 |
| Quadro 4.8 – Nível de Acessibilidades dos Equipamentos .....                              | 65 |
| Quadro 4.9 – Nível de Compartimentação.....                                               | 65 |
| Quadro 4.10 – Nível de Estanquidade e Isolamento Térmico .....                            | 65 |
| Quadro 4.11 – Nível dos Elementos Corta-Fogo.....                                         | 66 |
| Quadro 4.12 – Nível de Passagens .....                                                    | 66 |
| Quadro 4.13 – Nível de Material Combustível .....                                         | 66 |
| Quadro 4.14 – Nível de Classificação das Portas que conduzem a Vias de Evacuação.....     | 67 |
| Quadro 4.15 – Nível de Classificação das Portas Situadas nas Vias de Evacuação.....       | 67 |
| Quadro 4.16 – Nível de Classificação das Janelas.....                                     | 68 |
| Quadro 4.17 – Percentagem de Combustibilidade das Fachadas .....                          | 68 |
| Quadro 4.18 – Tipo de Material acima das Janelas.....                                     | 69 |
| Quadro 4.19 – Nível de Classificação dos Espaços Vazados das Fachadas .....               | 69 |
| Quadro 4.20 – Prevenção da Propagação do Incêndio ao Sótão .....                          | 69 |
| Quadro 4.21 – Compartimento do Incêndio no Sótão .....                                    | 70 |
| Quadro 4.22 – Nível de Classificação do Sótão .....                                       | 70 |
| Quadro 4.23 – Nível de Classificação da Distância entre Edifícios .....                   | 70 |
| Quadro 4.24 – Activação do Sistema de Controlo de Fumos.....                              | 71 |
| Quadro 4.25 – Tipo de Controlo de Fumos.....                                              | 71 |
| Quadro 4.26 – Nível de Classificação dos Sistemas de Controlo de Propagação de Fumos..... | 71 |
| Quadro 4.27 – Tipo de Detectores .....                                                    | 71 |
| Quadro 4.28 – Eficácia dos Detectores .....                                               | 72 |

|                                                                                                  |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Quadro 4.29 – Nível de Classificação do Sistema de Detecção.....                                 | 72    |
| Quadro 4.30 – Tipo de Sinalização .....                                                          | 72    |
| Quadro 4.31 – Posição do Sinal.....                                                              | 72    |
| Quadro 4.32 – Nível de Classificação do Sistema de Alarme.....                                   | 73    |
| Quadro 4.33 – Tipo de Vias de Evacuação.....                                                     | 73    |
| Quadro 4.34 – Nível de Classificação das Dimensões e Layout .....                                | 73    |
| Quadro 4.35 – Nível de Classificação dos Equipamentos de Iluminação e de Sinalização .....       | 74    |
| Quadro 4.36 – Nível de Classificação dos Materiais da Estrutura de Suporte e Revestimentos ..... | 74    |
| Quadro 4.37 – Nível de Classificação da Carga Máxima Suportável .....                            | 75    |
| Quadro 4.38 – Nível de Classificação da Combustibilidade dos Elementos de Carga .....            | 75    |
| Quadro 4.39 – Nível de Classificação da Manutenção dos Sistemas de SCI .....                     | 75    |
| Quadro 4.40 – Nível de Classificação da Inspeção das Saídas de Evacuação .....                   | 76    |
| Quadro 4.41 – Nível de Classificação da Manutenção e Informação .....                            | 76    |
| Quadro 4.42 – Nível de Classificação dos Sistemas de Ventilação .....                            | 77    |
| Quadro 5.1 – Folha de Cálculo para a Aplicação do Método de Gretener (“Microsoft Excel”).....    | 80    |
| Quadro 5.2 – Medidas de Intervenção e de SCI a aplicar no edificado.....                         | 87    |
| Quadro 5.3 – Folha de Cálculo para a Aplicação do FRIM (“Microsoft Excel”) .....                 | 88    |
| Quadro A.1 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 1 .....                       | A – 1 |
| Quadro A.2 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 1 .....                                     | A – 1 |
| Quadro A.3 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 2 .....                       | A – 2 |
| Quadro A.4 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 2.....                                      | A – 2 |
| Quadro A.5 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 3 .....                       | A – 3 |
| Quadro A.6 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 3.....                                      | A – 3 |
| Quadro A.7 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 4 .....                       | A – 4 |
| Quadro A.8 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 4.....                                      | A – 4 |
| Quadro A.9 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 5 .....                       | A – 5 |
| Quadro A.10 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 5.....                                     | A – 5 |
| Quadro A.11 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 6 .....                      | A – 6 |
| Quadro A.12 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 6.....                                     | A – 6 |
| Quadro A.13 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 7 .....                      | A – 7 |
| Quadro A.14 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 7.....                                     | A – 7 |
| Quadro A.15 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 8 .....                      | A – 8 |
| Quadro A.16 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 8.....                                     | A – 8 |

|                                                                                                              |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Quadro A.17 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 9 .....                                  | A – 9  |
| Quadro A.18 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 9 .....                                                | A – 9  |
| Quadro A.19 – Folha de Cálculo do Método de Gretener para a Parcela 10 .....                                 | A – 10 |
| Quadro A.20 – Folha de Cálculo do FRIM para a Parcela 10 .....                                               | A – 10 |
| Quadro B.1 – Identificação dos diversos tipos de edifícios de acordo com o género e modo de construção ..... | B – 2  |
| Quadro B.2 – Carga de Incêndio Mobiliária (q).....                                                           | B – 3  |
| Quadro B.3 – Factor de Combustibilidade (c).....                                                             | B – 3  |
| Quadro B.4 – Factor de Formação de Fumo (r) .....                                                            | B – 3  |
| Quadro B.5 – Factor de Perigo de Corrosão (k) .....                                                          | B – 3  |
| Quadro B.6 – Carga de Incêndio Imobiliária (i).....                                                          | B – 4  |
| Quadro B.7 – Nível do Andar ou Altura do Local – Edifícios de 1 só Piso (e).....                             | B – 5  |
| Quadro B.8 – Nível do Andar ou Altura do Local – Pisos Enterrados (e).....                                   | B – 5  |
| Quadro B.9 – Nível do Andar ou Altura do Local – Vários Andares (e).....                                     | B – 5  |
| Quadro B.10 – Factor de Amplidão da Superfície (g) .....                                                     | B – 6  |
| Quadro B.11 – Coeficientes das Medidas Normais (n).....                                                      | B – 7  |
| Quadro B.12 – Coeficientes das Medidas Especiais (s).....                                                    | B – 8  |
| Quadro B.13 – Coeficientes das Medidas inerentes à Construção (f).....                                       | B – 9  |
| Quadro B.14 – Factor de Perigo de Activação (A) .....                                                        | B – 10 |
| Quadro B.15 – Factor de Correção de Exposição ao Perigo Acrescido das Pessoas (Ph,e) .....                   | B – 10 |
| Quadros B.16 a B.28 – Cargas de Incêndio Mobiliárias e Factores de Influência para diversos usos.....        | B – 11 |
| Quadro C.1 – Equivalência da Classificação da Reacção ao Fogo .....                                          | C – 1  |
| Quadro C.2 – Classes de Reacção ao Fogo dos Materiais de Construção .....                                    | C – 1  |



## **SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

- A – Perigo de activação  
B – Factor de exposição ao fogo  
E – Altura útil do local (ou nível do andar)  
F – Resistência ao fogo, factor de conjunto das medidas de protecção da construção  
G – Construção de grande superfície  
H – Número de pessoas (efectivo)  
M – Produto de todas as medidas de protecção  
N – Factor de conjunto das medidas normais  
P – Perigo Potencial  
Q – Carga térmica de incêndio  
R – Risco de incêndio  
S – Factor de conjunto das medidas especiais  
V – Construção de grande volume  
Z – Construção em células
- AB – Superfície de um compartimento de incêndio  
AZ – Superfície de uma célula corta-fogo  
AF – Superfície das janelas
- Co – Indicação do perigo de corrosão  
Fe – Grau de combustibilidade  
Fu – Indicação do perigo de fumo
- b – Largura do compartimento de incêndio  
c – Factor de combustibilidade  
e – Factor de altura útil do local  
f – Factor das medidas de protecção da construção  
g – Factor de amplidão da superfície  
i – Factor de carga de incêndio imobiliária  
k – Factor de perigo de corrosão e toxicidade  
l – Comprimento do compartimento de incêndio

n – Factor das medidas normais

p – Categoria de exposição ao perigo das pessoas

q – Factor de carga de incêndio mobiliária

r – Factor de perigo de fumo

s – Factor das medidas especiais

$\gamma$  – Coeficiente de Segurança contra incêndio

Ph,e – Exposição ao perigo das pessoas (tendo em conta o número de pessoas, a sua mobilidade e o andar onde se encontra o compartimento de incêndio)

Qm – Carga de incêndio mobiliária (MJ/m<sup>2</sup>)

Qi – Carga de incêndio imobiliária

Rn – Risco de incêndio normal

Ru – Risco de incêndio admissível

CHP – Centro Histórico do Porto

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA

BSB – Batalhão de Sapadores Bombeiros do Porto

RIA – Rede de Incêndio Armada

RJSCIE – Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios, instituído pelo Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro

BE – Bombeiros de Empresa

SCI – Segurança Contra Incêndio

FRIM – Fire Risk Index Method

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

NP EN2 – Norma Portuguesa para Classes de Fogos

CB – Corpo de Bombeiros

CRISP – Computation of Risk Indices by Simulation Procedures

BFSEM – Building Fire Safety Engineering Method

FIRECAM – Fire Risk Evaluation and Cost Assessment Model

PC – Pára-chamas

CF – Corta-fogo

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

F.R.A.M.E. – Fire Risk Assessment Method for Engineering

NFPA – National Fire Protection Association

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LBC – Load-Bearing Capacity

FSES – Fire Safety Evaluation System



# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. OBJECTIVOS, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

Ao longo dos anos, a preocupação com os incêndios nas zonas históricas tem-se intensificado e, cada vez mais, há a necessidade de assegurar as máximas condições de segurança contra incêndio em habitações. É neste contexto que se insere este presente estudo do Quarteirão das Aldas, Sé do Porto, no qual é feita uma análise de risco de incêndio do Quarteirão, de forma a se poder classificar uma parte da zona histórica do Porto quanto ao risco de incêndio.

A cidade do Porto tem uma história muito rica e possui no seu centro histórico, habitações muito antigas e com enorme valor cultural. O centro histórico do Porto é então bastante importante para a identidade própria da cidade, pois é nesta zona do Porto que se encontra grande parte da história da cidade, onde perduram os maiores valores e bens culturais e tradicionais, bens esses que deverão ser sempre mantidos.

Um mapa de risco de incêndio do centro histórico da cidade do Porto seria algo bastante útil para preservação da cidade pois, para além de poder tornar mais eficiente a intervenção dos bombeiros através de uma análise total de risco, poderiam ser tomadas todas as medidas preventivas nos edifícios de forma a serem atenuados os riscos de incêndio. Este trabalho encontra-se assim inserido neste projecto de construção do mapa de risco total do centro histórico que, aos poucos, fazendo abordagens sucessivas a diversos quarteirões, poder-se-á ter esse mapa totalmente definido.

Sendo o objectivo principal do trabalho a Análise do Risco de Incêndio do Quarteirão 14052 – Aldas, tornou-se necessária a aplicação de métodos de avaliação de risco de incêndio. Neste trabalho são então utilizados o Fire Risk Index Method (FRIM), versão 1.2 de Larsson (2000) e o Método de Gretener.

O FRIM é de simples aplicação, concebido para poder ser aplicado facilmente por técnicos da Segurança contra Incêndio (SCI) sem forte exigência de conhecimentos científicos. Foi estudado para aplicação em edifícios de apartamentos em madeira, caso de estudo deste trabalho.

Por seu turno, o Método de Gretener tem uma aplicação mais vasta mas é mais complexo, resultando daí valores de cálculo mais rigorosos e exactos.

O Quarteirão foi estudado com uma análise individual a cada edifício, obtendo-se para cada um deles, um determinado valor de risco de incêndio.

O trabalho terá assim como meta apontar medidas de intervenção e de segurança contra incêndio a serem preconizadas nos edifícios de forma a aumentar a segurança dos mesmos em caso de sinistro.

O nível de eficiência das medidas de segurança contra incêndio durante o uso das edificações depende, em grande parte, da consciencialização e do conhecimento dos responsáveis por essas edificações, assim como dos seus utilizadores. Deste modo, a importância da instrução a dar às pessoas será também um dos aspectos visados neste trabalho.

## **1.2. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

No primeiro capítulo mostra-se o contexto deste documento, o objectivo pelo qual se realiza a análise do risco de incêndio do quarteirão e os métodos que irão serão aplicados.

No capítulo 2 é feita uma abordagem ao fogo, ao fenómeno da combustão e do incêndio, à segurança estrutural e às características de um incêndio num compartimento. Ainda neste capítulo, faz-se também uma caracterização da regulamentação da Segurança contra Incêndio, dando especial destaque à regulamentação que vigora em Portugal. Os meios de extinção de incêndio e a forma de intervenção dos bombeiros no caso de incêndio são mais dois aspectos visados neste capítulo. Para terminar, apresenta-se de uma forma genérica a importância das medidas preventivas destacando alguns dos planos existentes mais importantes.

O capítulo 3 reserva-se, essencialmente, para a caracterização do Quarteirão em estudo, descrevendo-o na íntegra sob todos os aspectos.

No capítulo 4 trata-se dos Métodos de Análise do Risco de Incêndio. A selectividade dos diferentes tipos de métodos é referida neste capítulo, sendo feita uma diferenciação entre diversos métodos. A terminar serão descritos pormenorizadamente os dois métodos aplicados neste trabalho, Método de Gretener e FRIM, respectivamente.

No capítulo 5 efectua-se o cálculo dos métodos de análise do risco de incêndio, com apresentação das opções a tomar para as variáveis em estudo dos dois métodos, devidamente justificada. É feita uma análise comparativa entre os dois métodos e, mesmo entre os próprios edifícios, para cada uma das metodologias aplicadas.

O capítulo 6 apresenta as medidas de intervenção e de segurança a adoptar de forma a minimizar os riscos de incêndio nos edifícios.

Por último, no capítulo 7, faz-se a conclusão a que este trabalho permitiu chegar, apresentam-se algumas reflexões sobre os desenvolvimentos que este campo de estudo poderá ter no futuro e quais as complementaridades que lhe deverão estar associadas.

## 2

## FOGO E INCÊNDIO

### 2.1. BREVE HISTÓRICO DO FOGO

O fogo sempre se constituiu num elemento de grande significado para o homem. Durante muitos séculos foi considerado uma manifestação sobrenatural cuja ocorrência era atribuída aos deuses. Antes, porém, de ter sido descoberto o modo de produzi-lo e de controlá-lo, provocava um verdadeiro temor no homem, algo supersticioso, pois apenas surgia de forma natural, em consequência da erupção de um vulcão, da incidência de raios ou, ainda, pela combustão espontânea da vegetação submetida à radiação solar.

Os primeiros métodos de obtenção do fogo de forma intencional baseavam-se na produção de uma faísca por meio do atrito entre madeiras ou pedras. Em fases posteriores do desenvolvimento humano a produção do fogo dava-se através do atrito de peças de ferro. De acordo com estudos efectuados, o fogo pode ter surgido na África, produzido pelo *Homo erectus*, há 1,8 milhões de anos.

O domínio inicial do fogo foi essencial para o desenvolvimento de seres humanos na Idade da Pedra e, para os primeiros agricultores do período Neolítico foi um factor preponderante para o desenvolvimento de toda civilização até nossos dias. No decorrer da história, o homem encontrou formas diferentes de utilizar o fogo: luz e calor resultantes de uma rápida combinação de oxigénio, ou em alguns casos de cloro gasoso, com outros materiais. Também foi utilizado para cozinhar, para clarear a terra onde o homem ia plantar, para a aplicação em recipientes de barro a fim de se fazer cerâmica e também foi utilizado em pedaços de minério para se obter cobre e estanho, combinando-os, de seguida, para fazer o bronze (3000 a.C.), e mais tarde obter o ferro (1000 a.C.).

Na época em que o homem vivia em cavernas, os riscos da utilização inadequada do uso do fogo não traziam maiores consequências às suas habitações. Porém, com a mudança da concepção da forma das habitações dos homens primitivos, que deixou as cavernas para viver em cabanas rústicas, formadas de galhos, troncos e folhas de árvores, fez com que surgisse o risco de incêndio.

A partir deste momento o homem percebeu que o fogo além dos benefícios como o aquecimento, a iluminação e a alimentação, trazia os riscos dos incêndios, surgindo então a necessidade de conhecer e controlar melhor este fenómeno.

Assim, desde logo se concluiu que o fogo não traria apenas vantagens e a sua propagação indesejada e incontrollável, ou seja, o incêndio consistia numa enorme preocupação para a humanidade devido aos prejuízos humanos, materiais, financeiros, culturais, comerciais e outros que daí advinham e, como tal, o seu combate sempre foi alvo de estudo e melhoramento de forma a atenuar os efeitos negativos dos incêndios. As medidas de combate a incêndio passaram a ser fundamentais neste processo e têm tido um desenvolvimento contínuo ao longo dos tempos com meios cada vez mais eficazes, havendo para

além disso um aumento gradual da consciencialização das pessoas para os perigos e formas de como um incêndio facilmente se pode deflagrar, pois não é só importante extinguir um incêndio, mas também tentar impedi-lo ao máximo.

## 2.2. ASPECTOS GERAIS DA COMBUSTÃO

Antes de mais há que definir a combustão de forma a ter-se conhecimento de quais os elementos e condições necessárias à iniciação da mesma. O fogo é o resultado de diversas reacções químicas entre diversos tipos de combustíveis e o oxigénio. A reacção de combustão pode ser entendida como uma reacção oxidante exotérmica: oxidante por ser uma reacção química que consome oxigénio ( $O_2$ ) e, exotérmica porque liberta calor durante a reacção. Este processo é rápido e considerado praticamente adiabático. Desta forma, a temperatura atingida na reacção é alta porque os mecanismos de transferência de energia não são capazes de dispersar rapidamente a energia libertada na combustão.

Para que a reacção de combustão ocorra tem de se estar na presença de oxigénio (comburente) e de combustível, em proporções adequadas, além da existência de uma fonte de ignição. Normalmente é necessário um pré-aquecimento ou uma temperatura mínima do combustível para que a reacção de combustão se inicie. De seguida, para a reacção se auto-sustentar, deve haver combustível e energia térmica suficientes.

Resumindo, a combustão é formada então por três elementos que constituem o triângulo do fogo (Figura 2.1) que, posteriormente sendo aliada à reacção em cadeia dá origem ao tetraedro do fogo que constituiu em definitivo o fogo que dará origem a um incêndio. Esses elementos que formam o tetraedro do fogo são então o combustível, o comburente, a energia de activação ou ignição ou fonte de calor e a reacção em cadeia.

O desenvolvimento do incêndio depende, deste modo, da existência dos materiais combustíveis e comburentes que enquanto estiverem em contacto com o fogo iniciado devido à energia de activação vai-se continuar a propagar.

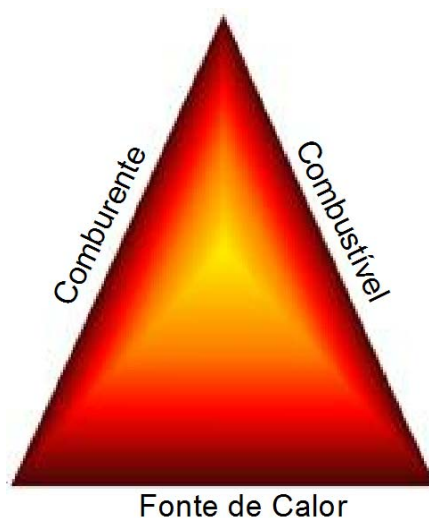


Fig. 2.1 – Triângulo do Fogo

O incêndio destrói os materiais e torna o ar irrespirável devido à presença de fumos e gases tóxicos, levando mesmo, muitas vezes, à escassez de oxigénio vital para a respiração, originando mortes por asfixia mesmo antes de aquelas poderem ser causadas pelas elevadas temperaturas.

Um dos componentes mais importantes para o incêndio é o calor, definido como uma forma de energia que se transfere de um sistema para o outro devido a uma diferença de temperatura, ou seja, é o elemento que dá início, mantém e incentiva a propagação do fogo. É esta transferência de energia que constitui o factor de maior relevo na forma como um incêndio se propaga. Apresenta-se seguidamente as formas como a energia resultante da combustão se pode propagar:

- **Radiação** – a combustão viva, ao produzir chama, leva à emissão de energia sob a forma de radiação infravermelha, ultravioleta e visível. A energia transmite-se através do espaço (Figura 2.2), sem suporte material e em todas as direcções, tal como acontece com a radiação produzida pelo Sol, que se propaga até à Terra através do espaço vazio. A energia radiada, ao encontrar um corpo, transforma-se em calor, aquecendo-o. Este tipo de propagação é particularmente perigoso para os edifícios próximos a incêndios violentos. Os edifícios expostos à radiação são designados por exposições exteriores;



Fig. 2.2 – Transmissão de calor por radiação

- **Condução** – o calor transmite-se directamente no interior de um corpo ou através de corpos em contacto, sem deslocação de matéria, através de alterações do estado da agitação molecular. Esta transferência de energia efectua-se dos pontos em que a temperatura é mais elevada para aqueles em que a temperatura é menor (Figura 2.3). Esta propagação do calor será tanto mais rápida quanto melhor condutores forem os corpos envolvidos. Num edifício, a condução verifica-se, entre outros elementos, através de paredes e estruturas metálicas (pilares e vigas);

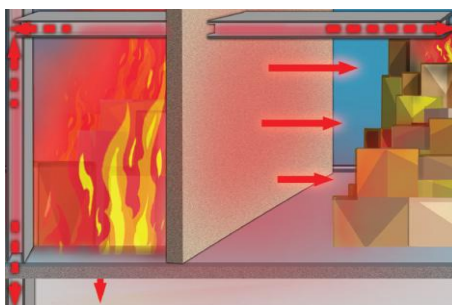


Fig. 2.3 – Transmissão de calor por condução

- **Convecção** – a menor densidade dos gases aquecidos provoca correntes ascendentes dos gases quentes e correntes descendentes do ar circundante, mais frio, deslocando-se desta forma a matéria aquecida para outros pontos (Figura 2.4). Num edifício, esta forma de

propagação faz-se por todas as comunicações interiores (caixas de elevadores, corredores, courettes, condutas de ventilação) e pela fachada.



Fig. 2.4 – Transmissão de calor por convecção

A projecção e deslocamento de matéria inflamada é ainda uma outra forma de propagação de incêndios, na qual, em consequência de dilatações bruscas dos materiais inflamados e/ou existência de fortes correntes de ar, é frequente dar-se a projecção de partículas aquecidas ou mesmo incandescentes.

Quando o calor atinge de alguma forma a superfície de um material combustível, uma parte é absorvida e transmitida por condução para dentro do corpo do material, e uma outra parte permanece na superfície aumentando a sua temperatura. Obviamente, que se o material for mau condutor, a transmissão de calor será muito menor e a temperatura superficial aumentará mais rapidamente, como é o caso da madeira.

A radiação térmica aumenta muito mais rapidamente com o aumento da temperatura do que a condução e a convecção. Desde modo, a radiação é a forma de transmissão de calor de maior relevo na propagação de incêndios em edifícios.

### 2.3. INCÊNDIOS HISTÓRICOS

Para se perceber esta problemática dos incêndios e ter uma total noção da gravidade que representa para a humanidade, enunciam-se alguns incêndios de enorme escala que afectaram as cidades ao longo dos tempos. Assim, foram ao longo da história muitos os incêndios que destruíram grandes espaços urbanos e enormes edifícios em todo o mundo, provocando bastantes perdas humanas e materiais que conduziram a uma necessidade de desenvolver a capacidade de resolução desses sinistros através de medidas de protecção e combate a incêndio cada vez mais sofisticadas.

Alguns incêndios de grande escala que podem ser mencionados devido às muitas mortes causadas, aos bens destruídos irrecuperáveis de valor muito elevado ou à enorme extensão são:

- 356 a.C. – Templo de Artemisa, em Éfeso, Turquia;
- 64 – Grande incêndio de Roma, Itália, que destruiu 75% da cidade;
- 1666 – Grande incêndio de Londres, Inglaterra, propulsor para o desenvolvimento actual da segurança contra incêndio;



Fig. 2.5 – Imagem do Grande Incêndio de Londres, em 1666

- 1845 – Enorme incêndio de Pitsburgo, Estados Unidos, destruindo mais de 1000 edificações;
- 1871 – Incêndio de Chicago, que destruiu a parte central da cidade, mas trouxe a inovação para a sua reconstrução;
- 1975 – Incêndio do Edifício Joelma, em São Paulo, Brasil, 188 mortos;
- 1988 – Grande incêndio do Chiado, em Lisboa, Portugal (Figura 2.6), 18 edifícios atingidos no centro histórico da cidade.



Fig. 2.6 – Vista aérea do Incêndio do Chiado, em 1988

Estes são apenas alguns dos muitos incêndios que ocorreram ao longo da história, mas ilustram bem as consequências negativas de destruição inerentes aos incêndios. Por este facto, dada a ocorrência de tão graves incêndios, existiu desde muito cedo na história das civilizações, uma forte preocupação no combate aos incêndios, só possível com o melhoramento e desenvolvimento de métodos e equipamentos adequados. A rapidez e a eficácia na extinção dos incêndios é ainda mais importante

quando muitos bens de grande valor são atingidos pelas chamas e não podem ser totalmente recuperáveis.

## **2.4. CARACTERIZAÇÃO DO INCÊNDIO**

### **2.4.1. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM INCÊNDIO**

Um incêndio é uma combustão (fogo) sem controlo no espaço e no tempo. De uma forma simples, um incêndio, abandonado a si mesmo, depois da sua fase inicial, entra em combustão livre até se verificar o declínio das chamas. O desenvolvimento de um incêndio depende de muitos factores, porém é normal sucederem-se as seguintes fases no desenvolvimento de um incêndio;

- Fase inicial (ou eclosão), em que a quantidade de oxigénio no ar é suficiente para um aumento gradual da temperatura da chama, ao mesmo tempo que se libertam gases como o vapor de água, dióxido de carbono, monóxido de carbono e outros;
- Fase de combustão livre (ou de propagação), em que existe uma elevada produção de chamas atingindo-se a temperatura máxima devido, não só à quantidade de oxigénio existente ainda no ar e que alimenta a combustão, como também aos vapores quentes que se estão a produzir e se elevam;

Num incêndio ao ar livre, segue-se a fase de declínio das chamas até se verificar a extinção, por ausência de combustível.

Num espaço fechado, o fenómeno será mais complexo pois, da fase de combustão livre pode evoluir-se para três situações distintas:

- Declínio das chamas (como num incêndio ao ar livre), quando o espaço for bastante ventilado e o calor se puder libertar para o exterior;
- Combustão generalizada, se o calor não se puder libertar para o exterior, mas se existir razoável renovação de ar no local de incêndio;
- Asfixia, se não existir renovação de ar no local do incêndio, sendo notório o declínio das chamas apesar da temperatura se manter com valores muito elevados. A quantidade de oxigénio existente é baixa, dando origem à incandescência, isto é, à formação de brasas. Contudo, a quantidade de gases libertados na combustão é máxima, nomeadamente o monóxido de carbono, existindo sérios riscos de uma explosão de fumo, se a ventilação do local não for correctamente efectuada.

## 2.4.2. INCÊNDIO COMPARTIMENTADO

O incêndio num espaço fechado é caracterizado por três fases: ignição, aquecimento e resfriamento (Figura 2.7). Na fase inicial, denominada de *pre-flashover*, ocorre um crescimento gradual da temperatura, na qual as características do compartimento (taxa de ventilação, características do material de compartimentação) pouco ou nada influenciam. Neste momento, o risco associado à vida humana ou ao património por colapso de estrutura é muito baixo, sendo que com medidas eficazes de protecção contra incêndio pode-se controlar o fogo com relativa facilidade. Seguidamente, ocorre o *flashover*, etapa onde acontece uma mudança súbita de temperatura, entrando o material combustível do compartimento em combustão. Por último, segue-se o resfriamento, quando a partir do pico de temperatura, esta começa a baixar em todo o compartimento. Nesta fase existe ainda o risco de propagação do incêndio para outros compartimentos por radiação ou ainda por convecção.

Assim a primeira fase inicia-se quando, por alguma razão, é provocada a ignição de um combustível. A quantidade de calor gerado e, consequentemente, a variação da temperatura do ambiente é pequena pois há ainda pouco material combustível queimado. A alimentação da reacção através do oxigénio é ainda baixa, em função de, normalmente estarem ainda as janelas fechadas, sendo leves as correntes de convecção. O calor gerado no incêndio serve principalmente para aquecimento de outros materiais constituintes do ambiente que, a pouco e pouco, se aproximam da temperatura de ignição. Os meios de combate a incêndio são projectados de forma a actuarem nesta fase do sinistro, ou seja, são mais eficazes no momento da ocorrência do foco de incêndio. A etapa *pre-flashover* é, desta forma, muito importante no desenvolvimento de incêndio. A segurança da evacuação do edifício será mais elevada quanto maior for a duração desta etapa, bem como maior será o tempo disponível para a chegada do Corpo de Bombeiros (CB).

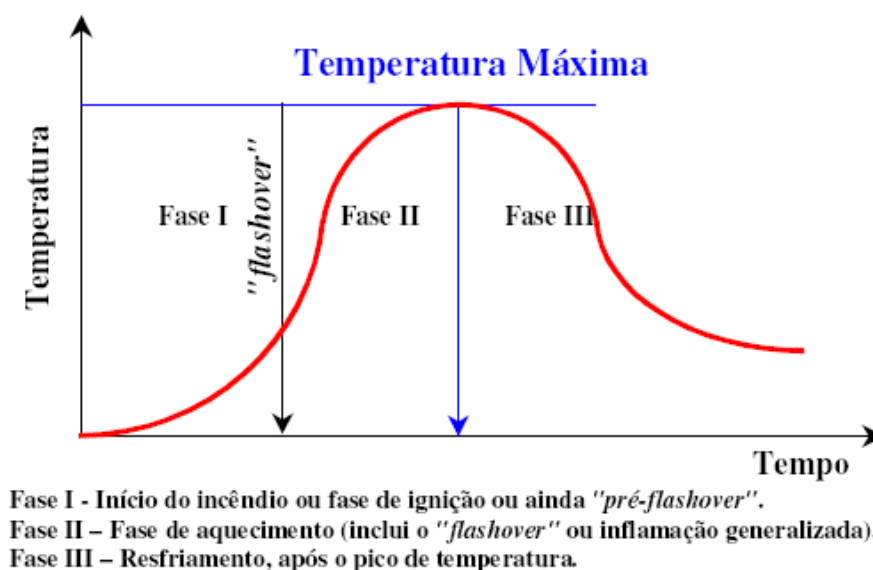


Fig. 2.7 – Evolução da temperatura de um incêndio compartimentado

Deste modo, ao analisar-se um incêndio há que ter em conta se este se desenvolve ao ar livre ou num compartimento pois existem muitas diferenças entre ambos (Figura 2.8). Num incêndio exterior, todo o calor libertado da reacção de combustão é perdido para a atmosfera, ao passo que, no incêndio compartimentado, boa parte deste calor é retido no ambiente, catalisando a reacção de combustão, fazendo elevar consideravelmente a taxa de combustão e a temperatura máxima do incêndio.

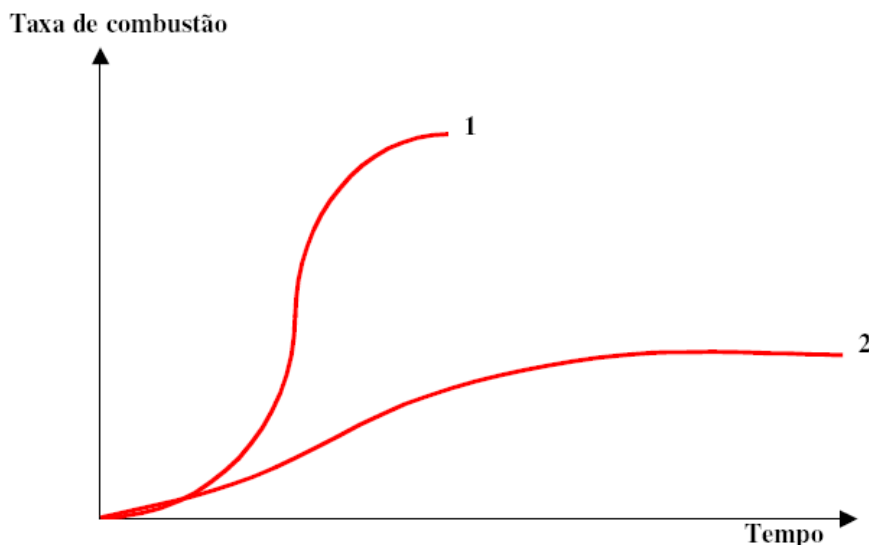


Fig. 2.8 – Efeito da compartimentação na taxa de combustão de um incêndio

Quando existem pequenas aberturas no compartimento, a taxa de combustão depende da disponibilidade de ar, ou seja, este é um incêndio controlado pela ventilação, sendo que, quando existem grandes aberturas no compartimento, a taxa de combustão é controlada pelas características da divisão do material combustível. Desta forma, este tipo de incêndio é considerado controlado pela carga de material combustível.

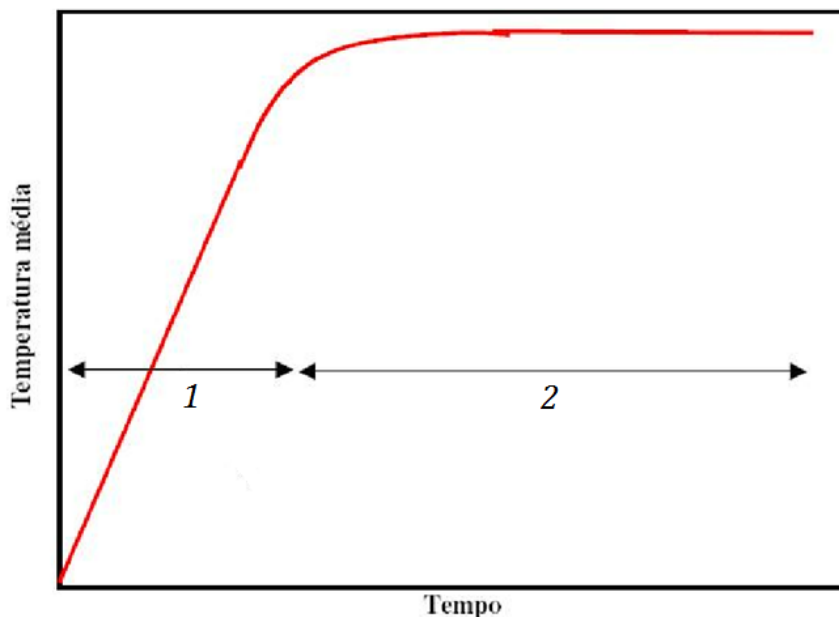


Fig. 2.9 – Temperatura do incêndio em função da carga de incêndio/ventilação ao longo do tempo num compartimento

O desenvolvimento de um incêndio dentro de um compartimento depende de vários factores, nomeadamente:

- Se o material combustível é suficientemente inflamável para permitir a propagação das chamas pela sua superfície;

- Se o fluxo de calor no princípio do incêndio é razoavelmente forte para irradiar e inflamar o material combustível em seu torno;
- Se existe quantidade suficiente de material combustível no compartimento, caso contrário, o foco de incêndio termina;
- Se o fogo, no início, pode queimar lentamente devido à restrição de oxigénio;
- Caso esteja ao dispor do fogo quantidades suficientes de combustível e oxigénio, o incêndio poderá consumir a totalidade do compartimento.

Desta forma, há que referir a importância da taxa de ventilação no compartimento na determinação de dois tipos de incêndio:

- Incêndio controlado pela ventilação: é o incêndio em que a taxa de ventilação é muito baixa, o pico de temperatura de incêndio é menor, ao contrário do tempo de duração que é maior. Portanto, em compartimentos com baixa taxa de ventilação, os incêndios são controlados pela ventilação. Estes incêndios são mais destrutivos, às vezes, até mesmo se a carga de incêndio for moderada. Consequentemente, os incêndios de baixa ventilação causam maior índice de dano, não apenas derivado ao seu elevado poder destrutivo, mas também por serem mais longos, o que aumenta a probabilidade de propagação;
- Incêndio controlado pela carga de incêndio: num compartimento bem ventilado ou com pequenas quantidades de material combustível, o incêndio tende a ser mais curto, pois a taxa de ventilação é maior. Estes incêndios possuem uma menor duração e um maior pico de temperatura.

#### 2.4.3. CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS

Um incêndio pode ser avaliado tendo em conta a sua severidade, dando a ideia dos danos que causa às edificações, às pessoas e ao meio ambiente. A severidade de um incêndio pode ser definida como o potencial destrutivo do fogo num compartimento, ou seja, o impacto do fogo sobre a estrutura e o conteúdo de um determinado compartimento. A severidade é então uma medida da intensidade dos efeitos do incêndio sobre as edificações, as pessoas e o meio ambiente, ou seja, depende em grande parte dos projectos de segurança, tendo estes um papel fundamental no controlo da severidade.

A severidade de um incêndio não depende exclusivamente de um factor como a carga de incêndio, mas também está relacionada com outros parâmetros, de entre os quais, a taxa de ventilação, a taxa de combustão ou a taxa de libertação de calor, a duração do incêndio e as propriedades térmicas dos elementos do compartimento.

Muitas das vezes associa-se também a grandeza de um incêndio à máxima temperatura desenvolvida mas nem sempre isso dá a ideia precisa da severidade do incêndio, pois depende bastante do grau de preparação, quer das edificações, quer dos utilizadores das mesmas. No caso dos centros históricos, mesmo os incêndios de temperaturas relativamente baixas podem ser bastante graves porque os danos a obras de arte, causados pelo fogo ou pela fumaça podem ser irreversíveis mesmo a temperaturas baixas.

Nos centros históricos, os incêndios desenvolvidos são potencialmente muito severos devido aos danos causados nas edificações, aos bens culturais existentes nas mesmas, bem como ao risco de propagação para imóveis vizinhos. A severidade tem assim uma avaliação subjectiva pois a perda de um determinado bem pode ser relevante para uns mas apenas lamentável para outros. Em geral, os incêndios que envolvam danos irreversíveis à vida humana são considerados severos.

A grande diversidade de combustíveis, em especial o seu estado físico e a forma diferente como reagem perante um determinado agente extintor, levou à divisão dos fogos em classes para que a sua extinção possa ser feita da forma mais eficaz. A NP EN2 (1993) define as seguintes classes de fogos, de acordo com a natureza do combustível:

- Classe A: fogos de materiais sólidos, em geral de natureza orgânica, em que a combustão se faz, normalmente, com formação de brasas. São exemplo, a madeira, o carvão, o papel, os tecidos, os plásticos comuns e a palha;
- Classe B: fogos de líquidos ou de sólidos liquidificáveis. As gasolinas, o álcool, os petróleos, o alcatrão, a cera, a parafina, são exemplos desta classe de fogos;
- Classe C: fogos de gases, tais como o metano, propano, butano, gás natural, acetileno e hidrogénio, entre outros;
- Classe D: fogos envolvendo metais, tais como os metais leves (lítio, sódio, potássio, magnésio, alumínio), certas ligas e, ainda, o titânio.

A carga de incêndio expressa em MJ/m<sup>2</sup> não classifica especificamente um incêndio mas dá uma ideia aproximada do potencial de risco inerente a um determinado sinistro para um determinado tipo de utilização. A densidade da carga de incêndio é usada para descrever a energia térmica que poderia ser libertada por metro quadrado de área de pavimento num compartimento, pela combustão do conteúdo desse compartimento ou qualquer outra parte combustível inserida na sua estrutura.

A legislação contra incêndio tem tabelado diversos valores de referência de cargas de incêndio para determinadas actividades de forma a uniformizar e poder estabelecer um grau de comparação entre diversos potenciais de risco de incêndio. Determinar a carga de incêndio num compartimento é bastante importante para se poder avaliar correctamente o índice de risco de incêndio de um edifício. A composição do conceito de carga de incêndio assenta na consideração de algumas premissas, entre as quais:

- Os materiais combustíveis são uniformemente distribuídos pelo compartimento;
- Todos os materiais combustíveis serão consumidos pelo fogo;
- A combustão será completa;

A carga de incêndio será mais a frente abordada aquando da elaboração das metodologias de cálculo dos métodos de análise de risco de incêndio.

## 2.5. SEGURANÇA ESTRUTURAL

Em caso de incêndio, a protecção à vida e ao património deve ser garantida pelos meios de protecção das edificações, de forma a se evitar o colapso da estrutura. A eventualidade de ocorrência de um sinistro não pode nunca ser desprezada aquando do dimensionamento estrutural de uma habitação, sendo que melhorar o desempenho das estruturas deve ser um objectivo a atingir. O comportamento das estruturas em situação de incêndio é muito importante para se avaliar o grau de segurança contra incêndio de um edifício, devendo evitar ao máximo a propagação do fogo e minimizar os seus danos.

Nos projectos de engenharia, admite-se que o incêndio seja compartimentado, isto é, restrito a um compartimento da edificação, sendo que nestas condições o calor permanece apenas no compartimento em chamas em virtude dos elementos de delimitação (paredes, tecto, piso) serem construídos com materiais de baixa condutibilidade térmica, tais como tijolos de argila ou betão armado. Assim, a segurança estrutural depende fortemente das propriedades térmicas dos materiais de construção.

No entanto, apesar da segurança estrutural ser actualmente uma condição obrigatória, os edifícios situados em centros históricos, sendo já bastante antigos na sua maioria, não obedecem às regulamentações actuais da construção civil devido à sua inexistência na altura da sua construção, não havendo também qualquer diligência em documentar os elementos das edificações, tornando bastante difícil fazerem-se considerações correctas acerca dos elementos de construção.

Independentemente disto, no cálculo da análise de risco serão sempre classificados da forma mais correcta possível os elementos da construção, através do levantamento no local.

A segurança estrutural de uma edificação em relação ao incêndio é medida pela sua resistência ao fogo. A resistência ao fogo dos elementos estruturais e de compartimentação (pilares, vigas, lajes, paredes, coberturas e escadas) consiste no tempo em que esses elementos conseguem desempenhar as funções (Resistência, Estanquidade e Isolamento) para as quais foram projectados após estarem submetidos a determinadas temperaturas aquando da ocorrência de um sinistro. O tempo máximo que o elemento consegue manter o seu desempenho informa então acerca da sua resistência estrutural.

As funções que os elementos conseguem desempenhar têm várias características, algumas das quais apresentadas seguidamente:

- A resistência estrutural, propriamente dita, designada pela letra R, garante o tempo que o elemento deve ter a capacidade de suporte de cargas conforme o projecto inicial;
- A estanquidade do elemento, designada pela letra E, exige que o elemento seja estanque às chamas e aos gases quentes;
- O isolamento térmico, designado pela letra I, exige que o elemento seja isolante ao ponto de não permitir que a temperatura suba acima de 180°C pontualmente ou 140°C em termos médios na face do elemento não exposta ao incêndio.

Como tal, a resistência ao fogo é então, caracterizada pela combinação destas letras, seguida de um escalão em minutos: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ou 360.

Um elemento pode ser classificado pelas três letras em simultâneo. Se um elemento for REI 120 significa que, pelo menos, durante 120 minutos garante resistência estrutural (R), estanquidade (E) e isolamento térmico (I).

Os elementos de compartimentação tiveram designações específicas consoante as características de estanquidade e isolamento térmico que apresentam, nomeadamente:

- Pára-chamas (PC) – relacionada com a capacidade do elemento de compartimentação manter, durante um certo tempo, a sua estanquidade, isto é, evitar a passagem de chamas, fumo e gases de combustão;
- Corta-fogo (CF) – quando o elemento de compartimentação exhibe a capacidade de manter, durante um certo tempo, a sua estanquidade, e ainda, o isolamento térmico, isto é, evitar a elevação de temperatura do lado não exposto ao incêndio.

Toda esta avaliação atrás descrita é feita considerando um incêndio tipo nominal traduzido pela curva de incêndio padrão ISO 834 (Figura 2.10). Assim, as exigências de resistência ao fogo dos regulamentos nacionais baseiam-se no incêndio padrão, tendo, por isso, carácter prescritivo.

Deve referir-se, no entanto, que a tendência actual em termos de regulamentação de segurança contra incêndio é a de abandonar o incêndio padrão e passar a considerar o desempenho dos elementos estruturais quando sujeitos a cenários de incêndio reais. De facto, a nível internacional, a regulamentação de segurança contra incêndio em edifícios tem caminhado no sentido de se libertar progressivamente das exigências de carácter prescritivo, passando a basear-se mais no desempenho

dos elementos de construção, deixando ao projectista a liberdade de escolha das soluções mais adequadas a cada caso. Esta será a via que permitirá simultaneamente tornar a segurança contra incêndio mais racional, mais eficaz e mais económica.

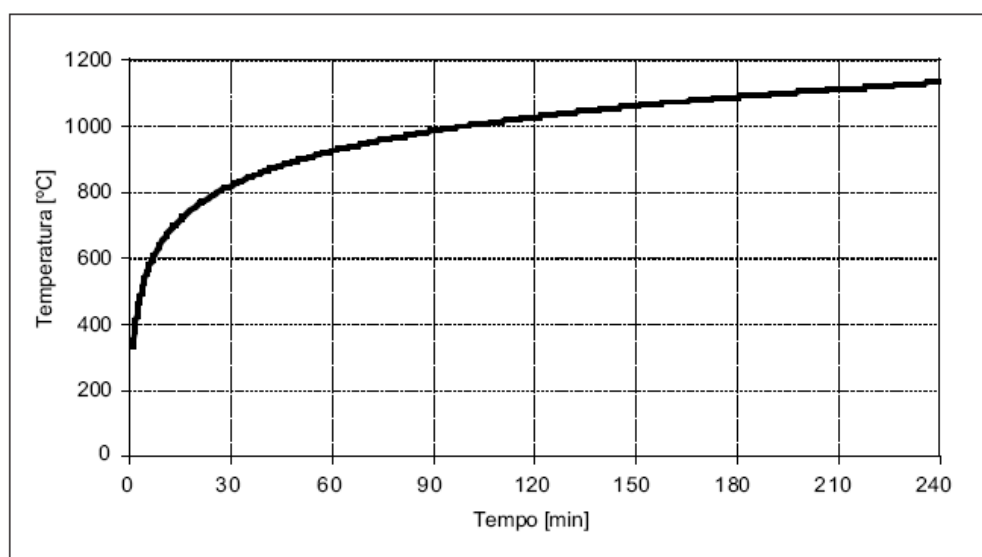


Fig. 2.10 – Curva de Incêndio Padrão ISO 834

A curva de incêndio padrão ISO 834 é dada pela seguinte expressão analítica:

$$\theta = \theta_0 + 345 \log_{10}(8t + 1) \quad (2.1)$$

Sendo:

- $\theta$  a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura dos gases do compartimento de incêndio, no instante  $t$ ;
- $\theta_0$  a temperatura inicial do compartimento de incêndio, geralmente 20°C;
- $t$  o tempo decorrido desde o início, em minutos.

Para se fazer a avaliação de risco de incêndio toma-se em linha de conta a compartimentação de incêndio, ou seja, o espaço físico no qual o incêndio se encontra confinado, sem que afecte andares (compartimentação vertical), locais ou partes vizinhas do edifício (compartimentação horizontal).

A compartimentação pode ser vertical, horizontal ou ambas. A vertical é a restrição de propagação do incêndio para os demais andares da edificação e deve ser garantida não só pelas características de próprias do pavimento, como também pelas características de isolamento que as escadas e as suas ligações com andares, caixas de elevadores, ductos de canalização e outros sistemas prediais podem possibilitar.

Este facto está relacionado com a propagação das chamas, fumos e gases não estar cingida ao compartimento, mas também às zonas integrantes do processo de evacuação das pessoas, podendo afectar a sua mobilidade.

Em edifícios dos centros históricos, a compartimentação vertical é quase sempre bastante limitada ou até inexistente, fazendo com que as cargas de incêndio de cálculo nos edifícios resultem quase sempre da soma das cargas de todos os pisos, o que agrava bastante o risco de incêndio.

A compartimentação horizontal, analogamente com a vertical, é a restrição de propagação de incêndio entre os espaços com paredes comuns. Obviamente, que quanto maiores forem as dimensões dos

espaços mais importante será existir a compartimentação horizontal de forma a minimizar ao máximo o risco do incêndio.

## **2.6. REGULAMENTAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS**

### **2.6.1. INTRODUÇÃO**

A Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE) é uma matéria que, de uma forma ou de outra, diz respeito a todos os cidadãos. A sua finalidade última consiste em limitar o risco de incêndio, associado aos cenários de incêndio mais prováveis, e/ou ao cenário de incêndio de mais graves consequências, uma vez que não é possível eliminar o risco na totalidade. Para tal, é necessário tomar medidas de segurança contra incêndio a fim de diminuir o risco de deflagração do incêndio ou para melhoria da edificação face a esta ocorrência. Da restrição da propagação de fumo e chamas, para facilitar a evacuação das pessoas e, se possível, minimizar os danos causados, passando por outras medidas preventivas, passivas ou activas de protecção, análises de risco para a escolha de tais medidas, ou até eventuais medidas de reabilitação estrutural, todas elas compõem a Segurança contra Incêndio.

### **2.6.2. TIPOS DE REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**

A regulamentação de Segurança contra Incêndio existente é fundamentalmente de dois tipos. Regulamentos baseados no desempenho onde são explicitados os objectivos e as exigências são feitas em termos genéricos, deixando-se ao projectista a liberdade de escolher as estratégias e as medidas concretas que prove serem as mais adequadas e eficazes para atingir esses objectivos e os regulamentos prescritivos nos quais se prescrevem com, maior ou menor detalhe, as soluções concretas que devem ser adoptadas.

Para melhor se perceber a diferença entre estas duas regulamentações, dá-se o exemplo de uma evacuação dos ocupantes, assim, um regulamento baseado no desempenho poderia simplesmente referir que as vias de evacuação deveriam ser dimensionadas de forma a garantir que a evacuação se realizasse num intervalo de tempo inferior ao que seria necessário à ocorrência de condições críticas para a saúde e integridade física dos ocupantes. Por seu turno, um regulamento prescritivo define, de forma directa ou indirecta, as larguras das vias de evacuação, o seu número e as distâncias máximas a percorrer até às vias verticais de evacuação ou até à saída do edifício.

Com regulamentos baseados no desempenho, o projectista tem maior flexibilidade de escolha nas soluções a adoptar, sendo que a regulamentação baseada no desempenho deve ter uma orientação prática e garantir a continuidade de informações, inovações e até mesmo renovações tecnológicas obtidas através de investigações fundamentais e fiáveis acerca do fogo. Em [5] é referido que o desenvolvimento da Engenharia de Segurança contra Incêndio como uma ciência consolidada é componente essencial a existência de cada vez mais regulamentação baseada no desempenho e menos regulamentos prescritivos.

A importância da Segurança contra Incêndio na área científica não é apenas para pôr em prática tecnologias avançadas já existentes e incentivar a criação de novos métodos mais económicos para construir, mas sim procurar também informar a população dos riscos que a falta da Segurança contra Incêndio pode proporcionar às vidas humanas, além de mostrar prejuízos irreparáveis para a sociedade do ponto de vista histórico-cultural, pois, a depender do dano, é muito difícil a reconstrução de obras de arte e acervos de diversos artistas, em muitas ocasiões feitas há mais de um século. É preciso ter uma preocupação maior com a preservação da cultura fazendo com que os projectos de Segurança

contra Incêndio sejam executados, visando todos os aspectos relacionados com patrimónios histórico-culturais. Não basta apenas fazer um projecto usando normas regulamentares, é preciso visualizar a implantação de todos os sistemas e equipamentos, devido a irregularidades nos locais a serem implantados, como por exemplo, falta de espaço, estrutura precária e difícil acessibilidade. Dessa forma, é necessário entender a importância da Segurança contra Incêndio em patrimónios histórico-culturais, levando a ideia da prevenção, análise e combate de forma específica.

Em edifícios e centros históricos é preciso levar em consideração a componente específica, além das alterações as adaptações trazidas ao longo dos anos. Os pisos e as estruturas de madeira são muito frequentes nas construções antigas. No projecto original dessas construções não foram previstos quaisquer equipamentos de protecção contra incêndios ou instalações eléctricas. Os edifícios e centros históricos possuem características marcantes, e de grande preocupação, no âmbito da protecção dificultada, muitas vezes, por ocupar áreas de difícil acesso. Assim, é importante que sejam observados cuidados especiais de prevenção contra incêndio, pois a acção dos órgãos externos auxiliares (corpo de bombeiros, por exemplo) pode não acontecer a tempo devido a localização do edifício, terrenos acidentados ou ruas estreitas, entre outras dificuldades encontradas, como, por exemplo, o tempo de construção e a forma rudimentar de algumas construções, a forma desordenada das suas reformas e ampliações ao longo dos séculos tornam a acção do fogo ainda mais rápida podendo ocasionar, até um desmoronamento a depender do grau de intensidade do incêndio.

No entanto, o conjunto de exigências dos regulamentos prescritivos conduz também a soluções eficazes que se traduzem numa limitação do risco de incêndio, sendo a regulamentação em Portugal grande parte prescritiva.

### 2.6.3. REGULAMENTAÇÃO DE SCI EM PORTUGAL

A regulamentação nacional sofreu alterações no início do ano 2009 de forma a ser mais eficiente na implementação das normas de Segurança contra Incêndio. Actualmente a regulamentação portuguesa é então composta por:

- DL n.º 220/2008, de 12 de Novembro – Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios;
- Portaria n.º 220/2008, de 29 de Dezembro – Aprovação do Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios;
- Portaria n.º 1054/2009, de 16 de Setembro – Fixa o valor das taxas pelos serviços prestados pela Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC);
- Portaria 773/2009, de 21 de Julho – Define o procedimento de registo, na ANCP, das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e/ou manutenção de produtos e equipamentos de SCIE;
- Portaria n.º 610/2009, de 8 de Junho – Regulamenta o sistema informático que permite a tramitação desmaterializada dos procedimentos administrativos previstos no Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE);
- Portaria n.º 64/2009, de 22 de Janeiro – Procede à regulamentação, licenciamento e fiscalização no âmbito da Segurança contra Incêndio;
- Despacho n.º 2074/2009, de 15 de Janeiro de 2009 – Critérios técnicos para determinação de densidade de carga de incêndio modificada;

No que respeita a Decisões da Comissão das Comunidades Europeias existe:

- n.ºs 2000/147/CE e 2003/632/CE – classificação da reacção ao fogo de produtos de construção;
- n.ºs 2000/367/CE e 2003/629/CE – sistema de classificação da resistência ao fogo.

Entrou em vigor em 1 de Janeiro de 2009 o Decreto-lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro, que estabelece o Regulamento Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, designado também por RSCIE.

A elaboração deste documento teve como objectivo estabelecer o regime jurídico de segurança contra incêndios em edifícios, e determinar as condições de segurança contra incêndios a aplicar a todas as utilizações de edifícios, bem como recintos itinerantes e ao ar livre, reunindo num único diploma a legislação que se encontrava dispersa por um numero excessivo de diplomas avulsos.

O presente decreto-lei contém um vasto conjunto de exigências técnicas à segurança contra incêndios, no que diz respeito à concepção geral da arquitectura dos edifícios e recintos a construir, alterar ou ampliar, às disposições sobre construção, às instalações técnicas e aos sistemas e equipamentos de segurança. Contempla ainda as necessárias medidas de autoprotecção e de organização de segurança contra incêndios, aplicáveis quer em edifícios existentes, quer em edifícios a construir.

Posteriormente, era necessário regulamentar por portaria do membro do Governo responsável pela área de protecção civil as disposições técnicas gerais e específicas de SCIE referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e protecção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoprotecção, sendo desta forma criada a Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro.

O âmbito de aplicação do novo RSCIE é mais amplo, e aplica-se a praticamente todos os tipos de edifícios, nomeadamente:

- Novos edifícios, partes de edifícios e recintos a construir ou implantar;
- Mudança de uso permanente de edifícios e recintos ou as suas partes, que impliquem alteração das utilizações dadas aos edifícios ou ao aumento da categoria de risco;
- Exploração de todos os edifícios e recintos, incluindo os que já existem, no que se refere às medidas de autoprotecção e de organização de segurança.

Estão excluídos do regulamento, pelo seu elevado grau de risco e pela necessidade de medidas de segurança extremas, os seguintes estabelecimentos:

- Instalações prisionais;
- Espaços classificados, de acesso restrito, das instalações das forças armadas ou de segurança;
- Estabelecimentos industriais e de armazenamento com substâncias perigosas;
- Postos de abastecimento de combustíveis.

Os estabelecimentos industriais e de armazenamento de substâncias perigosas, industriais extractivas ou de pirotecnia e de manipulação de produtos explosivos e radioactivos devem cumprir apenas as prescrições do regulamento relacionadas com a acessibilidade das forças de socorro e a disponibilidade de água para o combate a incêndios. As restantes prescrições em termos de segurança estão referidas em legislação específica para cada um dos estabelecimentos referidos.

## 2.7. MEIOS DE EXTINÇÃO DE INCÊNDIO

Os meios de extinção de incêndio revestem-se de extrema importância na segurança contra incêndio, ao contemplarem medidas e equipamentos que devem ser utilizados com o intuito de extinguir um incêndio, ou pelo menos, tentar mantê-lo sob controlo, até que seja possível tomar acções mais efectivas, tais como, as medidas de primeira intervenção.

Para se efectuar a escolha correcta desses meios de extinção, é obrigatório ter-se em conta vários aspectos, e nem sempre é fácil tomar a melhor decisão, pois deve estar em conformidade com a carga de incêndio, o objecto a proteger e com as pessoas que utilizam os meios de extinção.

Os agentes extintores terão então uma especificidade própria, em que para um determinado tipo de equipamento deve ser aplicado um respectivo agente, não se devendo generalizar as instalações. Caso contrario, pode acontecer que na aplicação dos agentes extintores sobre os objectos abrangidos pelas chamadas, estes sejam mais danificados pela acção do agente extintor do que pelo próprio incêndio.

As medidas de extinção são fundamentalmente equipamentos activos, automáticos ou não, podendo ser feita a sua instalação quer no interior dos edifícios, quer no exterior do mesmo.

As medidas internas ao edifício estão divididas em duas categorias, nomeadamente, 1ª e 2ª intervenção. Medidas de 1ª intervenção estão no âmbito da acção dos utentes do edifício antes da chegada dos bombeiros, enquanto que as de 2ª intervenção terão acção especializada de extinção do incêndio. As medidas externas são sempre da competência dos bombeiros.

Como nos centros históricos não se justifica quase genericamente a instalação de medidas de 2ª intervenção, serão aqui apenas abordadas as medidas de 1ª intervenção e as medidas externas ao edifício.

Os meios de 1ª intervenção são então destinados à aplicação por parte dos utilizadores dos edifícios, e constituem a primeira etapa na extinção de um incêndio. O seu procedimento deverá ser feito imediatamente após a percepção de início de incêndio, e para que seja bem empregue, deve cobrir não só a forma de escolha e uso do agente extintor, como também uma abordagem correcta ao incêndio, no que diz respeito às condições existentes, como distância das chamadas, direcção do vento, entre outras. Isto porque ao usar os meios, os utilizadores devem sempre tomar em linha de conta a sua própria segurança.

As medidas de primeira intervenção são então aquelas onde o utilizador é um ocupante do local atingido pelo incêndio, podendo estar preparado, ou não, para o uso.

Os equipamentos mais comuns para esta função são os extintores portáteis e as redes de incêndio armadas (RIA), sendo então apenas estes os dispositivos aqui abordados.

O extintor portátil contém um agente extintor que pode ser direccionado para o foco do incêndio mediante activação de pressão interna ao equipamento, normalmente promovida pela reacção de um segundo agente à diferença de pressão imposta pelo accionamento exterior do sistema.

Os extintores são de vários tipos, e a sua escolha está fortemente condicionada pela classe de incêndio que visam atingir. A classificação dos extintores relacionados com a sua aplicação no incêndio está apresentada na tabela seguinte.

Quadro 2.1 – Eficácia dos agentes extintores perante a respectiva classe de incêndio

| Agente Extintor  | Classe de Fogo |              |              |          |
|------------------|----------------|--------------|--------------|----------|
|                  | A              | B            | C            | D        |
| Água com jacto   | Eficaz         | Não Usar     | Não Usar     | Não Usar |
| Água em nevoeiro | Muito Eficaz   | Não Usar     | Não Usar     | Não Usar |
| Espuma           | Eficaz         | Muito Eficaz | Não Usar     | Não Usar |
| Pó BC            | Não Usar       | Muito Eficaz | Muito Eficaz | Não Usar |
| Pó ABC           | Muito Eficaz   | Muito Eficaz | Muito Eficaz | Não Usar |
| CO2              | Pouco Eficaz   | Eficaz       | Eficaz       | Não Usar |
| Pó Especial      | Não Usar       | Não Usar     | Não Usar     | Eficaz   |

As redes de incêndio de armadas (RIA) estão também disponíveis como meio de 1ª intervenção, sendo no entanto menos comum a sua existência, remetendo quase sempre apenas a sua utilização para edifícios de maiores dimensões. Assim, nos centros históricos, encontrar-se edifícios com instalação de RIA é muito pouco provável, pelo facto de estes não serem, maioritariamente, de grandes dimensões.

As RIA são constituídas por um determinado conjunto de bocas-de-incêndio armadas e as suas tubagens, instalações de bombagem, manómetros e pressostatos, bem como um reservatório de água são normalizados internamente ao edifício. Desta forma, devem ser garantidas as condições de pressão e caudal mínimos na rede.

Uma boca-de-incêndio armada normalizada é constituída por:

- Boca-de-incêndio normalizada com 25, 40 ou 70mm;
- Mangueira semi-rígida ou flexível e respectivas junções;
- Agulheta ligada à mangueira;
- Chave de manobra;
- Carretel ou equipamento equivalente para acomodar e organizar a mangueira quando não está em uso;
- Armário metálico para guardar a mangueira e demais acessórios não fechado ou de fácil abertura.



Fig. 2.11 – Boca-de-incêndio armada

Assim se verifica que esta medida tem custos associados mais elevados pois possui muitos elementos e, como tal, esta medida raramente é tomada em conta em edifícios mais pequenos como é o caso do objecto de estudo neste trabalho.

Os meios de extinção exterior ao edifício devem ser manuseados exclusivamente pelo Corpo de Bombeiros. Dois elementos integrantes destes meios e que serão aqui então abordados, são os marcos de incêndio e as bocas-de-incêndio. Estes hidrantes devem garantir uma pressão mínima de saída de água de 100 kPa para que o combate ao incêndio seja efectivo, podendo estar ligados directamente à rede geral de abastecimento de água, ou a um reservatório próprio para este fim. A segunda opção é mais adequada e deve ser, sempre que possível, preferida em detrimento da ligação à rede geral de abastecimento.

A existência de um reservatório independente para o combate ao incêndio é mais eficaz, pois não está sujeita às variações da rede geral, mantendo a pressão e a quantidade de água disponíveis para uma situação de incêndio. Além disso, um reservatório próprio exige cuidados especiais de manutenção da circulação da água armazenada, evitando que esta fique estagnada e perca qualidade de forma a não constituir um perigo para a saúde pública pelo seu transporte.

As bocas-de-incêndio são saídas de ramais da canalização pública destinadas exclusivamente ao combate a incêndio. Podem ser localizadas na parede das edificações ou mesmo nos passeios junto à parede. Estes ramais possuem uma válvula de abertura e encontram-se encerrados em portinholas que devem ser bem sinalizadas e de acesso exclusivo ao Corpo de Bombeiros.

Estes elementos estão situados grande parte das vezes em propriedades privadas mas constituem um bem público e, assim sendo, devem estar sempre bem sinalizados, desobstruídos e conservados para que possam ser utilizados no imediato e de uma forma eficaz em caso de sinistro.

Marcos de incêndio, tais como as bocas de incêndio, são ramais de utilização única do Corpo de Bombeiros para combate a incêndios, mas possibilitam no combate a incêndio um maior caudal de água, com 3 saídas de diâmetros diferentes e abastecido por rede sempre superior a 90mm. Ocupam um volume maior e estão destacados, quase sempre, a meio das calçadas e passeios, com o propósito de serem facilmente acessíveis, sem quaisquer tipos de impedimentos e com espaço suficiente para a abertura das válvulas através do uso de ferramentas.



Fig 2.12 – Marcos de incêndio. A - “Alba”, B - “Pont-a-Mousson”, C - “Fresaco”

Este equipamento dificilmente pode ser aplicado em centros históricos, pois possui um maior volume, não compatível com o espaço disponível em centros históricos.

Os Bombeiros têm sempre bastante dificuldade no acesso a estes equipamentos nos centros históricos, devido às ruas serem bastantes estreitas, tal como são os passeios, que por vezes chegam até a nem existir, não permitindo a instalação dos marcos de incêndio. Tudo isto se complica pelo facto de serem estas as zonas que apresentam sempre maiores índices de risco de incêndio.

Assim sendo, a manutenção das bocas-de-incêndio em bom estado revela-se fulcral para a SCI em centros históricos, pelo facto de o combate contra incêndio estar muito dependente apenas deste tipo de equipamento exterior.

## 2.8. INTERVENÇÃO NO COMBATE AO INCÊNDIO

### 2.8.1. INTRODUÇÃO

As operações de combate a incêndio passam pelas seguintes fases sequenciais:

- Reconhecimento;
- Salvamento;
- Estabelecimento dos meios de acção;
- Ataque e protecção;
- Rescaldo;
- Vigilância.

De forma a estabelecer o plano de actuação ao incêndio é efectuada inicialmente a fase de reconhecimento, com a apreciação das suas características e são ponderados os factores condicionantes das operações de socorro. É nesta fase que se verifica a necessidade de reforço de meios humanos e materiais de combate e são solicitados.

Sendo o salvamento das vidas humanas uma prioridade absoluta, inicia-se de imediato as operações de ataque ao incêndio, onde são desenvolvidas as seguintes três fases:

- Circunscrição – fase que garante que o incêndio fica confinado ao mínimo espaço possível, evitando a sua progressão;
- Domínio – fase que se inicia quando o incêndio já circunscrito, abrande a intensidade das chamas e reduz a sua energia e os produtos libertados da combustão;

- Extinção – última fase das operações de ataque que ocorre quando só existem pequenos focos de incêndio que se conseguem dominar.

Durante as operações de ataque são desenvolvidas acções de protecção, nomeadamente, às dependências do edifício e aos materiais e equipamentos não afectados directamente pelo incêndio.

Depois da extinção, é desenvolvida a fase de rescaldo com o objectivo de evitar o reacendimento do incêndio, seguindo-se a fase de vigilância.

Nos centros urbanos antigos e em particular no centro histórico do Porto, onde se integra o Quarteirão das Aldas, as dificuldades de combate ao incêndio por parte dos bombeiros dependem principalmente dos quatro factores que se seguem:

- Fase do desenvolvimento do incêndio em que ocorre a intervenção dos bombeiros;
- Condições de acessibilidade;
- Meios de combate ao incêndio existentes;
- Sensibilidade dos moradores.

Estes factores serão desenvolvidos e explanados seguidamente.

#### 2.8.2. FASES DE EVOLUÇÃO DO INCÊNDIO

O alarme dos moradores e posteriormente o alerta aos CB é de extrema importância neste tipo de locais. Quando ocorre um incêndio quanto mais cedo for dado o alerta aos bombeiros, mais rápida será a sua extinção. Esta situação nem sempre acontece porque as zonas dos centros históricos são habitualmente habitadas por pessoas idosas ou os edifícios são comerciais ou estão mesmo devolutos.

#### 2.8.3. ACESSIBILIDADES

Face a morfologia urbana destes locais, que se caracteriza principalmente por arruamentos de largura reduzida, o acesso dos bombeiros é extremamente difícil, mesmo que disponham de equipamentos mais adequados, nem sempre é possível utiliza-los nestas situações.

O estacionamento abusivo nos Centros Históricos é outro problema que condiciona bastante as acções dos bombeiros, sendo bastante difícil de resolver dado o pouco espaço existente destinado ao estacionamento. Devem ser criadas alternativas face ao aumento do número de veículos a circular e a estacionar na cidade do Porto dado a esta problemática não ser de simples resolução e apenas aplicar proibição de estacionamento em diversos locais não é suficiente pois muitas das vezes não são cumpridas as disposições.

As ruas são ainda bastante estreitas, nomeadamente na zona do Quarteirão das Aldas, e a dificuldade em estacionar as viaturas dos próprios moradores é muita, fazendo-o em muitas ocasiões em locais que prometem a acção dos bombeiros em caso de sinistro.

As pessoas têm também muito por hábito, colocarem equipamentos, nomeadamente vasos no caso do Quarteirão das Aldas, nas ruas já de si estreitas, que apesar de ser necessário, tornam-se num obstáculo à passagem e manobra das viaturas de socorro, dificultando a acção dos bombeiros. A colocação e a forma de distribuição de alguns equipamentos, tais como, marcos de água, candeeiros, sinalização vertical ou contentores do lixo, constituem variadas vezes um entrave para os bombeiros e são mais um obstáculo a ultrapassar.

#### **2.8.4. MEIOS DE COMBATE AO INCÊNDIO**

O risco de um incêndio numa zona onde os meios dos Corpos de Bombeiros não conseguem chegar, como é o caso de estudo deste trabalho, traduzem-se numa preocupação redobrada para quem tem a responsabilidade de aí actuar, bem como para quem aí vive. Edifícios com maior altura, em que normalmente os meios utilizados são as auto-escadas, nestes locais tem de ser recorrer a meios manuais e portáteis, como é o caso das escadas de lanços, para socorrer e combater um incêndio, traduzindo-se numa maior dificuldade e demora nas operações de socorro.

Nas zonas do centro histórico os meios de combate a incêndio, nomeadamente os hidrantes exteriores são escassos ou os existentes não estão operacionais, constituindo mais uma dificuldade para acção dos bombeiros.

#### **2.8.5. INTERVENÇÃO DOS MORADORES**

A sensibilização dos moradores é uma outra questão que deve ser apontada como essencial para o aumento de segurança da população em caso de incêndio. As populações residentes no centro histórico carecem bastante deste tipo de informação e seria bastante útil prever acções de sensibilização e divulgação das tarefas que os moradores devem assumir em termos de prevenção.

### **2.9. PREVENÇÃO E COMBATE AOS INCÊNDIOS**

#### **2.9.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA**

Sendo o Centro Histórico uma zona com demasiado valor na caracterização das cidades há a necessidade de promover condições de segurança contra o risco de incêndio, não só para protecção do património (classificado ou não), como para salvaguarda da vida humana dos que aí habitam ou que por aí passam em trabalho ou em lazer, assim como proporcionar meios às forças de socorro.

A ausência de medidas efectivas nos centros históricos, aliada aos obstáculos inerentes que os próprios locais impõem ao Corpo do Bombeiros para alcança-los em caso de incêndio, dificulta bastante o trabalho de combate a incêndio. Como consequência, tais dificuldades podem acabar por trazer como impacto social, a falta de confiança da população, no CB, no local em que vivem, ou em ambos, sendo preciso evitar a todo o custo.

Ao longo de toda a vida útil da edificação devem ser adoptadas medidas preventivas para se evitar ao máximo que o incêndio ocorra, medidas de acção para extinguir o incêndio e até mesmo medidas correctivas para procurar recuperar os elementos atingidos em caso de incêndio.

Ao longo da história assistiu-se a uma evolução de medidas de combate a incêndio. Assim, as primeiras reacções face ao risco de incêndio limitaram-se a medidas de protecção, isto é, foram estabelecidos mecanismos destinados a combater os incêndios quando e onde se manifestavam. São exemplos, a preocupação dos Egípcios, Gregos e Hebreus em manterem nas suas cidades patrulhas de vigilantes, particularmente à noite, para detectar e combater qualquer foco de incêndio.

Posteriormente, os Romanos decretaram algumas medidas preventivas contra incêndios na área do que hoje se designa por segurança passiva.

Em consequência do grave incêndio de Roma, foram tomadas diversas medidas destinada a evitar nova catástrofe, de que são exemplo, a proibição de construção de edificios acima de determinada

altura, o alargamento das ruas e a criação de locais de abastecimento de água em cada zona administrativa da cidade.

Remonta a seiscentos anos, aproximadamente, a primeira iniciativa de organizar um serviço de incêndio, em Portugal. Foi em 23 de Agosto de 1395 que D. João I fez publicar uma carta régia onde se referia:

*“...E que no caso que se algum fogo se levantasse, o que Deus não queira, que todos os carpinteiros e calafates venham àquele lugar, cada um com o seu machado, para haverem de atalhar o dito fogo. W que outrossim todas as mulheres que ao dito fogo acudirem, tragam cada uma o seu cântaro ou pode para acarretar água para apagarem o dito fogo...”*

A partir desta data a forma como o risco de incêndio foi encarado em Portugal evoluiu, essencialmente na óptica das medidas de protecção e na organização de incêndio, de que são exemplo:

- Em 1612, a Câmara Municipal do Porto equipou os carpinteiros que tinham a obrigação de ocorrer ao combate de incêndios, com os machados de que necessitavam;
- Em 1646, a Câmara Municipal de Lisboa contratou os primeiros bombeiros remunerados;
- Em 1781, é criada em Coimbra a primeira organização de bombeiros com carácter permanente;
- Em 1868, é criada a associação de bombeiros voluntários de Lisboa, primeira manifestação organizada pela população com vista a fazer face ao risco de incêndio, substituindo-se a Administração Pública nessa missão;
- Em 1980, é criado no Ministério da Administração Interna, o Serviço Nacional de Bombeiros.

As sociedades mais evoluídas têm vindo a encarar a problemática dos incêndios numa perspectiva diferente da inicial – a das medidas preventivas. Estas, são consideradas actualmente, como uma solução mais eficaz face aos riscos de incêndio e, no caso de alguns desses riscos (como o de explosão), são mesmo as únicas que surtem algum efeito.

#### 2.9.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

As medidas de prevenção são um conjunto de medidas que visam evitar que os sinistros ocorram, ou então tentar mantê-los sob controlo caso estes se verifiquem, evitando a propagação e facilitando o combate. A prevenção de incêndios pode ser alcançada por diversas formas:

- Educação de segurança – educação da população em geral, com destaque especial para a população mais jovem, ou para a população com menor formação cívica;
- Planeamento de segurança – aspectos de organização de segurança e procedimentos, planeados previamente, para intervenção em caso de emergência;
- Inspecção de segurança – mecanismos de controlo, inspecção e avaliação da aplicação das medidas de prevenção e protecção contra os riscos de incêndio, garantindo a sua eficácia ao longo do tempo;
- Investigação de incêndios – devem ser apuradas as causas dos incêndios, a forma como evoluíram e as respectivas consequências;
- Engenharia de segurança – estudo sistemático do risco de incêndio e das medidas preventivas e de intervenção mais adequadas, para fazer face a cada situação de risco, efectuado no âmbito da engenharia de segurança contra incêndio. Visa a concepção de medidas de ordem técnica e organizacional a aplicar no projecto, construção e exploração dos edifícios, a instalações e equipamentos, bem como a materiais e a produtos.

Existem, no entanto, outros tipos de medidas, nomeadamente as medidas passivas, que são preferencialmente referentes às disposições construtivas dos edifícios e as medidas activas que se destinam a funcionar apenas em caso de incêndio.

### 2.9.3. PLANO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O Plano de Segurança contra Incêndio é, desde logo, o primeiro resultado da aplicação da Engenharia de Segurança contra incêndio a qualquer edificação, sendo que a partir do mesmo, e após uma avaliação de determinadas análises de dados preliminares podem ser delineadas as responsabilidades, medidas, acções e posturas a serem tomadas por todos os intervenientes.

Um plano de segurança pode definir-se como a sistematização de um conjunto de normas e regras de procedimento, destinadas a evitar ou minimizar os efeitos das catástrofes que possam vir a ocorrer em determinadas áreas, gerindo de uma forma optimizada, os recursos disponíveis. Desta forma, um plano de segurança constitui um instrumento simultaneamente preventivo e de gestão operacional, uma vez que, ao identificar os riscos, estabelece os meios para fazer face ao acidente e, quando definida a composição das equipas de intervenção, lhes atribui missões.

As razões para a elaboração do plano de segurança são:

- Identificar os riscos e procurar minimizar os seus efeitos;
- Estabelecer cenários de acidentes para os riscos identificados;
- Definir princípios, normas e regras de actuação face aos cenários possíveis;
- Organizar os meios, humanos e materiais, e prever missões para dada um dos intervenientes;
- Definir as competências e responsabilidades dos diversos intervenientes;
- Permitir desencadear acções oportunas, destinadas a limitar as consequências do sinistro;
- Evitar confusões, erros, atropelos e duplicação de actuações;
- Prever e organizar antecipadamente a evacuação e intervenção;
- Permitir criar rotinas nos procedimentos, os quais poderão ser testados, através de exercícios e simulacros.

Um plano de segurança deve, por isso, ter as seguintes características:

- Simplicidade;
- Flexibilidade;
- Dinamismo;
- Adequação;
- Precisão.

Perante os vários tipos de risco que podem acontecer num determinado edifício ou recinto é prudente pensar na Segurança Integrada. Isto faz com que haja uma necessidade de serviços estruturados de segurança, nas instituições e nas empresas. Haverá uma convergência das formações profissionais dos operadores e dos sistemas e equipamentos. Torna-se necessário a compatibilização de acumulação de funções de segurança nas diversas áreas, dentro da mesma estrutura organizativa. A Segurança Integrada traz vantagens evidentes em termos económicos, tanto em termos de materiais como pessoal, devido à acumulação de funções dos diversos elementos das equipas, como também facilita a coordenação das funções. O planeamento da segurança é essencial à prevenção do acidente, bem como a uma eficaz intervenção, caso ela ocorra. A generalização dos planos de segurança, a todos os níveis,

e a adopção de uma óptica de gestão integrada é certamente o melhor caminho para se alcançar maior segurança. É de grande importância que se consiga estender uma “cultura de segurança” em toda a população para que as medidas a tomarem se tornem eficazes.

#### 2.9.4. PLANO PRÉVIO DE INTERVENÇÃO

O Plano Prévio de Intervenção é um outro tipo de documento elaborado por um corpo de bombeiros onde se descrevem os procedimentos, antecipadamente estudados, para uma intervenção de socorro. Este plano é essencial para se poder intervir de uma forma bastante eficaz aquando da ocorrência de um sinistro, sendo uma aplicação prática do planeamento da segurança. O Plano de Intervenção de Incêndio consiste assim num planeamento prévio para a provável ocorrência de uma emergência e visa facilitar o reconhecimento da edificação por parte da população e das equipas de emergência. O Plano define os procedimentos a serem tomados para controlar o incêndio, até os bombeiros chegarem ao local como o reconhecimento como o reconhecimento da efectiva existência de um sinistro e suas condições, a localização e o início da evacuação das pessoas para locais seguros, o accionamento dos meios de extinção de 1ª intervenção.

Este plano contempla também os dados de risco do edifício, as pessoas (e respectivos contactos) com funções designadas para a execução das acções de intervenção, os locais de encontro e as indicações de meios de utilização de todos os equipamentos relacionados com a segurança contra incêndio.

Através da elaboração de um Plano de Intervenção pretende-se garantir:

- A segurança da população fixa e flutuante do edifício;
- A segurança da população das edificações vizinhas;
- A segurança dos profissionais responsáveis pelo socorro, no caso de ocorrer um incêndio/sinistro;
- O controle da propagação de incêndios;
- A protecção do meio ambiente;
- Facilidade de encontrar os meios e rotas para retirada da população.

Sendo os centros históricos locais de grande risco de incêndio devido às suas características próprias, é fundamental serem feitos os planos prévios de intervenção de forma a conseguir uma acção mais segura e eficiente aos locais. Reveste-se então desta forma, essencial ter um total conhecimento das características dos edificadados, bem como do tipo de ocupantes dos mesmos de forma aos planos prévios de intervenção serem bem executados.

# 3

## APRESENTAÇÃO DO QUARTEIRÃO 14052 – ALDAS

### 3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o Quarteirão 14052 – Aldas, alvo de estudo deste trabalho, indicando todas as características do mesmo, com uma descrição dos elementos constituintes dos edifícios de modo a ter uma total percepção e compreensão do objecto de estudo.

O Quarteirão das Aldas é identificado por uma numeração (COD 14052) atribuída pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). O código 14052 corresponde a um número de uma subsecção da cartografia definida por parte do INE. Nessa cartografia está representado todo o território nacional de forma a orientar e identificar mais facilmente toda uma base de dados relativa ao território.

Devido ao objectivo do trabalho ser a análise do risco de incêndio do edificado, para além da preocupação em caracterizar ao máximo o interior dos edifícios de forma a poderem ser aplicados os métodos de análise necessários, houve uma forte diligência no levantamento de todos os meios exteriores que concernem à intervenção do Corpo de Bombeiros. Neste campo encontram-se as larguras das ruas, que revestem-se de extrema importância no que à Segurança Contra Incêndio diz respeito, sendo as acessibilidades um factor muito importante de todo este processo, tal como a existência, ou não, de hidrantes exteriores em condições de poderem ser utilizados na extinção do incêndio.

Para se definir totalmente o Quarteirão em estudo no que diz respeito à SCI, não bastou ter em conta as particularidades físicas do mesmo, mas também, o perfil da população residente, de forma a se perceber a capacidade das mesmas em agirem no caso de ocorrência de um sinistro.

Por vezes, houve a necessidade de abranger um pouco alguns aspectos de caracterização relativos ao edificado pois, não foi possível aceder ao interior de todos os edifícios, generalizando em certa parte os parâmetros de estudo.

Como os métodos de análise aplicados na avaliação do risco de incêndio do Quarteirão foram o Método de Gretener e o FRIM, a caracterização feita ao edificado e à zona circundante incidiu mais nos parâmetros relativos ao cálculo destes dois métodos.

A localização do edificado e distâncias do mesmo para os quartéis dos bombeiros foi outro dos aspectos a ter em conta na descrição, a fim de se ter noção do trajecto a ser feito pelos bombeiros até ao local de estudo desde trabalho.

### 3.2. MEMÓRIA DESCRITIVA DO QUARTEIRÃO EM ESTUDO

A Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação da Baixa Portuense SA procedeu à elaboração de um Projecto Base de Documento Estratégico, no ano de 2007, sendo a unidade de intervenção o Quarteirão 14052 – Aldas. Nesse documento foi feito o levantamento integral e o diagnóstico da situação existente com vista a serem efectuadas obras de reabilitação nos edifícios. Como tal, toda a descrição referente ao Quarteirão feita neste capítulo tem como base de apoio esse documento.

#### 3.2.1. ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO

O Quarteirão das Aldas está inserido na área classificada como Património Mundial da UNESCO. Localiza-se no Morro da Sé, ocupa uma área de 666,14m<sup>2</sup> de implantação, totalmente ocupada por 10 parcelas com uma área bruta de construção de 2339,90m<sup>2</sup>.

O Quarteirão em estudo localiza-se no interior da Bairro da Sé, muito próximo do Terreiro da Sé, o qual é ladeado por monumentos e edifícios carismáticos como a Sé Catedral, a Casa do Cabido, o Paço Episcopal, a Casa da Câmara e ainda o Seminário Maior do Porto e a Igreja S. Lourenço.

O Quarteirão é dotado de infra-estruturas de abastecimento de água e gás, de saneamento básico, de drenagem de águas pluviais, de distribuição de rede eléctrica e de telecomunicações.

Como espaços públicos e a sul deste Quarteirão, encontra-se o Largo do Dr. Pedro Vitorino com miradouro. A poente, com um carácter mais intimista encontra-se o Largo da Pena Ventosa. Os arruamentos envolventes ao Quarteirão são estreitos com pavimentos em lages de granito, de grande declive, sem passeios, não permitindo a utilização de automóvel.

Mostra-se nas seguintes figuras, através de um zoom gradual de aproximação feito ao Quarteirão, a localização do mesmo na cidade do Porto. (Figuras 3.1 a 3.3).



Fig. 3.1 – Imagem aérea da cidade do Porto com indicação do Quarteirão em estudo



Fig. 3.2 – Vista aérea sobre parte do CHP, com delimitação do edificado em estudo (a vermelho) inserido no Morro da Sé e do Quartel dos BSB mais próximo (a verde), junto à estação de S. Bento



Fig. 3.3 – Visualização aproximada do Quarteirão das Aldas, delimitado pela linha vermelha

De forma a se poder obter uma melhor visualização do edificado apresentam-se, de seguida, duas perspectivas aéreas de diferentes níveis de aproximação ao Quarteirão.



Fig. 3.4 – Perspectiva aérea do Quarteirão (indicado a sombreado vermelho) e da zona envolvente

Como se mostra (Figuras 3.4 e 3.5) é notório o carácter histórico da zona onde se insere o Quarteirão das Aldas. As ruas são sinuosas e bastante estreitas, o aglomerado urbano é bastante denso, os edifícios estão construídos em banda, e possuem um número de pisos muito aproximado entre eles.

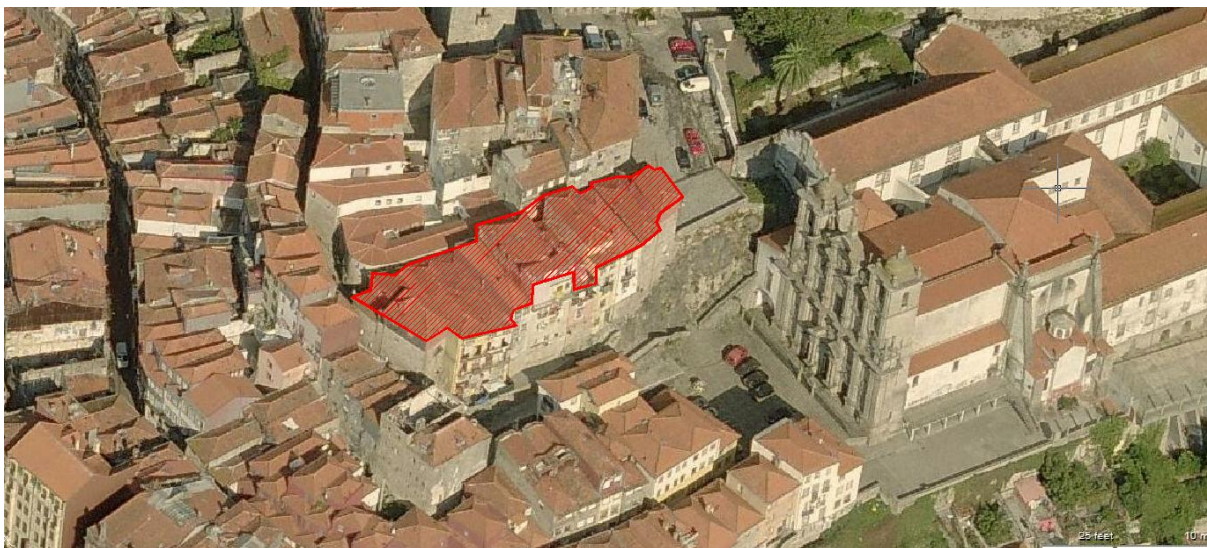


Fig. 3.5 – Imagem do Quarteirão 14052 – Aldas

### 3.2.2. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA

As 10 parcelas que constituem este Quarteirão, são de propriedade privada e estão inteiramente ocupadas pelas respectivas construções que têm duas frentes urbanas, excepto as parcelas 1 e 10 que têm três frentes.



Fig. 3.6 – Representação do edificado do Quarteirão das Aldas, Sé do Porto

As fachadas mais altas presentes na Rua das Aldas são compostas por r/ch mais 3 pisos. Na Travessa da Pena Ventosa, devido à diferença de cotas existente, a maioria do edificado é composto por mais 2 pisos de altura. Isto deve-se ao facto de existir um forte desnível entre os dois arruamentos para os quais estão viradas as fachadas do edificado. As parcelas 2 e 3 têm uma habitação com 2 pisos e com entrada independente pelo Largo da Pena Ventosa (Figura 3.6 – Largo existente no canto a noroeste do edificado).

A estrutura vertical é de granito, bem como as paredes exteriores que também são de granito com reboco pintado. Alguns edifícios têm pisos recuados e empenas laterais revestidas a chapa zincada.

As estruturas horizontais são constituídas, regra geral, por vigamento em madeira, onde assenta o soalho, no entanto, os pisos da cave e r/ch têm estrutura de betão.

Regra geral, os edifícios possuem pavimentos de madeira. Contudo, há também a aplicação de pavimentos em linóleo e cerâmicos sobre lajetas de betão assentes no soalho, com maior incidência nas zonas das cozinhas e das casas de banho. Esta situação provoca um aumento da sobrecarga no pavimento, impede a ventilação e consequentemente, promove a degradação e deformação dos pavimentos.

Os acessos verticais de origem são constituídos por escadas de estrutura de madeira apoiadas nas paredes de meação, não havendo, regra geral, a existência de paredes estruturais de suporte às caixas de escadas, transversais ao edifício.

De uma forma global, as infra-estruturas encontram-se em mau estado de conservação. No entanto, existem infra-estruturas aparentes de abastecimento de água e electricidade, no interior das parcelas, colocadas posteriormente e que se encontram em bom estado.

As coberturas são predominantemente inclinadas, com quatro águas e revestidas a telha cerâmica, tipo Marselha, de cor natural. Algumas das coberturas possuem clarabóias ou lanternins que, devido à sua degradação, foram substituídas por elementos dissonantes, de chapas plásticas ou telhas de vidro.

As divisórias interiores nas zonas secas são predominantemente paredes de tabique de madeira rebocadas e pintadas de ambos os lados e revestimentos cerâmicos nos compartimentos.

Os tectos são, usualmente, de gesso/estruque e muitas vezes são colocados tectos falsos.

O Quarteirão localiza-se então numa zona histórica da cidade do Porto, zona essa densamente urbana, com bastantes edifícios e ruas muito estreitas.

O edificado possui duas fachadas, uma virada para a Rua das Aldas e uma outra com vista para a Travessa da Pena Ventosa. Existe um forte desnível entre estes dois arruamentos, em que a cota da Rua das Aldas está bem acima da cota da Travessa da Pena Ventosa.

Ambas as ruas são descendentes no sentido da parcela 10 para a parcela 1.

Devido à diferença de cotas entre os dois arruamentos, as caves estão localizadas em cotas inferiores às da Rua das Aldas, mas relativamente à Travessa da Pena Ventoso, estão situadas acima. Sendo que, nos casos em que o acesso aos edifícios se faz exclusivamente pela Rua das Aldas, considera-se sempre esses compartimentos abaixo do nível de acesso ao edificado. Esta diferença de nível entre os dois arruamentos explica a razão da existência de mais dois pisos na Travessa da Pena Ventosa na maioria do edificado. Desta forma, e apesar da fachada frontal à Rua das Aldas ter em geral menos dois pisos do que a fachada frontal à Travessa da Pena Ventoso, a cobertura de cada edifício está toda ao mesmo nível.

Ilustra-se bem nas seguintes figuras relativas aos alçados do edificado, esse desnível e diferença altimétrica.

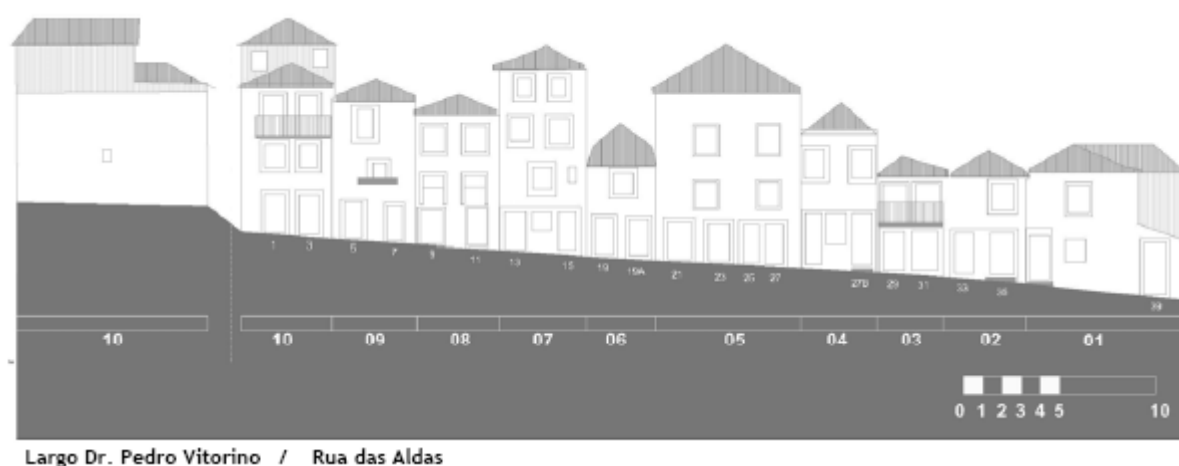


Fig. 3.7 – Alçados Frontais do Edificado à Rua das Aldas e ao Largo do Dr. Pedro Vitorino



Fig. 3.8 – Alçados Frontais do Edificado à Travessa da Pena Ventosa e à Rua da Pena Ventosa

### 3.2.3. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

O estado de conservação do edificado é uma matéria bastante importante na análise do mesmo. O Quarteirão possui cerca de 30% do edificado em mau estado de conservação, 20% do mesmo está em médio/mau estado, 40% está em médio estado de conservação, e apenas 1 edifício (10%) encontra-se em bom estado de conservação.

No entanto, e apesar de cerca de 50% do edificado necessitar de obras profundas, os edifícios ainda detêm um valor construtivo elevado devido à qualidade da arquitectura e dos materiais empregues na sua construção, fazendo com que apenas 10% dos edifícios sem encontrem em más condições de segurança (critério segundo SRU).



Fig. 3.9 – Estado de conservação do edificado

Com a colocação de novos materiais, reparação de elementos já bastante degradados, entre outras intervenções, as condições para a eclosão e propagação de um incêndio serão menores e, como tal, as pessoas estarão mais seguras quanto à ocorrência do sinistro.

Aqui fica dada apenas uma ressalva, dado que apenas mais adiante será tratado ao pormenor o cálculo do risco de incêndio no edificado, medindo quais os aspectos mais relevantes e com maior ênfase na determinação desse risco, sendo posteriormente apontadas várias medidas a preconizar.

#### 3.2.4. OCUPAÇÃO

A ocupação deste Quarteirão é essencialmente habitacional, excepto o r/ch da parcela 5 onde existe uma mercearia e a parcela 7 que tem um armazém. A média de ocupação é de 1,78 habitantes por fogo. Cerca de 70% do edificado está totalmente ocupado.



| NÚMERO DE FOGOS/ OCUPAÇÃO POR TIPOLOGIA |                           |            |            |            |            |            |            |            |                            |                             |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Fogo/ Ocupação                          |                           | com 1 Pess | com 2 Pess | com 3 Pess | com 4 Pess | com 5 Pess | com 6 Pess | com 7 Pess | Total de Fracções Ocupadas | Total de Fracções Devolutas | Total de Fracções |
| Habituação                              | T0                        | 2          | 1          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 4                          | 0                           | 4                 |
|                                         | T1                        | 7          | 4          | 3          | 1          | 0          | 0          | 0          | 15                         | 4                           | 19                |
|                                         | >T1 e <T2                 | 0          | 1          | 1          | 0          | 0          | 1          | 0          | 3                          | 0                           | 3                 |
|                                         | T2                        | 0          | 3          | 2          | 1          | 0          | 0          | 0          | 6                          | 2                           | 8                 |
|                                         | >T2 e <T3                 | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 1                          | 0                           | 1                 |
|                                         | T3                        | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1                          | 0                           | 1                 |
|                                         | T4                        | 1          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1                          | 0                           | 1                 |
|                                         | Subtotal Habitacional     | 10         | 9          | 7          | 3          | 1          | 1          | 0          | 31                         | 6                           | 37                |
|                                         | Serviços                  |            |            |            |            |            |            |            | 0                          | 0                           | 0                 |
|                                         | Comércio                  |            |            |            |            |            |            |            | 1                          | 0                           | 1                 |
| Outros                                  | Equipamento               |            |            |            |            |            |            |            | 0                          | 0                           | 0                 |
|                                         | Armazém                   |            |            |            |            |            |            |            | 1                          | 1                           | 2                 |
|                                         | Subtotal Não Habitacional |            |            |            |            |            |            |            | 2                          | 1                           | 3                 |
| Total                                   |                           |            |            |            |            |            |            |            | 33                         | 7                           | 40                |

Fig. 3.10 – Ocupação do edifício

Quadro 3.1 – Descrição do Quarteirão das Aldas (COD 14052)

| N.º Parcela | N.º Pisos      | Descrição dos Pisos                         | N.º Fogos | Tipologia dos Fogos              | N.º Pessoas |
|-------------|----------------|---------------------------------------------|-----------|----------------------------------|-------------|
| 1           | 3              | Cave + R/c + 1º andar                       | 2         | 1 T1 + 2 T2                      | 3           |
| 2           | 5 <sup>1</sup> | Cave + R/c + 1º andar                       | 5         | 1 T0 + 4 T1                      | 8           |
| 3           | 5 <sup>1</sup> | Cave + R/c + 1º andar                       | 3         | 1 T1 + 1 T2 + 1 T2+1             | 12          |
| 4           | 2              | R/c + 1º andar                              | 1         | 1 T3                             | 2           |
| 5           | 4              | Cave + R/c + 1º, 2º andar + sótão           | 7         | 3 T1 + 2 T2 + 1 T4 + Comércio    | 12          |
| 6           | 2              | R/c + 1º andar                              | 3         | 2 T0 + 1 T1                      | 4           |
| 7           | 6              | Sub-cave + Cave + R/c + 1º, 2º e 3º andares | 7         | 1 T0 + 4 T1 + 1 T1+1 + 1 Armazém | 11          |
| 8           | 4              | Cave + R/c + 1º, 2º andares                 | 2         | 1T1 + 1 T1 Devoluto              | 1           |
| 9           | 3              | R/c + 1º, 2º andares + sótão                | 3         | 2 T1 + 1 T2                      | 3           |
| 10          | 4              | R/c + 1º, 2º e 3º andares                   | 2         | T1 + (T1+T2) Devolutos           | 1           |

<sup>1</sup> A cave corresponde aos pisos -1, -2 e -3.

### 3.2.5. Intervenção dos Bombeiros no Quarteirão

O edificado em estudo encontra-se situado numa zona do Centro Histórico do Porto (CHP) que apresenta muitos aspectos limitativos a nível de acessibilidades para o CB em caso de sinistro. A Rua das Aldas é bastante estreita, tem cerca de 2.5m de largura máxima, e é apenas acessível por uma Viatura Ligeira de Combate a Incêndio com possibilidade de entrada na rua somente por um lado (entrada pelo Largo do Dr. Pedro Vitorino), mas devido a rua ser mais estreita na zona central não tem capacidade de percorrer todo o arruamento. A Rua das Aldas possui um hidrante operacional junto ao n.º 39, (ver Figura 3.6). A outra entrada no arruamento faz-se apenas de forma pedonal, sendo o acesso feito pela Rua da Pena Ventosa (Figura 3.11), não acessível à entrada de veículos de combate a incêndio, devido à existência de escadas e patamares. Na Rua da Pena Ventosa existe um hidrante operacional que também poderá ser utilizado pelos Bombeiros em caso de incêndio no Quarteirão das Aldas.



Fig. 3.11 - Acesso à Rua das Aldas pelo Largo do Dr. Pedro Vitorino (à esquerda) e acesso pedonal à Rua das Aldas pela Rua da Pena Ventosa (à direita)

O arruamento adjacente à outra frente dos edifícios do Quarteirão (Travessa da Pena Ventosa) não possui qualquer acessibilidade para veículos de combate a incêndio. Esta rua é apenas acessível de modo pedonal pelas escadas do Colégio ou pelo Largo da Pena Ventosa (Figura 3.12). Neste arruamento não existem quaisquer hidrantes.



Fig. 3.12 - Acesso à Travessa da Pena Ventosa pelas escadas do Colégio (à esquerda) e acesso pelo Largo da Pena Ventosa (à direita)

A chegada do CB ao Quarteirão em caso de sinistro será muito rápida, pois como se mostrou na Figura 3.2, existe um Quartel dos Bombeiros junto à estação de São Bento, local muito próximo do Quarteirão. Este Quartel já está inserido propositadamente naquele local a fim do CB poder actuar rapidamente no CHP em caso de incêndio.

Em Segurança contra Incêndio em Edifícios no Centro Histórico do Porto, Rodrigues [1], é desenvolvida uma metodologia simplificada para a avaliação do Risco de Incêndio Urbano no CHP tendo em consideração 3 factores:

- Acessibilidade ao local;
- Disponibilidade de água;
- Estado geral de conservação do edificado.

Nesta Tese é feito, para além da Carta de Risco que irá ser abordada mais à frente, um mapa de acessibilidades dos 129 arruamentos do CHP, no qual se inserem os arruamentos circundantes ao edificado em estudo neste trabalho. Numa parte desse mapa apresentado abaixo (Figura 3.13), os arruamentos assinalados a verde são os únicos que não possuem qualquer restrição de acessibilidade. Neste mapa não se encontram sinalizadas as ruas que delimitam o Quarteirão, ou seja, estas apresentam dificuldades de acessibilidade, indo de acordo com as características apresentadas acima para os arruamentos.

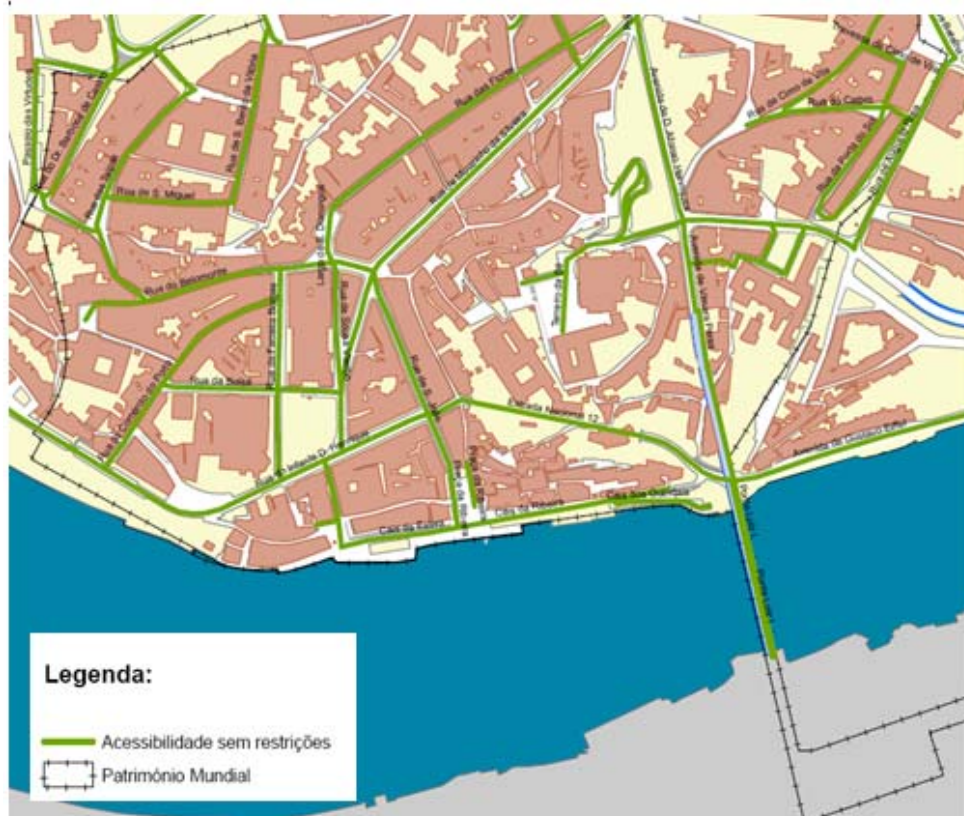


Fig. 3.13 – Mapa parcial de acessibilidades do CHP



# 4

## MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO

### 4.1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, em conformidade com a elevada taxa de perigo que os incêndios traduziam, os meios de combate a incêndio foram-se desenvolvendo tanto ao nível da componente humana disponível e preparada para combate como por equipamentos adequados para o efeito ou até mesmo de legislações.

Uma contextualização histórica acerca desta evolução dá a real noção da importância gradual que foi sendo dada à problemática dos incêndios, com o aumento dos meios de segurança, implantação de legislações, entre outros. Assim, na China, cerca de quatro mil anos antes de Cristo existiam as “Brigadas de Fogo”, dois mil anos mais tarde, no Egípto, o combate ao fogo era feito com água e areia e em 1700 a.C., na Babilónia, no “Código de Hamurabi” surgiram as primeiras “Normas de Prevenção contra Incêndios” conhecidas.

Já mais tarde, em Roma, no Império de Augustus (27 a.C. a 14 d.C.), era criada a primeira norma de edificações que integrava a segurança contra incêndio. Neste Império forma-se também o Agrupamento de Bombeiros Legionários, organização militar até 7000 homens dividido em sete Coortes<sup>2</sup>. Cada Coorte deveria vigiar sectores das ruas do Império Romano para evitar incêndios e também policiar as cidades. O conceito actual dos Corpos de Bombeiros, vigente nas corporações de todo o mundo remonta assim ao conceito de agrupamento desta época.

No entanto, só após o Grande Incêndio de Londres, em 1666 foi criada e desenvolvida verdadeiramente a concepção de organização actual. Neste incêndio, grande parte da cidade foi destruída e desde logo fez com que as seguradoras tomassem em linha de conta que era preciso proteger melhor os seus clientes, levando mais em consideração os incêndios. Desta forma havia uma melhor salvaguarda do seu próprio património financeiro devido à forma como esses serviços eram prestados e, como tal era fundamental tentar evitar a ocorrência dos sinistros, ou pelo menos minimizar os seus danos causados.

A análise de risco de incêndio passou então a ser uma necessidade das seguradoras como forma de poderem ser avaliados correctamente os seguros com anuidades de acordo com as probabilidades de ocorrência de incêndios, tomando em linha de conta também outras informações e características dos locais. No entanto, embora tudo isto dê a ideia das análises de risco de incêndio aplicadas às

---

<sup>2</sup> Denominação da época para uma divisão do grupamento militar, tal como, batalhão, esquadrão ou quartel.

seguradoras serem muito importantes para a segurança contra incêndios, muito poucas vezes recorre-se às análises de risco e até o real interesse pelas mesmas é ainda recente.

Existem diversos métodos de análise de risco com aplicação aos incêndios, com capacidades diferentes e, como tal, recorre-se a cada um deles consoante o objecto de análise e os meios e informação disponíveis.

As análises de risco são bastante úteis para otimizar a escolha das medidas preventivas e activas a serem aplicadas em cada projecto de edifícios urbanos, sendo ainda, no entanto, pouco divulgadas e utilizadas devido a uma aplicação frequente de medidas prescritivas como forma mais abrangente nos processos de resolução de problemas de segurança contra incêndios, que se cingem na simples aplicação das legislações em vigor.

As medidas prescritivas são de simples aplicação mas não contemplam casos mais particulares e, como tal, apenas remetem para as alternativas mais comuns ou populares, sempre a favor da segurança mas contra a economia, para além do facto de os projectos serem cada vez mais amplos, de ocupações mistas e com uma maior modernização, o que faz com que a simples aplicação da legislação não ofereça todo o tipo de garantias de segurança sendo desta forma fundamental recorrer-se às análises de risco.

Esta nova idealização e concepção de uma edificação de máximo desempenho faz com que o interesse pelas análises de risco seja crescente pois é algo limitativa a aplicação simples das medidas prescritivas.

A análise de risco e as suas formulações matemáticas estão constantemente em desenvolvimento de forma a satisfazerem as exigências para os diferentes tipos de actividade que envolvem os edifícios.

O risco de incêndio é uma consequência indesejável da actividade humana. Quando um edifício é construído, representa o resultado primordial de um determinado projecto, no entanto a ele estará sempre associado um determinado risco de incêndio ao longo da sua vida útil. Deste modo, o risco de incêndio pode ser considerado como uma consequência negativa desse resultado que pode ocorrer durante a vida útil do edifício.

O risco pode ser definido como a incerteza da perda. No caso dos incêndios, esta perda, geralmente, corresponde ao número de mortes ou aos danos materiais causados às propriedades, no entanto inclui também perdas intangíveis significativas, tais como a interrupção da actividade produtiva, a degradação do meio ambiente e a destruição de bens culturais e históricos insubstituíveis.

Existe uma certa desordem acerca dos conceitos utilizados para a definição de risco e de perigo, normalmente usados para representar uma situação que possa afectar a integridade de pessoas e bens. O perigo é uma fonte potencial de estrago, como por exemplo, um choque eléctrico produzido por um equipamento durante um procedimento cirúrgico, e o risco é um valor estimado que tem em consideração a probabilidade de ocorrência desse dano.

Relativamente ao fogo, os conceitos de perigo e risco de incêndio são muito confundidos e frequentemente são usados de forma inadequada. A possibilidade do início e do desenvolvimento de um incêndio estará sempre presente nas edificações, devido à presença constante nestes ambientes de materiais combustíveis, de oxigénio e de fontes de calor. Consoante a maior ou menor quantidade desses elementos, o grau de perigo de incêndio pode apresentar diferentes níveis.

Assim, o conceito de risco está associado à probabilidade de que um incêndio, uma vez iniciado, se desenvolva. Esta probabilidade pode ser razoavelmente reduzida mesmo em ambientes onde o perigo

de incêndio seja elevado: neste caso embora o perigo seja elevado o risco de incêndio pode ser considerado baixo.

O risco e a segurança contra incêndio são determinados em função da probabilidade da ocorrência ou não de um incêndio. Muitos métodos de avaliação de risco de incêndio reúnem de um lado, uma conjugação de factores que acumulam risco de incêndio à edificação, agrupando do outro lado, as medidas de segurança para fazer frente a este risco, constituindo a sua ferramenta de cálculo.

Na sequência do referido, a análise racional do risco de incêndio, através da utilização de um método de avaliação, permite estabelecer critérios para adopção de medidas de segurança que possibilitem a redução dos danos causados.

O risco é a relação entre a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado e deste atingir uma determinada dimensão, o que vai depender da exposição do elemento analisado ao perigo estudado, no caso, o incêndio.

Segundo Coelho [2], o risco de incêndio envolve um conjunto de factores bastante diversos, que se podem agrupar da seguinte forma:

- Probabilidade esperada de ocorrência do acontecimento designado por cenário de incêndio;
- Grau esperado de exposição a esse acontecimento;
- Maior ou menor capacidade potencial de afectação que o acontecimento pode apresentar.

Por mais que seja estudada e projectada, a probabilidade é sempre revestida de uma enorme subjectividade, e assim para ser possível ter um total conhecimento do verdadeiro risco inerente ao incêndio, só através de simulações à escala real, abrangendo todas as hipóteses o que obviamente é impraticável. A anulação de riscos não existe na realidade e, como tal, o que se torna possível fazer é minimizar esses valores de forma que sejam aceitáveis para a segurança das edificações.

É então do âmbito da análise de risco de incêndio definir as decisões de forma a minimizar o risco de ocorrência de incêndio para limites aceitáveis. A análise de risco deve também prever o modo de atenuar as consequências do incêndio, estabelecendo uma retirada tão rápida quanto possível das pessoas dos locais, incluindo imediações, dependendo da gravidade de propagação e a extinção rápida do incêndio.

A análise de risco pode ser feita em qualquer uma das etapas do projecto, sendo que o ideal será ainda na fase inicial como no anteprojecto de forma a garantir um suporte de decisão para a construção do edificado, no entanto a sua aplicação continua a ser válida em qualquer outra fase da vida do imóvel. Uma análise de risco estuda as várias causas possíveis e sequências de evolução de um incêndio, do comportamento das pessoas, da estrutura e da resposta das medidas aplicáveis avaliando desta forma as diversas consequências.

Um adequado sistema de segurança contra incêndio deve ser seleccionado após uma análise de risco de incêndio. Não basta identificar o dano provável num edifício devido ao incêndio, mas acima de tudo, torna-se necessário também identificar a extensão do prejuízo material que pode ser suportável. Desta forma, é sempre necessário que se procure conhecer os riscos de incêndio, a sua probabilidade de ocorrência e a magnitude dos seus danos.

As análises de risco, por norma, são apenas levadas em conta em projectos de maior envergadura, sendo então mais aplicadas às propriedades que desenvolvem actividades ligadas à produção, pois são esses proprietários que têm mais recursos e necessidade de contratarem planos de seguros contra esses riscos. As construções já inseridas em centros históricos, com baixos recursos financeiros e quase

sempre destinadas à habitação não têm então qualquer relação com a actividade anterior e, desta forma, raramente são submetidas a análises de risco de incêndio. Para além disso, as análises de risco trazem invariavelmente mais benefícios quando a sua aplicação avalia novas edificações a fim de serem desenvolvidos avanços tecnológicos, não contemplados obviamente em centros históricos.

Actualmente há, apesar de tudo, um interesse em manter os centros históricos preservados devido à sua riqueza cultural bastante importante para o reconhecimento da própria identidade das cidades. Nesse sentido, torna-se importante a análise de risco de incêndio aplicada às zonas históricas das cidades que tem de ser necessariamente complementada com acções de melhoria.

Desta forma aumenta-se a segurança pois os edifícios mais antigos têm uma concepção muito distinta da actual, com aplicação de outros materiais, e nem mesmo as regulamentações vigentes presentes nos métodos de análise de risco são aplicáveis a essas edificações dos centros históricos.

## **4.2. MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO**

Os métodos de Análise do Risco de Incêndio podem ser divididos em três tipos básicos, de acordo com o nível de exigência de informações disponíveis e com a qualidade e quantidade de detalhes dos resultados esperados. Os métodos de análise do risco de incêndio estão classificados em:

- Regulamentações e questionários do tipo Check lists, ou métodos qualitativos;
- Métodos Quantitativos;
- Métodos de Ordenação, ou semi-quantitativos.

### **4.2.1. MÉTODOS QUALITATIVOS**

Os métodos qualitativos visam somente identificar se o objecto analisado cumpre ou não as hipóteses estabelecidas como mínimas.

Assim, derivada à própria concepção, os métodos qualitativos não quantificam as consequências e as probabilidades do perigo de incêndio, nem o impacto das opções nos riscos de perigo, apenas identificam o perigo de incêndio e as opções de controlo.

Estes métodos não entram em linha de conta com as várias alterações a que estão sujeitos os edifícios ao longo da sua vida útil, ou seja, esta situação não é real, e em muitas ocasiões pode-se proteger em demasia uns edifícios e desproteger outros, devido às alterações a que estes se encontram sujeitos ao longo da sua vida, como por exemplo ao tipo de utilização a que estes vão sendo sujeitos.

As regulamentações prescritivas são um exemplo deste tipo de metodologia pois a análise é feita única e simplesmente por comparação de normas ou regulamentos de Segurança em vigor. Desta forma, no texto da regulamentação são apresentadas as formulações e soluções para que seja possível alcançar de maneira simples e segura, um nível satisfatório de segurança ao fogo, apenas seguindo as normas de construção, tipologias, tecnologias e materiais existentes.

Questionários do tipo Check list são outro método qualitativo de análise de risco. Através destes métodos consegue-se de uma forma fácil e rápida identificar se os requisitos exigidos pela norma são ou não cumpridos. Pretende-se observar itens que possam identificar a existência de riscos, conhecer quais são os potenciais geradores de risco e também os de protecção para então elaborar questionários, em geral do tipo sim-não, para observar a existência destes elementos. As perguntas têm de estar bem direccionadas para englobar as questões envolvidas no caso de estudo, ou seja, para a análise de risco de incêndio em edifícios.

No entanto, a grande limitação deste método reside no facto de não ter qualquer capacidade de quantificar a importância de cada factor de risco que possa ser identificado, apenas mostra a existência do problema, ou a presença de alguma medida de prevenção ou controlo, nunca a solução.

Existem ainda outros métodos qualitativos, sendo, no entanto, a sua maioria baseada nestes conceitos de questionários e regulamentação pelo que a sua abordagem não se torna necessária pois não têm qualquer utilidade para as metodologias adoptadas para a realização deste trabalho.

#### 4.2.2. MÉTODOS QUANTITATIVOS

Os métodos quantitativos, também designados por probabilísticos, são os meios de aproximações mais informativos para a análise de risco de incêndio em que se produzem valores directamente mensuráveis, gerados por sequências que podem ser rastreadas através de hipóteses explícitas, dados e relações matemáticas para identificar a distribuição do risco e as consequências associadas. Assim, visam dar uma resposta numérica, e são úteis quando há a necessidade de aprofundar o estudo para justificar o custo ou a adopção de algumas medidas preventivas.

No entanto, devido a serem bastante detalhados, a sua aplicação é mais difícil, cara, demorada e, por este facto, a sua utilização não é muito habitual quando comparada com os métodos semi-quantitativos.

Estes métodos disponibilizam muitos meios e materiais para discussões por especialistas ou demais interessados acerca das diferentes formas analisadas e de qual a política a ser seguida para minimizar os prejuízos dos diversos cenários, principalmente os mais graves, apresentando inclusive dados acerca das diferenças no resultado derivado da influência das mudanças nas medidas básicas da edificação.

Alguns métodos quantitativos utilizados na avaliação de risco de incêndio são:

- CRISP (Computation of Risk Indices by Simulation Procedures) – sistema completo de modelação de cenários de incêndio, onde inclui o comportamento das pessoas assim como o seu movimento;
- Avaliação de Risco de Incêndio com Índice de Fiabilidade B – método bastante complexo, moroso, exigindo conhecimentos matemáticos avançados ao analista, mas oferece em contrapartida, os resultados mais precisos;
- FIRECAM (Modelo de Avaliação de Custo de Risco) – programa informático iterativo concebido no Canadá, que visa obter o nível de segurança contra incêndio para os ocupantes de edifícios residenciais ou de escritórios para um projecto particular. Avalia os custos associados ao fogo antes e depois da ocorrência do incêndio, ou seja, permitindo avaliar os custos de investimento na manutenção dos sistemas de protecção contra incêndio e potenciais perdas durante o incêndio;
- BFSEM (Building Fire Safety Engineering Method) – método de aproximação hierárquica que procura identificar os perigos e as consequências de um incêndio e obter os julgamentos necessários para a probabilidade dos eventos ocorrerem para edifícios existentes ou mesmo ainda em fase de projecto. Avalia a probabilidade de ignição, do crescimento do incêndio e da propagação do incêndio no edifício, focalizando-se em factores como a quantidade de combustível, as características de ocupação, os elementos de protecção activa e os elementos estruturais, através de diagramas em rede, por onde se obtém potenciais de ocorrência e o nível de segurança.

#### 4.2.3. MÉTODOS SEMI-QUANTITATIVOS

Os métodos semi-quantitativos têm uma vasta gama de aplicações. Estes métodos são desenvolvidos com o intuito de simplificar os processos criteriosos de avaliação de risco de incêndio. Nesta metodologia, o analista tem apenas a função de introduzir os dados solicitados, pois a relevância associada a cada parâmetro já se encontra definida pelo método, sendo então da responsabilidade do mentor do método os resultados obtidos, desde que tenha sido aplicado convenientemente para o intento que foi criado por parte do analista.

Nestes métodos devem assim ser atribuídos pesos a todos os factores que influenciam no cálculo do método, quer para aspectos positivos, quer negativos, tomando em linha de conta a relação existente entre eles, assim como a sua capacidade de influenciar o resultado do nível global de segurança.

Estes métodos assentam na construção de fórmulas empíricas sobre certos parâmetros cujos domínios, normalmente apresentados sobre a forma de tabelas, são atribuídos pelo mentor consoante critérios pré-estabelecidos. Todos os valores quantitativos têm uma cota parte de subjectividade, pois depende do ponto de vista do seu mentor.

São métodos de fácil implementação, com tempos e custos reduzidos, quase sempre restritos à aquisição do método e ao pagamento dos seus operadores, utiliza dados de entrada em geral disponíveis ou de fácil obtenção, permitindo tomadas de decisões bem fundamentadas, sem que para isso seja exigido ao utilizador um conhecimento aprofundado da SCI. Assim, este método tem a grande vantagem de poder ser aplicado por pessoas que não estejam a par dos conceitos naturalmente ligados ao incêndio.

#### **SIA 81 – Método de Gretener**

SIA 81 – Método de Gretener é um dos mais importantes e difundidos métodos semi-quantitativos de avaliação de risco de incêndio. Idealizado na década de 60, pelo engenheiro suíço Max Gretener, então director da Associação de Protecção Contra Incêndio da Suíça, visava atender às necessidades das companhias de seguro. Este método foi publicado em 1965, e a adoptado pelo Corpo de Bombeiros em 1968, para avaliação dos meios de protecção contra incêndio das edificações. Em 1984, depois de ter sido corrigido por um grupo de especialistas que adaptou o método ao actual conhecimento e experiência suíça e internacional, foi publicado pela SIA (Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes), sendo denominado SIA – 81 “Método de avaliação de risco de incêndio”.

Em 1987, o método de Gretener serviu também de base para as normas Austríacas que foram publicadas pela Liga Federal de Combate a Incêndio da Áustria. Em Dezembro de 1996, o SIA-81 foi corrigido e actualizado, e também serviu de base para a Comissão de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas para a elaboração da norma sobre o potencial de risco de incêndio nas edificações.

O Método de Gretener baseia-se na análise do processo do incêndio, determinando os factores que promovem o seu desenvolvimento, medindo os riscos de activação em função do tipo de ocupação e ainda avaliando a contribuição das medidas de segurança para a redução do risco de incêndio, presente nas edificações. Este método é utilizado para avaliar e comparar o nível de risco de incêndio, com base em conceitos alternativos entre diferentes tipos de edificações. Os diversos parâmetros e os seus respectivos pesos utilizados para calcular o risco de incêndio neste método, foram obtidos por consenso do meio técnico e científico, com base em dados estatísticos testados pela sua larga aplicação prática.

Dada à sua forte aplicabilidade, este método será, como já foi referido anteriormente, um dos métodos usados no cálculo do risco de incêndio do Quarteirão das Aldas.

### **Fire Risk Index Method (FRIM)**

O Fire Risk Index Method (FRIM) é um método bastante utilizado nos países nórdicos, sendo usado por Larsson [3], para edifícios de apartamentos em madeira. Este método é de fácil aplicação, podendo ser usado por pessoas sem grandes conhecimentos acerca da segurança contra incêndio.

O FRIM compreende uma escala entre 0 a 5, na qual um índice de risco elevado para edifícios representa um nível elevado de segurança contra incêndio, enquanto um índice de baixo risco corresponde a um nível baixo de segurança. A metodologia integra 17 parâmetros de análise distribuídos por 17 categorias possíveis que têm de ser usadas.

Este método será um dos dois métodos usados no cálculo do risco de incêndio do Quarteirão, pelo que mais a frente será desenvolvido e explanado na íntegra.

### **Fire Risk Assessment Method for Engineering (F.R.A.M.E.)**

O F.R.A.M.E. (Método de Avaliação de Risco de Incêndio para a Engenharia) foi desenvolvido a partir do Método de Gretener e de diversos outros métodos similares de avaliação de risco de incêndio, e tem por objectivo avaliar o risco de incêndio das edificações sob os aspectos patrimoniais (R), da segurança das pessoas (R1) e das actividades desenvolvidas (R2) nestas edificações. Este método, como nos demais similares, parte do princípio que existe um equilíbrio entre os factores de perigo e as medidas de protecção contra o incêndio existentes numa edificação. De uma maneira geral, a expressão genérica para a determinação do risco global é dada a seguir:

$$R = \frac{P}{A * D} \quad (4.1)$$

Onde:

- P = risco potencial;
- A = risco aceitável;
- D = nível de protecção.

O risco potencial “P” está associado à densidade da carga de incêndio, ao factor de propagação, à geometria do compartimento, à altura da edificação, ao grau de ventilação e à acessibilidade.

O risco aceitável “A” refere-se ao factor de activação, às condições de abandono e ao conteúdo do compartimento.

O nível de protecção “D” está vinculado à disponibilidade de recursos de água, à qualidade dos meios normais e especiais de protecção contra incêndio, aos factores de resistência ao fogo dos elementos construtivos, aos meios de fuga, e à protecção de pontos estratégicos para a produção do início de incêndio.

Desta forma, uma das características fundamentais deste método consiste no cálculo separado dos coeficientes de risco para a edificação, as pessoas e as actividades desenvolvidas.

O método é baseado em fórmulas empíricas e numa grande experiência profissional de diversas pessoas.

Para se aplicar o F.R.A.M.E. são necessários cálculos sucessivos até se poder obter a solução desejada de medidas de SCI a implementar, ou seja, são reformuladas várias hipóteses, o que torna a sua aplicação bastante morosa, sendo ainda necessário ter-se bastante cuidado na introdução dos dados, que são bastante específicos e muitas das vezes de difícil conhecimento por parte do utilizador.

### **Método apresentado por Fernandes**

O Método de Fernandes é um método desenvolvido por António Leça Coelho (investigador do LNEC) e Ana Margarida Sequeira Fernandes (aluna que apresentou o método em dissertação de mestrado em Ciências da Construção pela FCTUC, em 2006), destinado para a aplicação em edifícios localizados em Centros Urbanos Antigos.

Este método tem também por base o Método de Gretener, e associa 3 factores globais para a determinação do risco:

- Início do incêndio;
- Desenvolvimento e propagação do incêndio no edificado;
- Evacuação do edifício sinistrado.

Relativamente à eficácia do combate ao incêndio em caso de ocorrência associa-se mais um factor global.

O factor global de risco associado ao início do incêndio incide nas questões que dizem respeito ao estado de conservação da construção, das instalações eléctricas e de gás e da natureza das cargas de incêndio mobiliárias.

O factor global de risco de desenvolvimento e propagação do incêndio visa a carga de incêndio mobiliária do edifício, a compartimentação corta-fogo, os sistemas de detecção, alerta e alarme de incêndio, as equipas de segurança e o afastamento entre vãos sobrepostos.

O factor global de risco associado à evacuação do edifício está dividido em dois factores, um que diz respeito aos caminhos de evacuação e outro relativo ao edifício. O primeiro aborda a largura dos elementos dos caminhos de evacuação, a distância a percorrer na evacuação, o numero de saída dos locais, a inclinação das vias verticais de evacuação, a protecção das vias, o controle de fumos das vias e a sinalização e a iluminação de emergência. O factor relativo ao edifício considera novamente a detecção, alerta e alarme de incêndio, as equipas de segurança e a realização de exercícios de evacuação.

Por ultimo, o factor global de eficácia do combate ao incêndio é dividido em três factores:

- Factor exterior referente às questões da acessibilidade ao edifício, às características dos hidrantes exteriores e à fiabilidade da rede de alimentação de água;
- Factor interior que aborda as características dos extintores, das redes de incêndio armadas, das colunas secas ou húmidas, dos sistemas automáticos de extinção, da fiabilidade da rede de alimentação de água e das equipas de segurança;
- Factor que considera novamente as equipas de segurança.

Estes factores parciais relativos ao factor global de eficácia do combate ao incêndio são obtidos por leitura de tabelas, por expressões, ou pela combinação de ambos, e apresentam valores entre 0,5 a 2, à excepção dos casos em que seja prevista a possibilidade de valores diferentes devido às características específicas do factor.

Neste método há possibilidade de verificação e comparação quesito a quesito, dos factores parciais calculados com os de referência, permitindo indicar mais facilmente as melhorias das condições a efectuar nos factores.

No entanto este método é bastante moroso, pouco expedito, com uma enorme quantidade de cálculos intermédios, o que propicia de alguma forma maior margem de erro do utilizador no cálculo dos vários quesitos, e por estas razões não se tomou a iniciativa de o aplicar no presente trabalho.

### **Fire Safety Evaluation System (FSES)**

O Sistema de Avaliação da Segurança contra Incêndio, vulgarmente designado por FSES, foi desenvolvido nos Estados Unidos da América com a finalidade de ajudar na avaliação de riscos de departamentos, centros de saúde e serviços humanitários, com equivalências ao código NFPA 101 – Life Safety Code.

Neste método, o risco e a segurança são tratados de forma separada, existindo 13 factores de segurança e 5 factores de risco. Os factores de risco descrevem as condições de evacuação dos ocupantes do edifício, enquanto que os factores de segurança fazem a descrição do edifício e das medidas de SCI do mesmo.

A cada um dos factores está associado um peso relativo pré-definido numa tabela específica, sendo que, o produto desses pesos representa o valor de risco relativo do edifício.

Numa outra tabela são identificadas três diferentes classes estratégicas de segurança contra incêndio, direccionadas às seguintes vertentes:

- Compartimentação dos espaços, evitando a propagação do incêndio;
- Acções de extinção do incêndio;
- Planificação da evacuação das pessoas, com especial atenção para aquelas que apresentam menor mobilidade.

Para cada estratégia é calculado um nível de segurança, através da soma destes factores, e obtém-se o nível de segurança global pela soma dos valores das três diferentes estratégias. Basta uma das estratégias não atingir um valor pré-estipulado mínimo para que o valor global seja considerado também insatisfatório, não sendo desta forma segura a edificação.

Este método apesar de contemplar a protecção das pessoas, não está direccionado para a avaliação do risco patrimonial, aspecto muito importante na avaliação de edifícios dos centros históricos e, como tal, não se tomou em linha de conta para a análise do risco de incêndio do Quarteirão das Aldas.

### **Tabela de Avaliação de Propriedades Comerciais Específicas**

Este método é bastante usado para a formulação das tabelas de prémios de seguros, sendo a tabela montada com base na definição da carga de incêndio proporcional à percentagem de ocupação de cada elemento presente na edificação.

Mediante a classe de ocupação da edificação são definidas as cargas de incêndio, apresentadas em tabelas e alteradas convenientemente a fim de apontar algumas situações particulares de cada ocupação.

As tabelas deverão também auxiliar na definição da categoria da edificação em função da resistência estrutural ao fogo das paredes, dos pisos ou outro qualquer tipo de estrutura de suporte.

O nível de segurança contra incêndio é obtido pelo produto das cargas de ocupação pela categoria da edificação modificada por factores associados às medidas capazes de levar a cabo quer na edificação quer no ambiente envolvente de forma a alterar os factores de risco ou de protecção.

Este método não foi considerado para a análise do risco do edificado em estudo, baseia-se em cálculos de perdas por incêndio das seguradoras, ou seja, através do registo e histórico de perdas em edificações semelhantes, sendo que por norma os edifícios antigos localizados em centros históricos não estão assegurados e, como tal, não existem registos suficientes de forma a se garantir uma boa base estatística.

### **Risk Value Matrix Method**

O Método da Matriz do Valor de Risco foi desenvolvido pela NFPA para a avaliação do risco de incêndio em edifícios localizados em centros históricos.

Este método é composto pelo cruzamento entre a probabilidade de um evento ocorrer e as consequências dessa ocorrência e assenta na disposição de valores, obtidos através da consideração de vários parâmetros, numa matriz, classificando-se num lado da matriz o Risco de Activação de Incêndio e no outro o Perigo de Incêndio. Os valores contidos no interior da matriz resultam da conjugação entre essas duas classificações. Estes valores são relativos e não possuem qualquer cariz absoluto.

O risco global de incêndio é então definido pela seguinte expressão:

$$\text{Valor de Risco} = \text{Valor do Perigo de Incêndio} * \text{Valor do Risco de Activação de Incêndio} \quad (4.2)$$

Os valores a serem assumidos vão de 1 a 5, e relativamente ao Perigo de Activação têm a seguinte classificação:

- 1 - Insignificante;
- 2 – Ligeiro;
- 3 – Moderado;
- 4 – Severo;
- 5 – Muito Severo.

Em relação ao Risco de Activação a designação passa a ser a seguinte:

- 1 - Improvável;
- 2 – Possível;
- 3 – Completamente Possível;
- 4 – Provável;
- 5 – Muito Provável.

Os 25 valores possíveis resultantes do cálculo da Matrix estão dispostos no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Matriz do Valor de Incêndio

| Risco de Incêndio Global |   | Risco de Activação de Incêndio |    |    |    |    |
|--------------------------|---|--------------------------------|----|----|----|----|
|                          |   | 1                              | 2  | 3  | 4  | 5  |
| Perigo de Incêndio       | 1 | 1                              | 2  | 3  | 4  | 5  |
|                          | 2 | 2                              | 4  | 6  | 8  | 10 |
|                          | 3 | 3                              | 6  | 9  | 12 | 15 |
|                          | 4 | 4                              | 8  | 12 | 16 | 20 |
|                          | 5 | 5                              | 10 | 15 | 20 | 25 |

Apesar deste método ter sido desenvolvido especificamente para centros históricos, contém elementos muito específicos da cultura norte-americana, como poderá servir de exemplo, a confiança depositada pelos norte-americanos nos sistemas de protecção por sprinkler entre outros sistemas automáticos de detecção, sendo que os países que não apresentem esta cultura tão desenvolvida poderão sair penalizados com este tipo de avaliação. Assim, a aplicação desta metodologia não foi levada a cabo no presente trabalho.

Para a elaboração deste trabalho, os métodos de cálculo utilizados, referidos anteriormente estão então inseridos na gama dos semi-quantitativos por serem de fácil aplicação e os mais usados.

Esses mesmos métodos serão apresentados seguidamente.

### 4.3. MÉTODO DE GRETENER

O Método de Gretener segundo [4] foi usado neste trabalho para se efectuar a análise do risco de incêndio do Quarteirão das Aldas.

O método de Gretener é um dos métodos mais abordados na análise de risco de incêndio devido ao seu carácter abrangente e simplista, considera no seu cálculo diversos factores de perigo e a determinação do valor das cargas térmicas mobiliárias e imobiliárias.

Este método parte do princípio que as regras gerais de segurança do edifício são respeitadas, no que concerne às suas características geométricas e ao seu relacionamento com os edifícios envolventes, assim como a protecção e evacuação dos seus ocupantes se encontra garantida.

No que diz respeito às instalações técnicas do edifício, considera-se que estas se encontram dimensionadas, executadas, funcionando de acordo com a respectiva regulamentação legal.

Uma das vantagens deste método, é ser de aplicação quase universal, abrangendo desde grandes edifícios recebendo público, como são os centros comerciais, os locais de espectáculos, os hospitais, as escolas, os escritórios, os edifícios industriais ou mesmo os edifícios de usos múltiplos.

#### 4.3.1. DEFINIÇÕES

A fim de se obter uma melhor compreensão da forma de aplicação do método torna-se fundamental perceber alguns conceitos, apresentados seguidamente:

- Risco de incêndio: Produto da exposição ao perigo pela probabilidade de ocorrência de um sinistro;
- Factor de exposição ao perigo de incêndio: relação entre os perigos potenciais e as medidas de protecção adoptadas, referindo-se a um compartimento ou à totalidade do edifício;
- Segurança contra incêndio: a segurança contra incêndio num compartimento ou edifício, considera-se suficiente quando o risco de incêndio potencial é inferior ao risco de incêndio admissível, determinado através dos objectos de protecção adequados de maneira a assegurar um obstáculo à propagação de incêndio;
- Célula corta-fogo: compartimentos cuja superfície não exceda 200 m<sup>2</sup> e que apresentam uma capacidade de resistência ao fogo no mínimo CF 30/ PC 30.

#### 4.3.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Cada edifício tem um determinado risco de incêndio. O desenvolvimento dos incêndios depende de vários factores de influência, que podem intervir de forma positiva ou negativa, tendo desta forma, importância sobre os prejuízos resultantes. Segundo o seu efeito quanto à segurança contra incêndio de um edifício, é possível diferenciar entre perigos potenciais e medidas de protecção.

Ao ser avaliado o risco de incêndio, aplica-se um determinado factor às grandezas específicas com influência mais relevante. O factor de exposição ao perigo de incêndio do edifício é dado pela razão entre o produto dos factores potenciais de perigo e o produto dos factores das medidas de protecção.

Para se obter o valor do risco de incêndio efectivo, basta multiplicar o factor de exposição ao perigo de incêndio por um valor representativo da avaliação do grau de possibilidade de incêndio.

##### 4.3.2.1. EXPOSIÇÃO AO PERIGO E RISCO DE INCÊNDIO

O factor de exposição ao perigo de incêndio (B) é definido como o produto de todos os factores de perigo (P), dividido pelo produto de todos os factores de protecção (M).

$$B = \frac{P}{M} \quad (4.3)$$

As grandezas consideradas, que apresentam maior influência ao nível dos factores de perigo inerentes ao conteúdo do edifício, são os equipamentos mobiliários, as mercadorias e os materiais, que compõem a carga de incêndio, acrescido do grau de combustibilidade.

Factores suplementares permitem avaliar as consequências de incêndios que tendem a pôr especialmente em perigo as pessoas, que fazem retardar a intervenção dos bombeiros ou prever a possibilidade de alguns materiais produzirem fumos tóxicos ou serem agentes corrosivos.

As grandezas consideradas, que influenciam os factores de perigo inerentes ao edifício, são a carga de incêndio imobiliária, com realce das partes combustíveis da estrutura (pavimentos, fachadas ou cobertura), o nível do andar ou altura útil do local, no caso do edifício ser constituído apenas por um andar, e a amplitude dos locais.

As medidas contra o desenvolvimento do incêndio, designadas por medidas de protecção, subdividem-se em:

- Medidas Normais (N);
- Medidas Especiais (S);
- Medidas Construtivas ou de construção (F).

Com base nestes critérios, a fórmula relativa ao factor de exposição ao fogo é a seguinte:

$$B = \frac{q.c.r.k.i.e.g}{N.S.F} = \frac{P}{N.S.F} \quad (4.4)$$

Sendo que,

*q.c.r.k* – representa os perigos inerentes ao conteúdo.

*i.e.g* – representa os perigos inerentes ao edifício.

O risco de incêndio efectivo (R), é o resultado do factor de exposição ao perigo (B), multiplicado pelo factor de activação A (ou perigo de activação), que traduz a possibilidade de ocorrência de incêndio.

$$R = B * A = \frac{P}{N.S.F} * A \quad (4.5)$$

De acordo com a especificidade de cada edifício, o risco de incêndio efectivo é calculado para o maior compartimento do incêndio ou para o mais perigoso.

Seguidamente apresentam-se os significados dos factores referentes aos perigos inerentes ao conteúdo:

- Carga de incêndio mobiliária (Qm): (factor *q*) corresponde à quantidade total de calor desenvolvida para cada compartimento de incêndio, à combustão completa de todas as matérias mobiliárias, dividida pela superfície do pavimento do compartimento de incêndio considerado;
- Combustibilidade (Fe) – grau de perigo: (factor *c*) quantifica a inflamabilidade e a velocidade de combustão dos materiais combustíveis;
- Perigo de fumo (Fu): (factor *r*) designa os materiais que ardem desenvolvendo um fumo particularmente intenso;
- Perigo de corrosão/toxicidade (Co): (factor *k*) identifica os materiais que ardem, produzindo grandes quantidades de gases corrosivos e tóxicos (venenosos).

Relativamente aos perigos inerentes ao edifício, apresenta-se;

- Carga de incêndio imobiliária (Qi): (factor *i*) permite ter em consideração a parte combustível dos elementos de construção (estrutura e compartimentação) e a sua influência sobre a propagação do incêndio;
- Nível do andar ou altura útil do local (E): (factor *e*), no caso de edifícios de vários andares, este termo quantifica, em função da situação dos andares, as dificuldades de fuga das pessoas que ocupam o edifício e de actuação dos sapadores-bombeiros. No caso de edifícios de um andar, este termo quantifica em função da altura útil do local as dificuldades que aumentam proporcionalmente a esta altura, com as quais as forças de extinção serão confrontadas. Tem em conta a carga de incêndio mobiliária presente no local, que influencia a evolução do incêndio;
- Amplitude da superfície: (factor *g*) determina a probabilidade de propagação horizontal de um incêndio em função da relação comprimento/largura do compartimento de incêndio. Este factor é tanto mais gravoso quanto maiores forem as dimensões do compartimento de incêndio, influenciando directamente a actuação dos bombeiros.

As medidas de protecção são definidas pelas:

- Medidas Normais (N): são determinadas pelo produto de cinco factores gerais de protecção ( $n1$  a  $n5$ ),

$$N = n1.n2.n3.n4.n5 \quad (4.6)$$

Em que,

$n1$  – extintores portáteis

$n2$  – bocas de incêndio interiores/posto de incêndio

$n3$  – fiabilidade de adução em água de extinção

$n4$  – comprimento da conduta de transporte (distância da boca de incêndio exterior à entrada do edifício)

$n5$  – pessoal instruído

- Medidas especiais (S): são determinadas pelo produto de seis factores complementares de protecção ( $s1$  a  $s6$ ),

$$S = s1.s2.s3.s4.s5.s6 \quad (4.7)$$

Em que,

$s1$  – detecção de fogo

$s2$  – transmissão do alarme

$s3$  – existência de bombeiros

$s4$  – grau de intervenção dos bombeiros

$s5$  – instalações de extinção

$s6$  – instalações de evacuação de calor e de fumo

- Medidas de protecção inerentes à construção (F): são determinadas pelo produto de quatro factores de protecção resultantes do processo construtivo ( $f1$  a  $f4$ ),

$$F = f1.f2.f3.f4 \quad (4.8)$$

Em que,

$f1$  – resistência ao fogo da estrutura resistente do edifício

$f2$  – resistência ao fogo das fachadas

$f3$  – resistência ao fogo da compartimentação horizontal, incluindo as comunicações verticais

$f4$  – dimensões dos compartimentos corta-fogo, incluindo a parte das superfícies vidradas (janelas) utilizadas como dispositivo de evacuação do calor e do fumo.

Por fim, para definir o risco de incêndio efectivo é apresentado o perigo de activação (A), que quantifica a probabilidade de ocorrência de um incêndio. Na prática é definido pela avaliação de fontes cuja energia calorífica ou de ignição é susceptível de desencadear um processo de combustão.

#### 4.3.2.2. RISCO DE INCÊNDIO ADEQUADO

Em cada edifício deve ser tido em consideração um certo risco de incêndio, de acordo com as actividades nele desenvolvidas, em consequência da presença de agentes de iniciação.

É um dos objectivos do método definir o risco de incêndio adequado ( $R_u$ ), para cada construção, sabendo que varia para tipos de actividade diferentes.

No Método de Gretener é fixado como valor limite num risco normal, a unidade, sendo necessário introduzir factores de correcção consoante se trate de locais com risco reduzido ou acrescido.

Por conseguinte, o risco adequado é dado por,

$$R_u = R_n * P_{h,e} \quad (4.9)$$

Em que,

$R_n = 1,3$  (Factor de risco adequado)

$P_{h,e} > 1$  (perigo de pessoas reduzido)

$=1$ (perigo de pessoas normal)

$<1$ (perigo de pessoas acrescido)

Sendo  $P_{h,e}$  o factor de correcção do risco normal, em função do numero de pessoas e do nível do andar.

#### 4.3.2.3. CRITÉRIO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A prova da segurança contra o incêndio faz-se comparando o risco de incêndio efectivo ( $R$ ), com o risco de incêndio adequado ( $R_u$ ).

Para que seja considerado que o edifício se encontre em segurança terá que garantir a seguinte condição,

$$R \leq R_u \quad (4.10)$$

A partir desta condição pode-se obter o conceito de segurança contra incêndio ( $\gamma$ ), afirmando que o edifício ou o compartimento de incêndio está satisfatoriamente protegido contra incêndio, caso o valor de  $\gamma$  seja superior à unidade, de acordo com a seguinte expressão,

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \geq 1 \quad (4.11)$$

Se  $R_u < R$ , então significa que o compartimento de incêndio ou o edifício não se encontram convenientemente protegidos, sendo necessário formular novos conceitos de protecção.

Este método permite fazer um estudo do controlo do nível de Segurança contra Incêndio de acordo com eventuais medidas a implementar de forma a verificar as condições mínimas de segurança.

#### 4.3.2.4. CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE EDIFÍCIO

A geometria do edifício é uma das principais variáveis a considerar relativamente à possibilidade de propagação de incêndio.

Para isso estabeleceram-se três tipos distintos de organização interna de edifícios:

- Tipo Z: Construção em células – dificulta e limita a propagação horizontal e vertical do incêndio;
- Tipo G: Construção de grande volume – facilita a propagação horizontal do incêndio mas não a vertical;
- Tipo V: Construção de grande volume – facilita a propagação horizontal e vertical do incêndio.

No Quadro B.1 do anexo B encontra-se toda a informação relativa aos diferentes tipos de edifícios.

#### 4.3.3. DESENVOLVIMENTO DO CÁLCULO

O cálculo do Método de Gretener efectua-se passo a passo, definindo os factores de influência do perigo e medidas de protecção para cada um dos compartimentos de incêndio em estudo, com recurso à folha de cálculo apresentada no Quadro 5.1 em 5.2.1.

As diversas colunas servem para o estudo dos vários conceitos, bem como para o cálculo do risco de incêndio nos diferentes compartimentos de incêndio, neste caso, diferentes edifícios. Cada coluna está dividida em duas partes; na primeira estão referidos os valores dos perigos ou das medidas de protecção e, na segunda, os factores correspondentes.

Existe uma coluna relativa ao cálculo nas condições dos edifícios e, ao lado, uma outra contendo os parâmetros revistos de forma a poder ser cumprida a exigência mínima de segurança, nos casos em que esta não se verifica numa primeira instância.

##### 4.3.3.1. CÁLCULO DO PERIGO POTENCIAL E DETERMINAÇÃO DO PERIGO DE ACTIVAÇÃO

Os diferentes perigos potenciais relativos ao conteúdo do edifício e ao tipo de construção, ou seja, os factores  $q$ ,  $c$ ,  $r$ , e  $k$ , bem como  $i$ ,  $e$  e  $g$  devem constar na folha de cálculo.

Os valores para os factores  $Q_m$ ,  $q$ ,  $c$ ,  $r$ ,  $k$ , e o perigo de activação ( $A$ ) podem ser encontrados no anexo B.

##### **Carga de incêndio mobiliária ( $Q_m$ ), factor $q$**

É a quantidade total de calor libertada pela combustão de todos os materiais combustíveis, referida à superfície  $AB$  do compartimento de incêndio, exprimindo-se em  $\text{MJ/m}^2$  de superfície do compartimento de incêndio.

Nos edifícios do tipo Z e G, determina-se  $Q_m$  por cada andar e para os edifícios do tipo V, soma-se a  $Q_m$  do conjunto dos andares que comunicam entre si, referindo-se à superfície mais importante do compartimento (andar que apresenta maior superfície).

Quando o uso está bem definido, isto é, o género de material depositado é uniforme, os Quadros do Anexo B relativos às Cargas de Incêndio Mobiliária e Factores de Influência para Diversos Usos dão valor da carga de incêndio  $Q_m$ . Quando, pelo contrário, se trata de usos indeterminados ou condições

que não sejam contempladas por essa informação do anexo B, o valor de  $q$  pode ser determinado recorrendo ao Quadro B.2 do anexo B.

#### **Combustibilidade, factor $c$**

Será considerado o material que tenha maior valor de  $c$ , de todos os materiais presentes num determinado compartimento e que contribua para a carga de incêndio mobiliária com pelo menos 10%.

#### **Perigo de fumo, factor $r$**

Será considerado o material que tenha maior valor de  $r$ , de todos os materiais presentes num determinado compartimento e que contribua para a carga de incêndio mobiliária com pelos menos 10%.

Se houver materiais particularmente fumígenos, embora a sua participação seja inferior a 10%, deve fixar-se  $r = 1,1$ .

#### **Perigo de corrosão/toxicidade, factor $k$**

Será considerado o material que tenha maior valor de  $k$ , de todos os materiais presentes num determinado compartimento e que contribua para a carga de incêndio mobiliária com pelo menos 10%.

Se houver materiais com características particulares de perigo de corrosão ou grau de toxicidade, embora a sua participação seja inferior a 10%, deve arbitrar-se sempre o valor de  $k = 1,1$ .

#### **Carga de incêndio imobiliária, factor $i$**

Este factor depende da combustibilidade da estrutura resistente e dos elementos da fachada não resistentes, bem como das camadas de isolamento combustíveis, no caso da colocação em tectos das naves de um só piso.

#### **Nível do andar ou altura útil, factor $e$**

No caso de edifícios de vários andares de pé-direito normal, é o numero de andares que determina o factor  $e$ , ao passo que para os edifícios de andares com pé-direito superior a 3m é a cota E do pavimento do andar analisado que é determinante (face superior do pavimento), como se mostra no anexo B.

Existem várias hipóteses para a determinação do factor, consoante os seguintes casos:

- Edifícios de um só piso os valores do factor  $e$  encontram-se no Quadro B.7 do anexo B;
- Pisos enterrados, o factor  $e$  determina-se em função da cota negativa a que se encontra o pavimento do piso, conforme o Quadro B.8 do anexo B;
- Edifícios com vários andares, para os tipos Z e G, o valor do factor  $e$  é definido nos Quadros B.7 a B.9 do anexo B, e nos edifícios do tipo V o factor  $e$  é o mais elevado do conjunto dos andares que comunicam entre si.

#### **Amplidão da superfície, factor $g$**

A relação entre o comprimento e a largura do compartimento de incêndio tem influência decisiva nos perigos potenciais, existindo então um factor que relaciona essas duas medidas do compartimento. Os coeficientes desse factor são apresentados no Quadro B.10 do anexo B.

Excepções à relação  $l/b$ :

Sempre que se verifiquem as seguintes condições:

- Compartimentos de incêndio em cave;

- Compartimentos de incêndio interiores do rés-do-chão ao 7.º piso;
- Compartimentos de incêndio a partir do 8.º piso

a relação l/b deve ser tomada como 1:1, mesmo que seja diferente.

#### 4.3.3.2. CÁLCULO DAS MEDIDAS NORMAIS (N)

Os diversos valores dos factores n são indicados no anexo B, devendo ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- *n1* – Extintores portáteis: apenas podem ser considerados os extintores aprovados dotados de sinal distintivo de homologação e reconhecidos pelas instâncias competentes, designadamente os seguradores contra incêndios;
- *n2* – Bocas de incêndio interiores/postos de incêndio: apenas devem ser considerados desde que estejam equipados com mangueiras que permitam uma primeira intervenção;
- *n3* – Fiabilidade de adução da água para extinção: só deve ser considerado se a reserva de água e o caudal mínimo estiverem garantidos, entendendo-se como de grande risco os edifícios antigos, grandes superfícies comerciais, industriais particularmente expostas ao risco de incêndio, hotéis e hospitais; de médio risco os edifícios administrativos e os habitacionais multifamiliares; e de pequeno risco os edifícios industriais de pequeno porte e pequena carga de incêndio, pequenos edifícios habitacionais e instalações desportivas. Apenas deverão ser tidas em consideração as instalações de bombagem de água com recurso a energia eléctrica desde que essa alimentação seja assegurada por dois circuitos independentes, ou se houver a possibilidade do sistema de bombagem ser accionado por motor eléctrico e motor de explosão desde que neste caso a comutação de um para o outro seja efectuada automaticamente;
- *n4* – Conduta de alimentação: o comprimento da tubagem móvel a considerar é distância entre o hidrante exterior e a entrada mais próxima do edifício;
- *n5* – Pessoal instruído: considera-se aquele que está habilitado a operar os sistemas de extinção (extintores e bocas de incêndio) disponíveis. Deve igualmente conhecer o local e as possibilidades de evacuação.

#### 4.3.3.3. CÁLCULO DAS MEDIDAS ESPECIAIS (S)

Os diversos valores dos factores s são indicados no anexo B, devendo ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- *s1* – Sistemas de detecção: apenas devem ser considerados se no local houver um sistema de rondas com periodicidade indicada no Quadro B.12 do anexo B, no mínimo, devendo o pessoal de guarda ter a possibilidade de accionar o alarme num raio de 100 metros. A instalação automática de detecção de incêndio só deve ser considerada, caso exista capacidade de transmitir o alarme automaticamente a um posto ocupado em regime permanente e com possibilidade de desencadear o alarme para as equipas de intervenção;
- *s2* – Transmissão de alarme: apenas deve ser considerada desde que satisfaça as condições indicadas no quadro. A transmissão automática de alarme por linha telefónica controlada em permanência é considerada desde que haja uma linha dedicada em exclusivo, sem possibilidade de bloqueio por outras transmissões, e que esteja sob controlo permanente;
- *s3* – Rapidez de intervenção dos bombeiros;

Bombeiros de empresa (BE) dividem-se em quatro escalões:

- BE escalão 1: equipa de intervenção existente nas instalações que possa ser alertada ao mesmo tempo durante as horas de trabalho com o mínimo de 10 homens;
- BE escalão 2: equipa de intervenção mínima de 20 homens, existente nas instalações com Comando próprio, que pode ser alertada durante as horas de trabalho
- BE escalão 3: equipa de intervenção mínima de 20 homens, existentes nas instalações com Comando próprio, podendo intervir durante e fora das horas de trabalho;
- BE escalão 4: equipa de intervenção existente nas condições do escalão 3, e que nos dias sem laboração garanta um piquete de 4 homens prontos a intervir.

Bombeiros oficiais organizam-se em sete categorias:

- 1.<sup>a</sup> Categoria: são aqueles que não possam ser classificados na 2.<sup>a</sup> Categoria;
- 2.<sup>a</sup> Categoria: equipa que integra 20 pessoas formadas em combate a incêndios, com possibilidades de serem alertados simultaneamente. Deve existir um piquete nos dias de folga;
- 3.<sup>a</sup> Categoria: equipa com as mesmas características da 2.<sup>a</sup> Categoria, mas que dispõem de um auto-tanque;
- 4.<sup>a</sup> Categoria: idêntica à 3.<sup>a</sup> Categoria, mas que dispõem de um auto-tanque de capacidade mínima para 1200 litros e fora dos dias de trabalho deve existir um piquete de 3 homens prontos a sair em 5 minutos;
- 5.<sup>a</sup> Categoria: a equipa deve cumprir os requisitos de Federação Suíça de sapadores de Bombeiros para os centros de socorro ou de reforço A;
- 6.<sup>a</sup> Categoria: são equipas com as características da 5.<sup>a</sup> Categoria mas com um piquete de polícia e de 4 homens formados em combate em incêndios e protecção contra os gases;
- 7.<sup>a</sup> Categoria: corpo profissional que pode ser alertado em permanência.

Transpondo para a realidade portuguesa, pode-se considerar uma equiparação dos Bombeiros Voluntários na sua maioria integrados na 4.<sup>a</sup> Categoria, estando as Companhias e Regimentos de Sapadores e Bombeiros Municipais inserido na 7.<sup>a</sup> Categoria.

- s4 – Escalões de intervenção: o tempo intervenção é aquele que decorre desde que é dado o alarme até à chegada dos bombeiros ao local do sinistro;
- s5 – Instalações de extinção: apenas são considerados os sistemas que se encontram instalados para protecção total do edifício ou do compartimento de incêndio isolado e estejam de acordo com as prescrições regulamentares em vigor;
- s6 – Instalações automáticas de evacuação de calor e fumo: são considerados desde que abertura dos obturadores ou o arranque dos ventiladores seja feita automaticamente e ainda antes da chegada das equipas de extinção.

#### 4.3.3.4. CÁLCULO DA RESISTÊNCIA AO FOGO (F)

Os diversos valores do factor  $f$  são indicados no Quadro B.13 do anexo B, devendo ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- $f1$  – Estrutura resistente: a capacidade de resistência ao fogo para os elementos com função de suporte e de compartimentação, determina o valor do factor a utilizar

- $f_2$  – Fachadas: os valores dos factores dependem da razão entre a área das janelas e a área da fachada, devendo também considerar-se a resistência ao fogo da fachada bem como a existência de juntas ou elementos de ligação com a estrutura;
- $f_3$  – Lajes: são factores que quantificam a resistência ao fogo dos elementos com funções de compartimentação, o número de andares, a forma das comunicações verticais e das aberturas nos pavimentos. Consideram-se que as comunicações verticais e as aberturas nos pavimentos são protegidas quando estão separadas do resto do edifício por elementos com resistência mínima CF 90/PC 90;
- $f_4$  – Células corta-fogo: são considerados os compartimentos cujas áreas em planta não ultrapassem os 200 m<sup>2</sup> e em que os elementos de compartimentação tenham uma resistência no mínimo CF 30/ PC 30, incluindo portas de acesso. Estes factores são apresentados tendo em conta a razão entre a área das janelas e a área do compartimento AF/AZ, como se indica no Quadro B.13 do anexo B.

Estas medidas passivas de SCI, quando bem projectadas e devidamente implementadas, de acordo com a utilização dos espaços têm um importante impacto sobre o incêndio, dificultando severamente a sua propagação.

#### 4.3.3.5. PERIGO DE ACTIVAÇÃO (A)

A probabilidade de ocorrência de um incêndio, consoante o tipo de utilização do edifício, é quantificada pelo factor de Perigo de Activação (A), apresentado no Quadro B.14 do Anexo B.

#### 4.3.3.6. RISCO EFECTIVO DE INCÊNDIO (R)

O risco efectivo de incêndio é dado pelo produto dos factores de exposição ao perigo e do perigo de activação,

$$R = B * A \quad (4.12)$$

#### 4.3.3.7. DETERMINAÇÃO DO GRAU DE SEGURANÇA

Conforme já referido, existem situações em que o risco de pessoas se encontra acrescido pelo que o factor de risco normal (Rn) deve ser multiplicado por um factor de correcção (Ph,e) vindo em função do nível de andar (E) e do número de pessoas (H), pela formula,

$$Ru = Rn * Ph,e \quad (4.13)$$

As categorias de exposição ao perigo das pessoas (p), são definidas de acordo com o seguinte critério:

- Coluna (p=1): Área de exposição, museus, locais de espectáculos, salas de reunião, escolas, restaurantes, grandes superfícies comerciais;
- Coluna (p=2): Hotéis, pensões, lares infantis e de 3.<sup>a</sup> idade;
- Coluna (p=3): Hospitais e estabelecimentos diversos.

Sendo o factor de correcção para os edifícios com utilizações não mencionadas, Ph,e = 1,0, considerando-se como situações de perigo normal das pessoas. No Quadro B.15 do Anexo B encontram-se tabelados os valores de Ph,e.

Para situações de perigo reduzido de pessoas o valor  $Ph$ , e pode ser superior a 1, devendo caso a caso ser analisado individualmente, mantendo-se a obrigatoriedade de serem respeitadas as medidas de protecção exigidas pelo grau de risco existente.

Adaptando o valor de  $R_n = 1,3$ , o risco de incêndio admissível  $R_u$  é calculado por,

$$R_u = 1,3 * Ph, e \quad (4.14)$$

Para finalizar, a verificação do grau de segurança contra incêndio resulta do quociente entre o risco admissível e o risco normal,

$$\gamma = \frac{R_u}{R} \quad (4.15)$$

A SCI é suficiente se as medidas de segurança previstas cumprem as condições dos objectivos de protecção e se  $\gamma \geq 1$ .

Caso se verifique  $\gamma < 1$ , a SCI é insuficiente.

Para elaboração de um novo conceito de protecção contra incêndio, dever-se-á proceder de acordo com as seguintes prioridades:

- Respeitar todas as medidas normais;
- Melhorar a concepção do edifício para que daí resulte um tipo de construção mais favorável, um aumento no valor de  $F$  e uma diminuição do valor de da carga de incêndio imobiliária;
- Prever medidas especiais adequadas (compensação).

Apesar de esta poder ser a prioridade generalizada e mais adequada para a aplicação de medidas nos edifícios de forma a estes passarem a apresentar níveis satisfatórios de segurança contra incêndio, neste trabalho a prioridade estabelecida será a seguinte:

- Aplicação de medidas normais de fácil implementação;
- Implementação das medidas especiais possíveis nos edifícios;
- Por último, intervenção ao nível da construção dos edifícios, caso seja estritamente necessário.

#### 4.4. FIRE RISK INDEX METHOD (FRIM)

O método abordado seguidamente corresponde à versão 1.2 do FRIM de Larsson [3], para edifícios de madeira. Decidiu-se aplicar este método de cálculo ao edificado em estudo, devido às suas habitações terem uma forte aplicação da madeira como material estrutural, e ao contrário do Método de Gretener, o FRIM foi desenvolvido especificamente para edifícios de habitação. Este método tem como política fornecer o nível de aceitabilidade da segurança ao incêndio em edifícios antigos, o que vai de encontro com o objectivo deste trabalho. Para se poder concluir mais profundamente sobre o risco de incêndio do Quarteirão, era necessária a aplicação de mais do que uma metodologia a fim de estabelecerem analogias e/ou divergências. Foi também por esta razão, que se optou pela aplicação do FRIM, para além do Método de Gretener.

O método apresenta diferentes níveis de decisão, objectivos, estratégias e parâmetros. As classes dos parâmetros distribuídas por 17 categorias são calculadas usando os esquemas de classificação apresentados a seguir. Na classificação esquemática, os dois níveis mais baixos de decisão usados são: sub-parâmetros e itens em análise. Os pesos atribuídos a cada um destes níveis variam entre 0 a 5. O

índice de risco dado pelo FRIM estará compreendido no intervalo  $[0;5]$ , sendo apenas positivo com um valor final  $\geq 2,50$ .

O Método do Índice de Risco de Incêndio tem como:

**Política:**

Fornecer o nível de aceitabilidade da segurança ao incêndio em edifícios antigos.

**Objectivos:**

- **O1 – Protecção da vida dos ocupantes do edifício**

Segurança dos ocupantes no compartimento de origem, o restante edifício, todos os edifícios adjacentes e a segurança dos bombeiros.

- **O2 – Protecção da propriedade**

Protecção da propriedade no compartimento de origem, no restante edifício e nos edifícios adjacentes.

**Estratégias:**

- **S1 – Controlo da propagação do fogo através de meios activos**

Controlo da propagação do incêndio (utilizando sistemas de supressão e sistemas de desenfumagem) e de serviço de incêndio.

- **S2 – Confinamento do fogo através dos elementos de construção**

Garantia da estabilidade estrutural, controlo da propagação do incêndio usando materiais ignífugos (revestimentos e materiais de fachada). Trata-se dos meios passivos de segurança contra incêndios.

- **S3 – Vias de evacuação**

Origem da deslocação dos ocupantes e sua trajectória. Isto é, executado através dos sistemas de detecção, sistemas de sinalização e caminhos de evacuação e formação dos ocupantes. Algumas vezes a definição/estabelecimentos das vias de evacuação envolve a acção pelo CB (sempre que implique a evacuação através de janelas).

- **S4 – Definição dos meios de salvamento**

Protecção da vida e segurança dos bombeiros durante as operações de salvamento. Isto é realizado através da resistência estrutural do edifício, impedindo sempre a propagação rápida do fogo que poderá originar o colapso de partes do edifício.

## Parâmetros

### **P1 Materiais de revestimento dos compartimentos**

Capacidade dos revestimentos dos compartimentos para retardar a ignição da estrutura e reduzir a progressão do incêndio.

### **P2 Sistemas de extinção de incêndios**

Equipamentos e sistemas de extinção de incêndios

### **P3 Serviço de Bombeiros**

A proximidade de serviços de bombeiros para salvamento de vidas humanas e para restringir a propagação do fogo.

### **P4 Compartimentação**

Áreas dos espaços do edifício compartimentadas em células corta-fogo.

### **P5 Elementos estruturais de compartimentação**

Resistência ao fogo dos elementos de separação do compartimento de fogo.

### **P6 Portas**

Compartimentação dos espaços com vista à separação do fogo e dos fumos.

### **P7 Janelas**

Afectação da possibilidade do fogo se propagar através das aberturas das janelas.

### **P8 Fachadas**

Materiais constituintes das fachadas que afectam a propagação do fogo ao longo da fachada.

### **P9 Sótão**

Prevenção do fogo que se espalha no e para o sótão.

### **P10 Edifícios adjacentes**

Distancia mínima de separação a outros edifícios.

**P11 Sistemas de controlo de fumos**

Equipamentos e sistemas para limitar a propagação dos produtos tóxicos da combustão.

**P12 Sistemas de detecção**

Equipamentos e sistemas para detecção de incêndios.

**P13 Sistemas de alarme**

Equipamento e sistemas para transmissão do alarme de incêndio.

**P14 Vias de escape**

Adequabilidade e segurança das vias de fuga.

**P15 Estrutura – Carregamento – Escoramento**

Estabilidade estrutural do edifício quanto ao fogo.

**P16 Manutenção e informação**

Inspecção e manutenção dos equipamentos de intervenção, caminhos de evacuação, entre outros, e informação dos ocupantes relativamente à supressão e evacuação.

**P17 Sistemas de ventilação**

Garantia dos sistemas de ventilação de forma, a que impeçam a progressão dos fumos.

**P1 – Materiais de revestimento dos compartimentos**

Definição: Capacidade dos revestimentos dos compartimentos para retardar a ignição da estrutura e reduzir a progressão do incêndio.

Parâmetros de classificação:

Refere-se ao pior material de revestimento que se pode encontrar o fogo.

Classes de reacção ao fogo dos produtos de construção (excluindo revestimentos de piso). (ver anexo C)

Quadro 4.2 – Nível de Classificação dos Materiais de Revestimento

| Euroclasses | Produtos típicos                          | Nível |
|-------------|-------------------------------------------|-------|
| A1          | Pedras, betão                             | 5     |
| A2          | Placas de gesso                           | 5     |
| B           | Madeiras resistentes ao fogo (impregnada) | 4     |
| C           | Placas de gesso com geotêxtil             | 3     |
| D           | Madeira (não tratada)                     | 2     |
| E           | Aglomerados de madeira de baixa densidade | 1     |
| F           | Alguns plásticos                          | 0     |

**P2 – Sistemas de extinção**

Definição: Equipamento e sistemas de extinção de incêndios.

Sub-parâmetros:

- Sistema automático de sprinklers

Tipo de sprinkler (N = nenhum sistema automático de extinção de incêndio, R = sistema de extinção de incêndio de classe de risco ligeiro; O = sistema de extinção de incêndio de classe de risco ordinário) e Localização do sprinkler (A = no fogo, E = na via de evacuação, B = ambos os locais)

Quadro 4.3 – Grelha de Decisão do Sistema Automático de Sprinklers

| Verificação dos itens                           | Grelha de decisão |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de sprinkler                               | N                 | R | R | R | O | O | O |
| Localização do sprinkler                        | -                 | A | E | B | A | E | B |
| Nível                                           | N                 | M | L | H | M | L | H |
| (N = s/nível, L = nível baixo e H = nível alto) |                   |   |   |   |   |   |   |

- Equipamento Portátil

Quadro 4.4 – Equipamento Portátil

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| N | Nenhum                             |
| F | Equipamento de extinção de piso    |
| A | Equipamento de extinção de fracção |

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.5 – Nível de Classificação dos Sistemas de Extinção

| Sub-parâmetros                        | Grelha de decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sistema automático sprinkler          | N                 | N | N | L | L | L | M | M | M | H | H | H |
| Equipamento portátil                  | N                 | F | A | N | F | A | N | F | A | N | F | A |
| Nível                                 | 0                 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| (Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5) |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### P3 – Serviços de Bombeiros

Definição: Proximidade de serviços de bombeiros para salvamento de vidas humanas e para restringir a propagação do fogo.

Sub-parâmetros:

- Capacidade de resposta dos sistemas de incêndio (**P3a**)

Quadro 4.6 – Nível de Capacidade de Resposta dos Sistemas de Incêndio

| Capacidade de resposta dos sistemas de incêndio                                     | Nível |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sem equipamentos de combate a incêndio                                              | 0     |
| Equipamento de combate a incêndio externo                                           | 1     |
| Com equipamento de combate a incêndio, mas sem aparelho de protecção respiratória   | 2     |
| Com equipamento de combate a incêndio e aparelho de protecção respiratória          | 4     |
| Com equipamento de combate a incêndio, aparelho de protecção respiratória e escadas | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

- Tempo de reposta dos meios de combate a incêndios até ao local (**P3b**)

Quadro 4.7 – Nível de tempo de Resposta

| Tempo de resposta | Nível |
|-------------------|-------|
| > 20              | 0     |
| 15 - 20           | 1     |
| 10 - 15           | 2     |
| 5 - 10            | 3     |
| 0 - 5             | 5     |

- Acessibilidade e equipamento (i.e. número de janelas (ou varandas) acessíveis às auto-escadas dos bombeiros) (**P3c**)

Quadro 4.8 – Nível de Acessibilidade dos Equipamentos

| Acessibilidade e Equipamento                                                   | Nível |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Menos de uma janela por fogo acessível por escada de bombeiro ou de serviço    | 0     |
| Pelo menos uma janela por fogo acessível por escada de bombeiros ou de serviço | 3     |
| Todas as janelas acessíveis por escada de bombeiro ou de serviço               | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P3** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

$$P3 = (0,31 * \text{Capacidade} + 0,47 * \text{Tempos de Resposta} + 0,22 * \text{Acessibilidade a equipamentos})$$

#### P4 – Compartimentação

Definição: Áreas de compartimentação dentro do edifício.

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.9 – Nível de Compartimentação

| Área máxima do compartimento de incêndio | Nível |
|------------------------------------------|-------|
| > 400 m <sup>2</sup>                     | 0     |
| 200 - 400 m <sup>2</sup>                 | 1     |
| 100 - 200 m <sup>2</sup>                 | 2     |
| 50 - 100 m <sup>2</sup>                  | 3     |
| < 50 m <sup>2</sup>                      | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

#### P5 – Resistência a fogo dos elementos de compartimentação

Definição: Resistência ao fogo dos elementos de compartimentação.

Sub-parâmetros:

- Estanquidade e isolamento térmico (**P5a**)

Quadro 4.10 – Nível de Estanquidade e Isolamento Térmico

| Estanquidade e isolamento térmico (FI) | Nível |
|----------------------------------------|-------|
| EI < EI 15                             | 0     |
| EI 15 ≤ EI < EI 30                     | 1     |
| EI 30 ≤ EI < EI 45                     | 3     |
| EI 45 ≤ EI < EI 60                     | 4     |
| EI 60 ≤ EI                             | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

- Elementos corta-fogo nos pontos de ligação, intercepção espaços técnicos (courettes) **(P5b)**

Quadro 4.11 – Nível dos Elementos Corta-Fogo

| Estrutura de compartimentação                                                                                                                                               | Nível |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Estrutura em Madeira com espaços fechados e sem elementos corta-fogo                                                                                                        | 0     |
| Concepção/projecto de elementos de ligação e espaços técnicos sem consideração especial em relação à SCI                                                                    | 1     |
| Elementos de ligação e espaços técnicos já testados e com resistência ao fogo de acordo com os restantes elementos da construção                                            | 2     |
| Elementos de ligação e espaços técnicos especialmente projectados para prevenir a propagação de incêndios e seleccionados por engenheiros para terem um desempenho adequado | 3     |
| Construção homogénea sem espaços vazios                                                                                                                                     | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

- Passagens **(P5c)**

Passagens entre compartimentos de incêndio distintos

Quadro 4.12 – Nível de Passagens

| Atravessamentos                                                                             | Nível |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Atravessamentos sem selagens corta-fogo                                                     | 0     |
| Selagens não certificadas entre compartimentos de incêndio distintos                        | 1     |
| Selagens certificadas entre compartimentos de incêndio com selagens certificadas            | 2     |
| Aberturas de ductos pertencentes entre compartimentos de incêndio com selagens certificadas | 3     |
| Sem aberturas entre compartimentos de incêndio                                              | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

- Combustível **(P5d)**

Material combustível na zona de compartimentação

Quadro 4.13 – Nível de Material Combustível

| Parte Combustível                                                                | Nível |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tanto a estrutura de separação como a estrutura de isolamento são combustíveis   | 0     |
| Apenas o isolamento é combustível                                                | 2     |
| Apenas a estrutura de separação é combustível                                    | 3     |
| Tanto a estrutura de separação como a estrutura de isolamento são incombustíveis | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P5** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

**P5** = (0,35 \* Estanquidade e isolamento térmico + 0,28 \* Elementos corta-fogo nos pontos de ligação, intercepção espaços técnicos + 0,24 \* Passagens + 0,13 \* Combustíveis)

## **P6 – Portas**

Definição: Portas com função de separação do fogo entre compartimentos de incêndio.

Sub-parâmetros:

- Portas que conduzem a vias de evacuação (**P6a**)

Estanquidade e isolamento térmico (=EI)

(A = EI <EI 15, B = 15 ≤EI <EI 30, C = EI 30 ≤EI <EI 60, D = EI ≥ EI 60) e Tipo de fecho (M = manual, S = fecho automático)

Quadro 4.14 – Nível de Classificação das Portas que Conduzem a Vias de Evacuação

| Itens em análise             | Regras de decisão |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Estanquidade e isolamento    | A                 | A | B | B | C | C | D | D |
| Tipo de dispositivo de fecho | M                 | S | M | S | M | S | M | S |
| Nível                        | 0                 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

- Portas situadas nas vias de evacuação (**P6b**)

Estanquidade e isolamento térmico (=EI)

(A = EI <EI 15, B = 15 ≤EI <EI 30, C = EI 30 ≤EI <EI 60, D = EI ≥ EI 60) e Tipo de fecho (M = manual, S = fecho automático)

Se nenhuma porta for necessária na via de evacuação, será considerada a maior classificação.

Quadro 4.15 – Nível de Classificação das Portas Situadas nas Vias de Evacuação

| Itens em análise             | Regras de decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estanquidade e isolamento    | A                 | A | B | B | C | C | D | D | - |
| Tipo de dispositivo de fecho | M                 | S | M | S | M | S | M | S | - |
| Nível                        | 0                 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P6** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

**P6** = (0,67 \* Portas que conduzem a vias de evacuação + 0,33 \* Portas situadas nas vias de evacuação)

## P7 – Janelas

Definição: Janelas (e outras aberturas em fachadas) e suas protecções, factores que afectam a possibilidade do fogo se propagar através das aberturas.

Sub-parâmetros:

- Distância vertical relativa (R)

Define-se através da altura da janela (L) dividida pela distância na vertical entre janelas (H).

$$R = L/H$$

(A =  $R < 1$ , B =  $R \geq 1$ )

- Classe da janela

(C = classe da janela  $< E 15$ , D = classe da janela  $\geq E 15$ , E = solução de design especial testada ou classe da janela  $\geq E 30$ )

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.16 – Nível de Classificação das Janelas

| Sub-parâmetros        | Regras de decisão |   |   |   |   |   |
|-----------------------|-------------------|---|---|---|---|---|
| Distancia na vertical | A                 | A | A | B | B | B |
| Classe da janela      | C                 | D | E | C | D | E |
| Nível                 | 0                 | 3 | 5 | 2 | 5 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

## P8 – Fachadas

Definição: Materiais usados nas fachadas e outros factores que afectam a possibilidade de incêndio e sua propagação ao longo das fachadas.

Sub-parâmetros:

- Combustível nas fachadas (**P8a**)

Quadro 4.17 – Percentagem de Combustibilidade das Fachadas

| Parte Combustível | Nível |
|-------------------|-------|
| > 40 %            | 0     |
| 20 – 40 %         | 2     |
| <20 %             | 3     |
| 0 %               | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Material combustível acima da janela (**P8b**)

Quadro 4.18 – Tipo de Material acima das Janelas

| Material combustível acima da | Nível |
|-------------------------------|-------|
| Sim                           | 0     |
| Não                           | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Existência de caixa-de-ar (espaço vazio) entre o elemento de suporte da fachada e o revestimento (**P8c**)

Quadro 4.19 – Nível de Classificação dos Espaços Vazados das Fachadas

| Tipo de espaços vazados                                                             | Nível |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Caixa-de-ar continua em fachadas com materiais combustíveis                         | 0     |
| Caixa-de-ar concebida com solução específica para prevenir a propagação de incêndio | 3     |
| Sem espaços                                                                         | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P8** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

**P8** = (0,41 \* Partes combustíveis da fachada + 0,30 \* Material combustível acima da janela + 0,29 \* espaços)

## P9 – Sótão

Definição: Prevenção do fogo que se espalha no e para o sótão.

Sub-parâmetros:

- Prevenção da propagação do incêndio ao sótão (ex: é a solução onde a ventilação do sótão não é proveniente das sancas do telhado? O método mais usual de propagação do incêndio é através das sancas. Soluções especiais de ventilação dos espaços evitam esta situação).

Quadro 4.20 – Prevenção da Propagação do Incêndio ao Sótão

|   |     |
|---|-----|
| N | Não |
| S | Sim |

- Separação do incêndio no sótão (ex: extensível às áreas do sótão separadas em diferentes compartimentos de incêndio).

Quadro 4.21 – Compartimento do Incêndio no Sótão

| Área máxima do compartimento de incêndio no sótão              | Nível |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Sem sótão                                                      | H     |
| $< 100 \text{ m}^2$                                            | M     |
| $100 - 300 \text{ m}^2$                                        | L     |
| $300 - 600 \text{ m}^2$                                        | L     |
| $> 600 \text{ m}^2$                                            | L     |
| (N = s/nível, L = baixo nível, M = nível médio, H = nível bom) |       |

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.22 – Nível de Classificação do Sótão

| Sub-parâmetros                               | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| Prevenção da propagação do incêndio no sótão | N       | N | N | N | Y | Y | Y | Y |
| Separação do incêndio no sótão               | N       | L | M | H | N | L | M | H |
| Nível                                        | 0       | 1 | 2 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

### P10 – Edifícios adjacentes

Definição: Mínima distância entre edifícios. Se o edifício se encontrar separado por parede corta-fogo, isto é, equivalente a 8 metros de distancia entre eles.

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.23 – Nível de Classificação da Distância entre Edifícios

| Distância entre edifícios adjacentes | Nível |
|--------------------------------------|-------|
| $D < 6 \text{ m}$                    | 0     |
| $6 \leq D < 8 \text{ m}$             | 1     |
| $8 \leq D < 12 \text{ m}$            | 2     |
| $12 \leq D < 20 \text{ m}$           | 3     |
| $D \geq 20 \text{ m}$                | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

### P11 – Sistema de controlo de propagação de fumos

Definição: Equipamentos e sistemas instalados nos caminhos de evacuação para limitar a propagação de gases tóxicos provenientes da combustão.

Sub-parâmetros:

➤ Activação do sistema de controlo de fumos

Quadro 4.24 – Activação do Sistema de Controlo de Fumos

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| N | Sem sistema de controlo de fumos |
| M | Manual                           |
| A | Automático                       |

➤ Tipo de controlo de fumos

Quadro 4.25 – Tipo de Controlo de Fumos

|    |                                                         |
|----|---------------------------------------------------------|
| N  | Ventilação natural com aberturas próximas do tecto      |
| M  | Ventilação mecânica                                     |
| PN | Pressurização e ventilação natural para retirar o fumo  |
| PM | Pressurização e ventilação mecânica para retirar o fumo |

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.26 – Nível de Classificação dos Sistemas de Controlo de Propagação de Fumos

| Sub-parâmetros                         | Decisão |   |   |    |    |   |   |    |    |
|----------------------------------------|---------|---|---|----|----|---|---|----|----|
| Activação do sistema controlo de fumos | N       | M | M | M  | M  | A | A | A  | A  |
| Aberturas para extracção de fumos      | -       | N | M | PN | PM | N | M | PN | PM |
| Nível                                  | 0       | 2 | 2 | 3  | 3  | 4 | 4 | 5  | 5  |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

## P12 – Sistema de detecção

Definição: Equipamentos e sistemas para detecção de incêndios.

Sub-parâmetros:

➤ Quantidade de detectores

Detectores no fogo (N = nenhum, A = pelo menos 1 em cada fogo, R = mais do que 1 detector em cada fogo) e Detectores nas vias de evacuação (N = não e S = sim)

Quadro 4.27 – Tipo de Detectores

| Verificação dos itens            | Decisão |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---------|---|---|---|---|---|
| Detectores no fogo               | N       | N | A | R | A | R |
| Detectores nas vias de evacuação | N       | Y | N | N | Y | Y |
| Nível                            | N       | L | L | M | H | H |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Eficácia dos detectores

Tipo de detector (H = detectores de calor, S = detector de fumo) e detectores com fonte de alimentação (B = bateria, P = detector de rede, BP = detector de rede com fonte de alimentação)

Quadro 4.28 – Eficácia dos Detectores

| Verificação dos itens             | Decisão |   |    |   |   |    |
|-----------------------------------|---------|---|----|---|---|----|
| Tipo de detector                  | H       | H | H  | S | S | S  |
| Detector com fonte de alimentação | B       | P | BP | B | P | BP |
| Nível                             | L       | M | M  | M | H | H  |

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.29 – Nível de Classificação do Sistema de Detecção

| Sub-parâmetros           | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quantidade de detectores | N       | L | L | L | M | M | M | H | H | H |
| Eficácia dos detectores  | E       | L | M | H | L | M | H | L | M | H |
| Nível                    | 0       | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

### P13 – Sistema de alarme

Definição: Equipamento e sistemas para transmissão do alarme de incêndio.

Sub-parâmetros:

➤ Tipo de sinal

Sinal luminoso (N = não, S = sim) e sinal sonoro (N = não, A = sirene, S = mensagem)

Quadro 4.30 – Tipo de Sinalização

| Verificação dos itens | Decisão |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|
| Sinal luminoso        | N       | Y | N | N | Y | Y |
| Sinal sonoro          | N       | N | A | S | A | S |
| Nível                 | N       | L | M | H | M | H |

➤ Posição do sinal

Apenas se recebe o sinal dentro da divisão em compartimento de fogo ou é igualmente possível avisar outros ocupantes.

Quadro 4.31 – Posição do Sinal

|   |                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A | O sinal é emitido apenas no compartimento                                              |
| B | É possível enviar sinal manualmente a todo edifício ou pelo menos a grande parte deste |

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.32 – Nível de Classificação do Sistema de Alarme

| Sub-parâmetros   | Decisão |   |   |   |   |   |   |
|------------------|---------|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de sinal    | N       | L | L | M | M | H | H |
| Posição do sinal | -       | A | B | A | B | A | B |
| Nível            | 0       | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

#### P14 – Vias de evacuação

Definição: Adequabilidade e segurança das vias de evacuação

Sub-parâmetros:

##### ➤ Tipo de vias de evacuação (P14a)

Escadaria (A = a escadaria pode ser utilizada como via de evacuação, B = Via de evacuação que conduz a duas escadarias independentes, C = saída directa que liga a duas escadas independentes) e as janelas/varandas (D = janelas e varandas que não poderão ser utilizadas como vias de evacuação, E = uma janela que poderá ser utilizadas como vias de evacuação, F = pelo menos duas janelas poderão ser utilizadas como vias de evacuação, G = varanda poderá ser utilizada como via de evacuação, H = pelo menos uma janela e varanda poderão ser utilizada como via de evacuação).

Quadro 4.33 – Tipo de Vias de Evacuação

| Verificação dos itens | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Escadaria             | A       | A | A | A | B | B | B | B | C | C | C | C | C |
| Janelas/varandas      | E       | F | G | H | E | F | G | H | D | E | F | G | H |
| Nível                 | 0       | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

##### ➤ Dimensões e layout (P14b)

Distância máxima a uma via de evacuação (A <10m, B = 10 – 20m, C > 20m), Número de pisos (D ≤ 4, E = 5-8) e Número máximo de fogos por pisos ligados à via de evacuação (F ≤ 4, G ≥ 5)

Quadro 4.34 – Nível de Classificação das Dimensões e Layout

| Verificação dos itens   | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Distância dos percursos | C       | C | C | C | B | B | B | B | A | A | A | A |
| Numero de pisos         | E       | E | D | D | E | E | D | D | E | E | D | D |
| Numero de fogos         | G       | F | G | F | G | F | G | F | G | F | G | F |
| Nível                   | 0       | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

##### ➤ Equipamentos (P14c)

Sinais de orientação (A = nenhum, B = normal, C = iluminação), Iluminação geral (D = ligado manualmente, E = ligado permanentemente), Iluminação emergência (F = não existente, G = existente)

Quadro 4.35 – Nível de Classificação dos Equipamentos de Iluminação e de Sinalização

| Verificação dos itens | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sinais de orientação  | A       | A | A | A | B | B | B | B | C | C | C | C |
| Iluminação geral      | D       | D | E | E | D | D | E | E | D | D | E | E |
| Iluminação emergência | F       | G | F | G | F | G | F | G | F | G | F | G |
| Nível                 | 0       | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Materiais da estrutura de suporte e revestimento (**P14d**)

Isto refere-se à pior classificação do tipo de materiais da estrutura de suporte e revestimentos que devem ser encontrados num caminho de evacuação (excluem-se as pequenas quantidades permitidas em edifícios por lei). Para as Euroclasses A1, A2 e B, o revestimento deve ter pelo menos a classe D, caso contrário os materiais da estrutura de suporte e revestimentos deverão ter a classe de revestimento tipo Euroclasse C.

Quadro 4.36 – Nível de Classificação dos Materiais da Estrutura de Suporte e Revestimentos

| Euroclasses | Produtos típicos                          | Nível |
|-------------|-------------------------------------------|-------|
| A1          | Pedras, betão                             | 5     |
| A2          | Placas de gesso                           | 5     |
| B           | Madeiras resistentes ao fogo (impregnada) | 4     |
| C           | Placas de gesso com geotêxtil             | 3     |
| D           | Madeira (não tratada)                     | 2     |
| E           | Aglomerados de madeira de baixa densidade | 1     |
| F           | Alguns plásticos                          | 0     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P14** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

**P14** = (0,34 \* Tipo de vias de evacuação + 0,27 \* Dimensões e layout + 0,16 \* Equipamentos + 0,23 \* Materiais da estrutura de suporte e revestimentos)

### **P15 – Estrutura - Estabilidade**

Definição: Estabilidade estrutural do edifício quando exposto ao fogo

➤ Carga máxima suportável (Load-Bearing Capacity – LBC) (**P15a**)

Quadro 4.37 – Nível de Classificação da Carga Máxima Suportável

| (LBC)                  | Nível |
|------------------------|-------|
| $LBC < R 30$           | 0     |
| $R 30 \leq LBC < R 60$ | 2     |
| $R 60 \leq LBC < R 90$ | 4     |
| $R 90 \leq LBC$        | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Combustibilidade (**P15b**)

Parte combustível dos elementos de carga de construção

Quadro 4.38 – Nível de Classificação da Combustibilidade dos Elementos de Carga

| Parte combustível                                                        | Nível |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tanto os elementos da estrutura como os isolamentos são combustíveis     | 0     |
| Apenas o isolamento é combustível                                        | 2     |
| Apenas os elementos estruturais são combustíveis                         | 3     |
| Tanto os elementos da estrutura como os isolamentos não são combustíveis | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

Parâmetros de classificação:

O cálculo dos resultados para **P15** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

$$P15 = (0,74 * \text{Elementos estruturais} + 0,26 * \text{Combustibilidade})$$

**P16 – Manutenção e informação**

Definição: Inspeção e manutenção dos equipamentos de intervenção, caminhos de evacuação, etc. e informação dos ocupantes relativamente à extinção e evacuação

Sub-parâmetros:

- Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndios (i.e. detecção, alarme, extinção e controlo de fumos) (**P16a**)

Quadro 4.39 – Nível de Classificação da Manutenção dos Sistemas de SCI

| Manutenção dos sistemas de segurança contra | Nível |
|---------------------------------------------|-------|
| Realizada a mais de cada 3 anos             | 0     |
| Realizada pelo menos uma vez a cada 3 anos  | 2     |
| Realizada pelo menos uma vez por ano        | 4     |
| Realizada pelo menos duas vezes por ano     | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Inspeção das saídas de evacuação (**P16b**)

Quadro 4.40 – Nível de Classificação de Inspeção das Saídas de Evacuação

| Inspeção das saídas de evacuação           | Nível |
|--------------------------------------------|-------|
| Realizada a mais de cada 3 anos            | 0     |
| Realizada pelo menos uma vez a cada 3 anos | 1     |
| Realizada pelo menos de 3 em 3 meses       | 3     |
| Realizada pelo menos uma vez por mês       | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

➤ Informação dos ocupantes relativamente ao sistema de extinção e evacuação (**P16c**)

Informação escrita (A = sem informação, B = informação escrita sobre o sistema de evacuação e extinção disponível em espaço próprio no edifício, C = informação escrita disponível em espaço próprio no edifício e distribuída a todos os utentes) e Exercícios (D = sem exercícios, E = exercícios de extinção realizados regularmente, F = exercícios de evacuação realizados regularmente, G = exercícios de extinção e evacuação realizados regularmente)

Quadro 4.41 – Nível de Classificação da Manutenção e Informação

| Verificação dos itens | Decisão |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Informação escrita    | A       | A | A | A | B | B | B | B | C | C | C | C |
| Exercícios            | D       | E | F | G | D | E | F | G | D | E | F | G |
| Nível                 | 0       | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 5 |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)

**Para metros de classificação:**

O cálculo dos resultados para **P16** faz-se ponderando segundo a expressão seguinte:

**P16** = (0,40 \* Manutenção dos sistemas de segurança contra incêndios + 0,27 \* Inspeção das saídas de evacuação + 0,33 \* Informação)

**P17 – Sistemas de ventilação**

Definição: Modo pelo qual é impedida a propagação dos fumos através do sistema de ventilação

Parâmetros de classificação:

Quadro 4.42 – Nível de Classificação dos Sistemas de Ventilação

| Tipo de sistemas de ventilação                                                                                                                                                                                                    | Nível |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sem qualquer tipo de sistema de ventilação/desenfumagem para a prevenção da propagação dos fumos                                                                                                                                  | 0     |
| Sistema de ventilação/desenfumagem projectada para que os fumos sejam direccionados para o exterior através de conduta impedindo a sua propagação a outros compartimentos de incêndio. A relação da pressão nas condutas é de 5:1 | 2     |
| Sistema de ventilação/desenfumagem projectado para estar operacional mesmo em condições de incêndio com capacidade suficiente de extracção de fumos, impedindo-os de propagação a outros compartimentos de incêndio               | 3     |
| Sistema de ventilação com sistema de anti-retorno, ou sistema de controlo de fumos e gases com condutas que servem cada um dos compartimentos de incêndio                                                                         | 4     |
| Sistema individual de ventilação para cada compartimento de incêndio                                                                                                                                                              | 5     |

(Nível mínimo = 0 e nível máximo = 5)



# 5

## AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO DO QUARTEIRÃO

### 5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste capítulo será apresentado o Quarteirão, indicando todas as características do mesmo, com uma descrição pormenorizada e detalhada dos elementos constituintes dos edifícios, de modo a ter uma total percepção e compreensão do objecto de estudo.

A recolha dos dados relativos aos edifícios e à sua envolvente foi feita através de visitas ao local, tentando-se obter o máximo de informação possível de forma a se proceder devidamente ao cálculo. Através da análise das plantas e dos alçados do edificado existentes no documento estratégico do SRU e com recurso ao *software* informático *AutoCAD 2009*, determinaram-se as áreas necessárias relativas aos elementos dos edifícios de forma a quantificar certas variáveis.

Após serem obtidos os valores de coeficiente de SCI, o estudo será complementado com a apresentação de figuras relativas à variação desses mesmos resultados finais derivados da aplicação do método de Gretener e do FRIM.

Apenas foram utilizadas estas duas metodologias pois a sua aplicação não é tão morosa quanto o método de FRAME que também foi alvo de ponderação quanto à sua possível aplicação neste trabalho. No entanto, além de ser difícil ter um total conhecimento de algumas variáveis, relativas aos edifícios, que são muito específicas e integram este método, o F.R.A.M.E. visa também uma aplicação piso a piso no edifício, ou seja, a unidade de cálculo é um compartimento ao mesmo nível, o que neste caso, não se coaduna devido a não existir compartimentação entre os pisos, devendo considerar-se o edifício como um todo e não parcelado.

Existiam ainda muitos outros métodos a poderem ser aplicados, no entanto, considerou-se que seria suficiente de forma a se poder tirar ilações conclusivas, a aplicação de apenas dois métodos de cálculo, tendo um deles uma utilização mais generalizada e o outro mais específica, indo ao encontro deste caso de edifícios do quarteirão inserido no CHP.

O objectivo passará por estabelecer uma relação comparativa entre os dois métodos, com interpretação de quais as variáveis mais condicionantes, e quais os parâmetros ideais a serem alterados e revistos de forma a rectificar o cálculo, e deste modo, garantir um nível aceitável de segurança contra incêndio, para os casos em que esta não se verifique.

De seguida são apresentados os métodos de análise de risco de incêndio, com indicação devida de todos os elementos respectivos aos cálculos.

## 5.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GRETENER

### 5.2.1. APRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Neste subcapítulo será feita a apresentação das tomadas de decisão na escolha das variáveis relativas à aplicação do cálculo do Método de Gretener. Para todos os parâmetros de análise será dada uma justificação relativa à classificação atribuída a cada uma delas, usada para o procedimento da metodologia de cálculo.

O cálculo do método de Gretener foi efectuado com recurso a uma folha de cálculo do *software* informático *Microsoft Excel* apresentada seguidamente.

Quadro 5.1 – Folha de Cálculo para a Aplicação do Método de Gretener (“Microsoft Excel”)

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER |                       |                                             |           |           |             |  |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|--|
| Edifício                                               |                       | Parcela n.º                                 |           |           |             |  |
| Localização                                            |                       | Porto                                       |           |           |             |  |
|                                                        |                       | Descrição                                   | Concepção | Existente | Intervenção |  |
| Tipo de Construção                                     |                       | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =   |           |             |  |
|                                                        |                       |                                             | B = b =   |           |             |  |
|                                                        |                       |                                             | AB=       |           |             |  |
|                                                        |                       |                                             | A/B =     |           |             |  |
|                                                        |                       |                                             | AF =      |           |             |  |
| Tipo de Conceito                                       |                       |                                             | Tipo =    |           |             |  |
| Perigos Potenciais                                     | Conteúdo              | Carga de incêndio mobiliária                | Qm        |           |             |  |
|                                                        |                       |                                             | q         |           |             |  |
|                                                        |                       | Combustibilidade                            | c         |           |             |  |
|                                                        |                       | Perigo de Fumo                              | r         |           |             |  |
|                                                        | Edifício              | Perigo de Corrosão                          | k         |           |             |  |
|                                                        |                       | Carga de incêndio imobiliária               | i         |           |             |  |
|                                                        |                       | Nível do andar                              | e         |           |             |  |
|                                                        |                       | Amplidão da superfície                      | g         |           |             |  |
| Perigo Potencial                                       |                       |                                             | P         |           |             |  |
| Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio           | Normais               | Extintor Portátil                           | n1        |           |             |  |
|                                                        |                       | Hidrantes interiores                        | n2        |           |             |  |
|                                                        |                       | Água de extinção                            | n3        |           |             |  |
|                                                        |                       | Conduta de transporte                       | n4        |           |             |  |
|                                                        |                       | Pessoal instruído                           | n5        |           |             |  |
|                                                        | Medidas Normais       |                                             |           | N         |             |  |
|                                                        | Especiais             | Deteção do fogo                             | s1        |           |             |  |
|                                                        |                       | Transmissão de alerta                       | s2        |           |             |  |
|                                                        |                       | Bombeiros                                   | s3        |           |             |  |
|                                                        |                       | Escalão de Intervenção                      | s4        |           |             |  |
|                                                        |                       | Instalação de extinção                      | s5        |           |             |  |
|                                                        |                       | Evacuação de fumo e calor                   | s6        |           |             |  |
|                                                        | Medidas Especiais     |                                             |           | S         |             |  |
|                                                        | Construção            | Estrutura resistente                        | f1        |           |             |  |
|                                                        |                       | Elementos de Fachadas                       | f2        |           |             |  |
|                                                        |                       | Compartimentação Vertical                   | f3        |           |             |  |
|                                                        |                       | Células Corta-fogo                          | f4        |           |             |  |
|                                                        | Medidas de Construção |                                             |           | F         |             |  |
| Factor de Exposição ao Perigo                          |                       |                                             | B         |           |             |  |
| Perigo de Activação                                    |                       |                                             | A         |           |             |  |
| Risco de Incêndio Efectivo                             |                       |                                             | R         |           |             |  |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                        |                       |                                             | Ph,e      |           |             |  |
| Risco Limite Admissível                                |                       |                                             | Ru        |           |             |  |
| Segurança contra Incêndio                              |                       |                                             | γ         |           |             |  |

### **Carga de incêndio mobiliária $Q_m$ , factor $q$**

Este factor mede-se em  $\text{MJ/m}^2$  de superfície AB do compartimento de incêndio. O método de cálculo aplicado aos edifícios em questão será o seguinte:

- 1º - De acordo com as tabelas do anexo B referentes às cargas de incêndio mobiliárias e factores para diversos usos, retiram-se os valores a considerar para as diferentes utilizações que um piso possa ter;
- 2º - No caso de pisos que tenham dois tipos de usos diferentes terá de ser calculado um valor da  $Q_m$  relativa à combinação entre essas duas utilizações distintas. Assim, conhecida a área de compartimentação e as áreas relativas a ambas as aplicações de usos distintos, devido à análise feita com recurso às plantas do edificado, determina-se para cada uso a sua  $Q_m$  relativa, multiplicando o valor de referência dado pelo anexo pela percentagem de área do uso relativo à área total de compartimentação. Somam-se os dois valores de  $Q_m$ , e obtém-se assim, o valor de  $Q_m$  de cálculo para cada piso com mais do que um tipo de uso;
- Devido aos edifícios não terem compartimentação horizontal nem vertical, será feito um somatório dos valores das cargas de incêndio mobiliárias entre todos os pisos em consideração.

A superfície AB corresponde à área do compartimento de incêndio, que no caso dos edifícios analisados, correspondia à área de implantação dos mesmos, devido a apenas as paredes estruturais que delimitam os edifícios serem consideradas como estruturas de compartimentação, deste modo, cada edifício seria um compartimento de incêndio. A determinação dessas áreas foi feita através da análise das plantas do edificado com recurso ao software informático *AutoCAD 2009*, medindo primeiramente a área exacta (AB), de seguida, pela distância existente entre os pontos intermédios dos dois lados das fachadas, calculou-se o comprimento A, restando depois apenas dividir AB por A para se obter a largura relativa B.

Nos pisos que estão classificados como cave, o valor de referência a aplicar será o relativo a apartamentos pois apesar da designação de cave, estes são compartimentos destinados a habitação como os restantes pisos. O valor de referência destinado à utilização em cave será aplicado a um armazém existente na parcela 7, devido a este estar destinado a funções equivalentes a uma cave. Relativamente à mercearia existente o valor a usar será o referente à alimentação, já que este compartimento destina-se à venda de produtos alimentares. Ainda relativo aos sótãos será usado um valor de  $150 \text{ MJ/m}^2$  devido a não haver informação específica tabelada para os sótãos, e deste modo, considerou-se um valor que corresponderia a metade do valor de referência  $Q_m$  para apartamentos, já que as áreas do sótãos são sensivelmente metade das áreas de implantação dos edifícios.

### **Factor $c$ , $r$ , $k$**

Para estes coeficientes considerou-se que os perigos de toxicidade e fumo eram normais, de acordo com o anexo B já atrás referido e que a combustibilidade dos materiais contribuintes para a carga de incêndio tinha uma avaliação de facilmente combustível.

### **Carga de incêndio imobiliária, factor $i$**

Os elementos das fachadas (essencialmente granito) são incombustíveis, ao passo que as coberturas de todos os edifícios são combustíveis, tal como a estrutura resistente que é uma construção em madeira

bastante combustível. No entanto, o método agrupa elementos das fachadas e coberturas na caracterização a ser feita, sendo que, deste modo, tomou-se em consideração que ambos os elementos seriam incombustíveis, o que não corresponde inteiramente à realidade do edificado.

### **Nível do andar, ou altura útil, do local, factor *e***

Todos os edifícios são do Tipo V (não há compartimentação vertical resultando numa construção de grande volume) e alguns apresentam caves. No entanto essas caves, nomeadamente nas parcelas 2 e 3 são acessíveis pela Travessa da Pena Ventosa, ou seja não se encontram enterradas, pelo que no método, será considerado o cálculo normal relativo a um edifício apenas com pisos superiores às cotas de acesso. O valor do factor *e* a considerar será o mais gravoso entre o valores que podem ser determinados ao considerar o acesso feito pela rua das Aldas e o acesso pela Travessa da Pena Ventosa. Devido a não se verificar qualquer tipo de acessibilidade aos edifícios por parte dos veículos de combate a incêndio por ambos os arruamentos, a analogia referida acima pode ser aplicada com garantias seguras de conformidade.

A mesma metodologia será aplicada ao edifício 7 por ter as mesmas características. Por seu turno, nas parcelas 1, 5 e 8 as caves não são acessíveis e, como tal, já serão consideradas como pisos enterrados.

### **Amplidão da superfície, factor *g***

O valor de *g* correspondente às dez parcelas do edificado é o mesmo pois as áreas de compartimentação são pequenas nunca alcançando os 400 m<sup>2</sup> e como tal será considerado o valor mínimo de *g*.

### **Medidas Normais**

- *n1* – Extintores portáteis – não existem extintores em nenhum dos edifícios;
- *n2* - Hidrantes interiores/postos de incêndio – não existe qualquer tipo de equipamento em nenhuma das parcelas;
- *n3* – Fiabilidade do sistema de abastecimento de água – existência apenas de águas naturais. Para medição da pressão existente nos hidrantes do local considerou-se que para dimensionamento hidráulico, o valor de pressão mínima (em m.c.a.) para abastecimento de água num prédio é dado por  $10 + 4n$  (*n* corresponde ao número de pisos incluindo o térreo). Sendo o edifício mais alto da rua das Aldas formado por  $r/ch + 3$  pisos, *n* corresponde ao valor 4, como tal, a pressão mínima seria igual a 26 m.c.a, ou seja 2,6 bar. Desta form, considerou-se que a pressão da água da rede de abastecimento público no que diz respeito à escolha de decisão da variável pelo método seria superior a 2 bar, segundo os valores tabelados no Quadro B.11 do anexo B.
- *n4* – Comprimento da conduta de transporte – há um hidrante na rua das Aldas que garante uma distancia inferior a 70 m para a entrada de qualquer um dos edifícios;
- *n5* – Pessoal instruído – a população residente não possui qualquer tipo de instrução no combate a incêndios.

### Medidas Especiais

- $s1$  – Detecção do fogo – inexistência de qualquer tipo de detecção;
- $s2$  – Transmissão de alarme – não há qualquer tipo de alarme no local;
- $s3$  – Intervenção – Batalhão de Sapadores Bombeiros de 7.<sup>a</sup> Categoria;
- $s4$  – Escalões de Intervenção – tempo inferior a 15m e ausência de SPE;
- $s5$  – Instalação de extinção – inexistente;
- $s6$  – ECF – não há instalações de desenfumagem em nenhum dos edifícios.

### Medidas inerentes à construção

- $f1$  – Estrutura resistente – Estrutura de madeira com resistência  $< F 30$ .
- $f2$  – Fachadas – a fachada é constituída por granito, sendo então a resistência dos elementos da fachada superior a  $F 60$ ;
- $f3$  – Lajes – em todos os edifícios os elementos horizontais de separação horizontal entre níveis têm classificação  $< F 30$  e as ligações verticais são do tipo V não protegidas;
- $f4$  – não será considerada a existência de células corta-fogo nos edifícios, já que existe a possibilidade de propagação do fogo de uns compartimentos para os outros quer pelas coberturas, quer pelas aberturas existentes nas paredes de granito, onde apoiam as vigas.

#### 5.2.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO MÉTODO DE GREENER

##### 5.2.2.1. CARGA DE INCÊNDIO MOBILIÁRIA DO EDIFICADO

A carga de incêndio mobiliária é um factor que reveste uma enorme importância na análise do risco de incêndio de um edifício. Assim, para as dez parcelas em estudo, este parâmetro foi devidamente calculado, estando os valores apresentados na Figura 5.1.

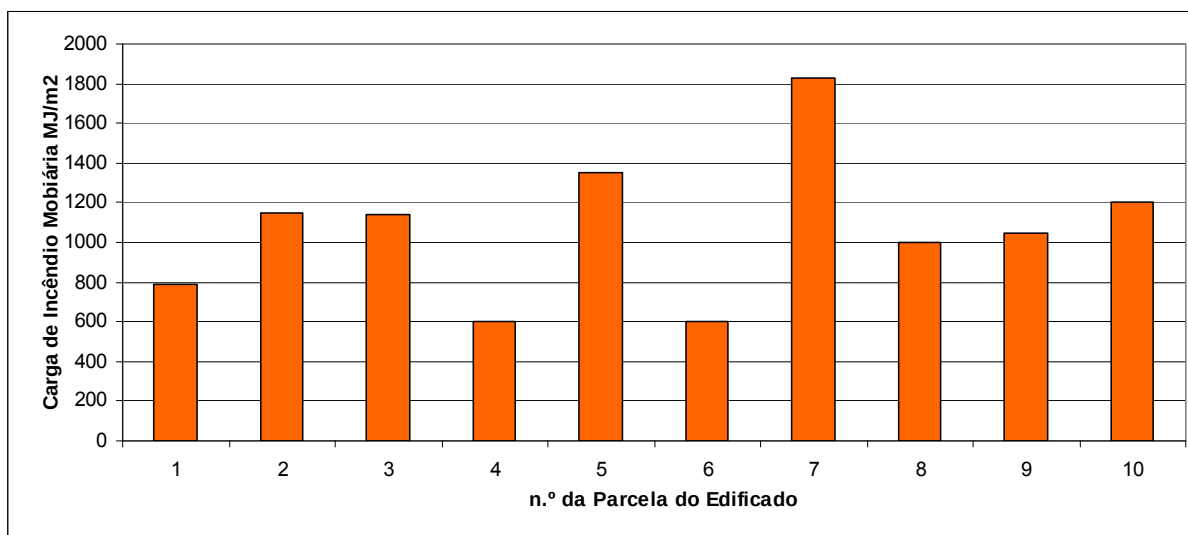


Fig. 5.1 – Variação da Carga de Incêndio Mobiliária do Edifício

O valor mínimo considerado para  $Q_m$  é  $600 \text{ MJ/m}^2$  para os edifícios 4 e 6, enquanto o valor máximo é de  $1830,28 \text{ MJ/m}^2$  para a parcela 7 do Quarteirão.

#### 5.2.2.2. PERIGO POTENCIAL INERENTE AOS EDIFÍCIOS

O Perigo Potencial de cada edifício é dado pela multiplicação dos seguintes factores:

- Carga de incêndio mobiliária ( $q$ );
- Combustibilidade ( $c$ );
- Perigo de fumo ( $r$ );
- Perigo de corrosão/toxicidade ( $k$ );
- Carga de incêndio imobiliária ( $i$ );
- Nível do andar ou altura útil do local ( $e$ );
- Amplitude da superfície ( $g$ ).

O valor mínimo obtido, e como se apresenta nos quadros de cálculo do anexo A, é de 0,75, enquanto o valor máximo ultrapassa o valor de 1,45. Como se observa na Figura 5.2, o valor mínimo é verificado para as parcelas 4 e 6, que já anteriormente detinham o menor valor de  $Q_m$ , e por seu lado, a parcela 7 possui o valor mais elevado em consonância também com o máximo verificado para a carga de incêndio mobiliária.

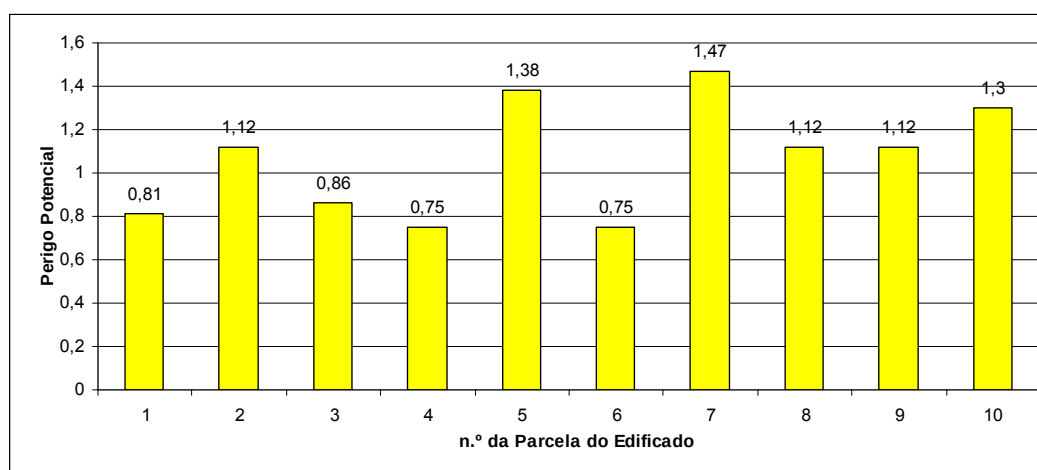


Fig. 5.2 – Variação do Perigo Potencial para os diversos edifícios

#### 5.2.2.3. MEDIDAS NORMAIS, ESPECIAIS E INERENTES À CONSTRUÇÃO

Este conjunto de valores, diz respeito às condições de combate a incêndio no local, aos equipamentos e meios disponíveis de SCI no edificado e também à construção dos edifícios. Derivado às semelhanças verificadas, na actualidade, nestes itens entre todos os edifícios em estudo, os valores correspondentes a todas estas medidas no cálculo do Método de Gretener serão iguais para todos os edifícios. Assim, os valores só irão sofrer alterações mediante a aplicação de medidas a cada edifício em particular, propostas mais a frente.

#### 5.2.2.4. RISCO DE INCÊNDIO EFECTIVO

O risco de incêndio efectivo está relacionado directamente com o índice de segurança contra incêndio do edifício. Assim, quanto menor o coeficiente de SCI, maior o risco efectivo e vice-versa. No Quarteirão das Aldas, a parcela 7 apresenta o maior índice de risco incêndio efectivo, rondando 2,5 unidades, enquanto, os edifícios 4 e 6 têm o valor mais baixo (1,28). Os cálculos relativos a estes valores estão apresentados nos quadros do anexo A.

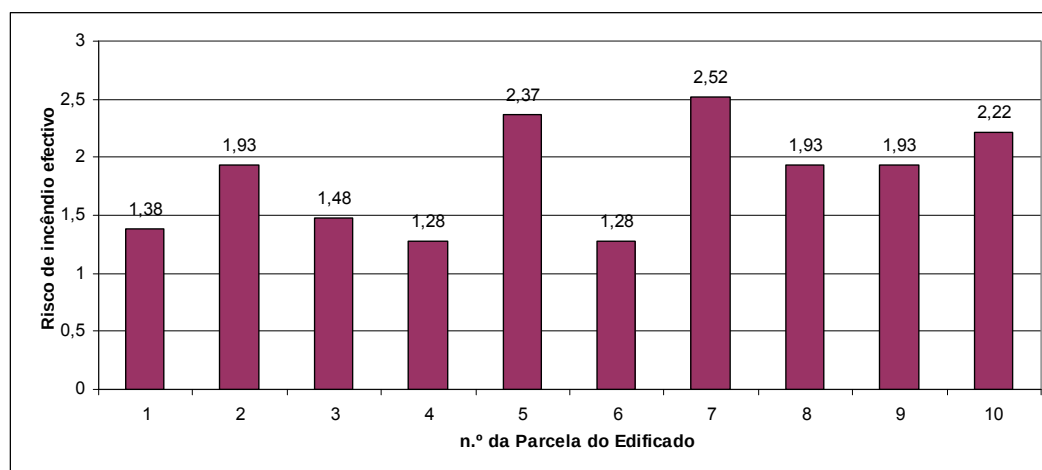


Fig. 5.3 – Variação da Exposição ao Risco de Incêndio Efectivo do Edificado

#### 5.2.2.5. COEFICIENTES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO EDIFICADO

Pela elaboração do cálculo do Método de Gretener aplicado ao edificado em estudo, foram obtidos diversos valores correspondentes a cada uma das parcelas, sendo que alguns edifícios acabam por se encontrar actualmente em condições de SCI pois apresentam coeficientes iguais ou superiores ao valor mínimo aceitável ( $\gamma = 1$ ) de segurança contra incêndio. (ver anexo A)

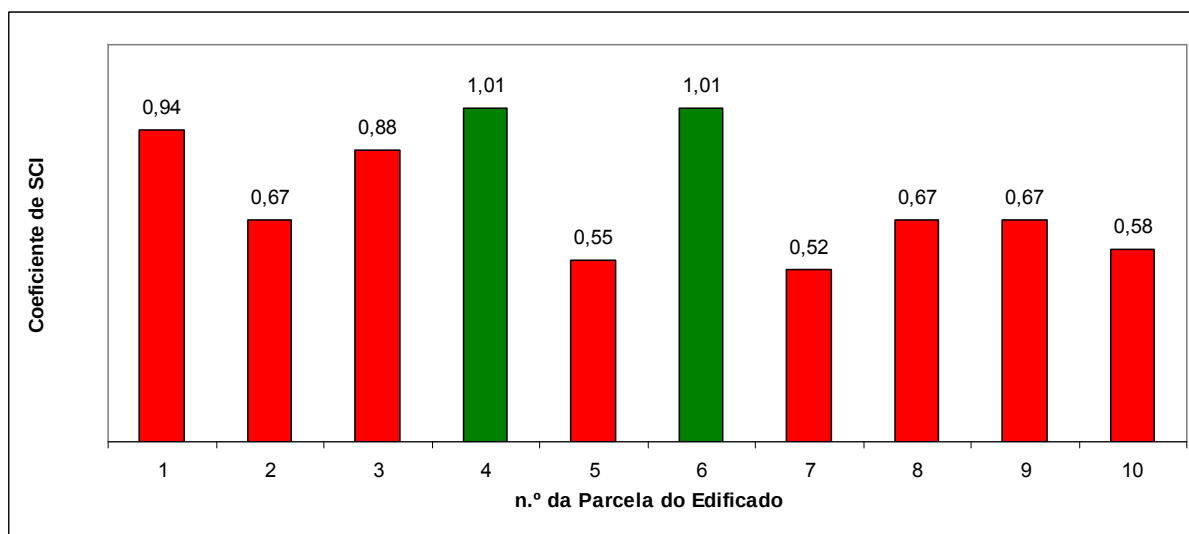


Fig. 5.4 – Coeficientes de SCI dos edifícios em estudo

Pela análise da Figura 5.4 se depreende que os edifícios 4 e 6 estão em condições de segurança contra incêndio, pelo que o cálculo do Método de Gretener teve de ser necessariamente reformulado, com a alteração dos parâmetros relativos aos equipamentos de combate a incêndio de forma a se poder obter valores de  $\gamma$  acima da unidade, para as restantes parcelas.

Sendo o objectivo do trabalho, analisar o estado actual de SCI do Quarteirão e propor medidas de intervenção de forma a aumentar esses níveis, as primeiras medidas tomadas em conta, serão aquelas de curto prazo, de fácil e económica implementação, e relacionadas especificamente com o combate ao incêndio. Serão apenas aplicadas medidas aos edifícios 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9 e 10, por não estarem em condições de segurança. (ver cálculos apresentados nos quadros do anexo A)

De referir desde já, que uma das premissas apontadas neste trabalho, seria a importância relativa à consciencialização das pessoas para os riscos de incêndios e à formação a ser dada aos moradores dos edifícios. Deste modo, uma das medidas a preconizar em todos os edifícios onde não se verifica o nível mínimo de SCI, será a instrução e formação a dar aos moradores para o manuseamento dos equipamentos de combate a incêndio a serem instalados nos edifícios. Além disto, é necessário que as pessoas passem a ter conhecimento das suas obrigações em caso de incêndio, devendo ainda conhecer as possibilidades de evacuação e de salvamento. Fica assim salvaguardado que a aplicação da medida normal ( $n_5$ ) relativa ao pessoal instruído será feita nas oito parcelas onde não é verificada a SCI.

Nos edifícios 1 e 3 bastará a colocação de extintores portáteis de forma a ser verificada a condição de SCI dada pelo Método de Gretener.

Relativamente às parcelas 2, 8, 9 e 10 para além da colocação de extintores portáteis nas habitações, seria ainda necessária a colocação de hidrantes interiores/bocas-de-incêndio armadas de forma a se apresentarem seguros os edifícios quanto ao nível de risco de incêndio.

Conclui-se então que para as seis parcelas anteriores, bastariam ser tomadas medidas normais para tornar o nível de risco aceitável.

Apenas nos edifícios 5 e 7, seria necessário implementar medidas especiais pois são estes que apresentam coeficientes de SCI mais baixos. No entanto, seria suficiente aplicar apenas uma medida, nomeadamente, instalar nos edifícios um sistema de desenfumagem mecânica (ECF).

Com as acções de intervenção levadas a cabo nos edifícios relativamente a equipamentos e medidas de SCI, todos os edifícios passaram a estar seguros (ver anexo A), respeitando desta forma, as exigências dadas pelo Método de Gretener (Figura 5.5).

Estas medidas são de fácil aplicação, podendo ser levadas a cabo num curto prazo, garantindo desde logo maior segurança contra incêndio nos edifícios.

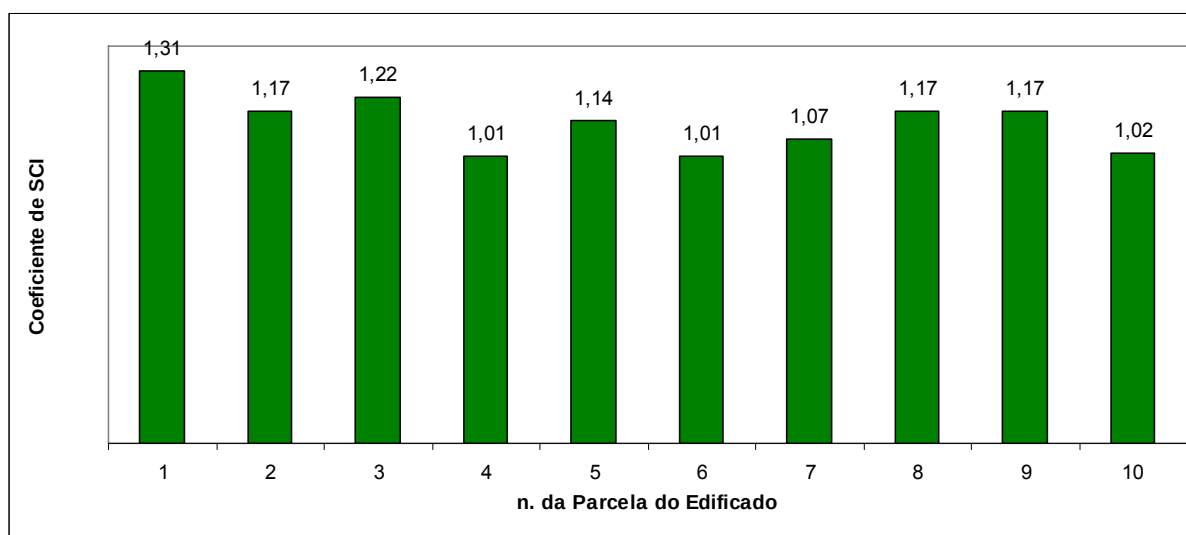


Fig. 5.5 – Coeficientes de SCI dos edifícios em estudo após intervenção de melhoria de SCI

De forma a se poder concluir acerca da importância da instrução e da formação das pessoas no combate ao incêndio, optou-se por considerar a aplicação de novas medidas nos edifícios sem existir, no entanto, uma formação e consciencialização a ser dada aos moradores. Ou seja, isto pretendia mostrar se o melhoramento do factor  $n_5$ , relativo à instrução dos moradores seria efectivamente muito

importante e teria um elevado peso, ao ponto de não haver a necessidade de serem aplicadas mais medidas de intervenção nos edifícios, para além, das apontadas anteriormente.

As medidas a preconizar nos edifícios não considerando então a aplicação da medida destinada à instrução dos moradores ( $n5$ ) estão apresentadas no quadro 5.1.

Quadro 5.2 – Medidas de Intervenção e de SCI a aplicar no edificado

| <b>Edifício</b> | <b>Medidas de Intervenção e de SCI</b>                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>        | Extintores Portáteis                                                       |
| <b>2</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF                       |
| <b>3</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores                                |
| <b>4</b>        | Não são necessárias ( $\gamma \geq 1$ )                                    |
| <b>5</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF + Sistema de detecção |
| <b>6</b>        | Não são necessárias ( $\gamma \geq 1$ )                                    |
| <b>7</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF + Sistema de detecção |
| <b>8</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF                       |
| <b>9</b>        | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF                       |
| <b>10</b>       | Extintores Portáteis + Hidrantes interiores<br>+ ECF + Sistema de detecção |

Pelo quadro 5.1 verifica-se que seria necessário implementar nos edifícios uma maior quantidade de medidas contra o desenvolvimento de incêndio. Se para o caso anterior, no qual se considerou que as pessoas seriam sensibilizadas e instruídas de forma a poderem agir correctamente em caso de incêndio, apenas para um edifício seria necessário tomar-se uma medida mais complexa, caso da instalação de desenfumagem mecânica, já nesta nova situação, essa medida teria de ser aplicada a seis parcelas, havendo ainda a necessidade de em três delas colocar um sistema de detecção de incêndio.

Ora, por aqui se mostra que a instrução e formação a ser dada às pessoas é efectivamente muito importante, e faz com que não seja necessária a aplicação de tantas medidas de combate a incêndio.

### 5.3. APLICAÇÃO DO FIRE RISK INDEX METHOD (FRIM)

#### 5.3.1. APRESENTAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Neste subcapítulo será feita a apresentação das tomadas de decisão na escolha das variáveis relativas à aplicação do cálculo do FRIM. Para todos os parâmetros de análise será dada uma justificação relativa à classificação atribuída a cada um deles, usada para o procedimento da metodologia de cálculo.

O cálculo do FRIM foi efectuado com recurso a uma folha de cálculo do *software* informático *Microsoft Excel* apresentada seguidamente.

Quadro 5.3 – Folha de Cálculo para a Aplicação do FRIM (“Microsoft Excel”)

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |  |                        |  |        |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|--|------------------------|--|--------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |  |                        |  |        |
| Parcela 1                                                  |       |                 |  |                        |  |        |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |  | Nível após Intervenção |  | Pesos  |
| Parâmetros                                                 |       |                 |  |                        |  |        |
| P1                                                         |       |                 |  |                        |  | 0,0576 |
| P2                                                         |       |                 |  |                        |  | 0,0688 |
| P3                                                         | P3a   |                 |  |                        |  | 0,0681 |
|                                                            | P3b   |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P3c   |                 |  |                        |  |        |
| P4                                                         |       |                 |  |                        |  | 0,0666 |
| P5                                                         | P5a   |                 |  |                        |  | 0,0675 |
|                                                            | P5b   |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P5c   |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P5d   |                 |  |                        |  |        |
| P6                                                         | P6a   |                 |  |                        |  | 0,0698 |
|                                                            | P6b   |                 |  |                        |  |        |
| P7                                                         |       |                 |  |                        |  | 0,0473 |
| P8                                                         | P8a   |                 |  |                        |  | 0,0492 |
|                                                            | P8b   |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P8c   |                 |  |                        |  |        |
| P9                                                         |       |                 |  |                        |  | 0,0515 |
| P10                                                        |       |                 |  |                        |  | 0,0396 |
| P11                                                        |       |                 |  |                        |  | 0,0609 |
| P12                                                        |       |                 |  |                        |  | 0,063  |
| P13                                                        |       |                 |  |                        |  | 0,0512 |
| P14                                                        | P14a  |                 |  |                        |  | 0,062  |
|                                                            | P14b  |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P14c  |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P14d  |                 |  |                        |  |        |
| P15                                                        | P15a  |                 |  |                        |  | 0,063  |
|                                                            | P15b  |                 |  |                        |  |        |
| P16                                                        | P16a  |                 |  |                        |  | 0,061  |
|                                                            | P16b  |                 |  |                        |  |        |
|                                                            | P16c  |                 |  |                        |  |        |
| P17                                                        |       |                 |  |                        |  | 0,0558 |
| Somatório                                                  |       |                 |  |                        |  | 1      |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |  |                        |  |        |

### **P1 – Materiais de revestimento dos compartimentos**

Em todos os edifícios o pior material de revestimento que se encontra é madeira de baixa densidade.

### **P2 – Sistemas de extinção**

Em nenhuma das parcelas se verifica qualquer sprinkler ou equipamento de extinção.

### **P3 – Serviços de Bombeiros**

Na zona há uma boa capacidade de resposta dos sistemas de incêndio, com equipamento de combate a incêndio, aparelho de protecção respiratória e escadas exteriores de salvamento. O tempo de resposta é inferior a 5m, devido à existência de um quartel de bombeiros junto à estação de São Bento, destinado desde logo, a uma rápida intervenção na zona histórica. No entanto ao nível das acessibilidades, a média será de menos de uma janela por habitação acessível por escada de bombeiros ou de serviço.

### **P4 – Compartimentação**

Todos os compartimentos em estudo apresentam uma área inferior a 100 m<sup>2</sup>, como tal estarão distribuídos por dois níveis de classificação.

### **P5 – Resistência ao fogo dos elementos de compartimentação**

Em todos os edifícios a resistência ao fogo dos elementos de compartimentação (EI) é superior a 60 pois tratam-se de paredes de granito, e relativamente ao parâmetro P5b, a estrutura é em madeira com espaços fechados e sem elementos corta-fogo. Existem atravessamentos sem selagens corta-fogo entre compartimentos de incêndio, onde apoiam as vigas que suportam as lajes, e quer a estrutura de separação (granito) quer a estrutura de isolamento são incombustíveis.

### **P6 – Portas**

Em qualquer dos edifícios as portas que conduzem a vias de evacuação ou as portas das vias de evacuação têm uma classificação de EI <EI 15.

### **P7 – Janelas**

As classes das janelas são <E15 e relativamente à distância na vertical entre as janelas, verificam-se as duas situações, ou seja,  $R < 1$  e  $R \geq 1$ . No entanto, para todos os edifícios, a maioria das situações corresponde a  $R < 1$ , sendo então  $R < 1$  a consideração feita para a classificação do parâmetro.

### **P8 – Fachadas**

Nos edifícios, por observação das fachadas, quantificou-se a percentagem de combustibilidade das fachadas entre 20 e 40 %, não havendo material combustível acima das janelas nem espaços vazios entre os elementos de suporte da fachada e o revestimento.

### **P9 – Sótão**

Existem sótãos nas parcelas 5 e 9, mas sem qualquer tipo de prevenção de propagação de incêndio.

### **P10 – Edifícios adjacentes**

Pela análise dos edifícios verificou-se que o fogo facilmente se poderá propagar de um edifício para um outro adjacente pois, a estrutura de separação de granito apoia as vigas de madeira dos pavimentos que têm continuidade de uns edifícios para os outros, devido a existência de aberturas. Além do mais, pela cobertura o fogo facilmente se poderá propagar para edifícios vizinhos, como tal, considerou-se  $D < 6m$ .

#### **P11 – Sistema de controlo de propagação de fumos**

Não existe em nenhum edifício qualquer sistema de controlo de fumos.

#### **P12 – Sistemas de detecção**

Inexistência de detectores no fogo ou nas vias de evacuação em qualquer dos edifícios.

#### **P13 – Sistema de alarme**

Não se verifica nenhum tipo de equipamento e sistemas para transmissão de alarme de incêndio em qualquer das parcelas.

#### **P14 – Vias de evacuação**

Nos edifícios a escadaria pode ser utilizada como via de evacuação e uma janela em cada edifício poderá ser utilizada como via de evacuação. A distância máxima a uma via de evacuação em todos os fogos é inferior a 10m, em todos os edifícios o número de pisos não ultrapassa três andares e não há mais do que 3 fogos por pisos ligados a uma via de evacuação.

#### **P15 – Estrutura – Carregamento - Escoramento**

Devido a estrutura dos edifícios ser de madeira a sua carga máxima suportável será baixa quando exposto ao fogo, como tal Load-Bearing Capacity (LBC) <R30. Relativamente à parte combustível, tanto os elementos da estrutura como os isolamentos são combustíveis.

#### **P16 – Manutenção e informação**

Nos edifícios qualquer género de inspecção é realizado a mais de cada 3 anos e, além disso, não há registos de qualquer informação escrita e exercícios efectuados no local.

#### **P17 – Sistemas de ventilação**

Nos dez edifícios constituintes do quarteirão não há qualquer tipo de sistema de ventilação /desenfumagem para a prevenção para a propagação de fumos.

### **5.3.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO FRIM**

No FRIM, apenas dois parâmetros de input irão sofrer alterações entre os edifícios, sendo a área de compartimentação e a existência de sótão, as características do edificado em questão. No Quarteirão todos os edifícios têm uma área de compartimentação inferior a 100 m<sup>2</sup>, sendo que em alguns edifícios, os valores para a área de compartimentação chega a ser inferior a 50 m<sup>2</sup>, como tal, estas parcelas serão classificadas com valor de 5, em contrapartida na avaliação dada aos restantes edifícios, nos quais, o valor de P4 será de três unidades. Nos edifícios com sótão será aplicado o valor de 2 para o parâmetro respectivo, enquanto que nos restantes será o valor de 5 unidades.

Nas restantes variáveis, o nível dado a cada uma delas será igual entre todos os edifícios, fazendo com que a variação dos índices de risco de incêndio dos edifícios seja bastante ténue. (Figura 5.6)

Deste modo, logo numa primeira fase, foi de prever que através da aplicação deste método, as medidas de melhoramento a implementar nos edifícios, em caso de necessidade, seriam expansivas a todos eles de igual modo, ou pelo menos, bastante aproximado, diferenciando pouco os edifícios entre eles.

No entanto, dadas as edificações serem bastante antigas, não respeitando quaisquer disposições regulamentares, construídas com materiais que se encontram já bastante degradados na maioria dos casos, é de prever que a segurança contra incêndio seja baixa, o que realmente é traduzido pela análise

da Figura 5.6. Deste modo, e numa primeira consideração, poder-se-á dizer que a análise ao risco de incêndio feita pelo método de FRIM para este caso é mais realista e deverá traduzir melhor a actual realidade actual que se verifica no Quarteirão.

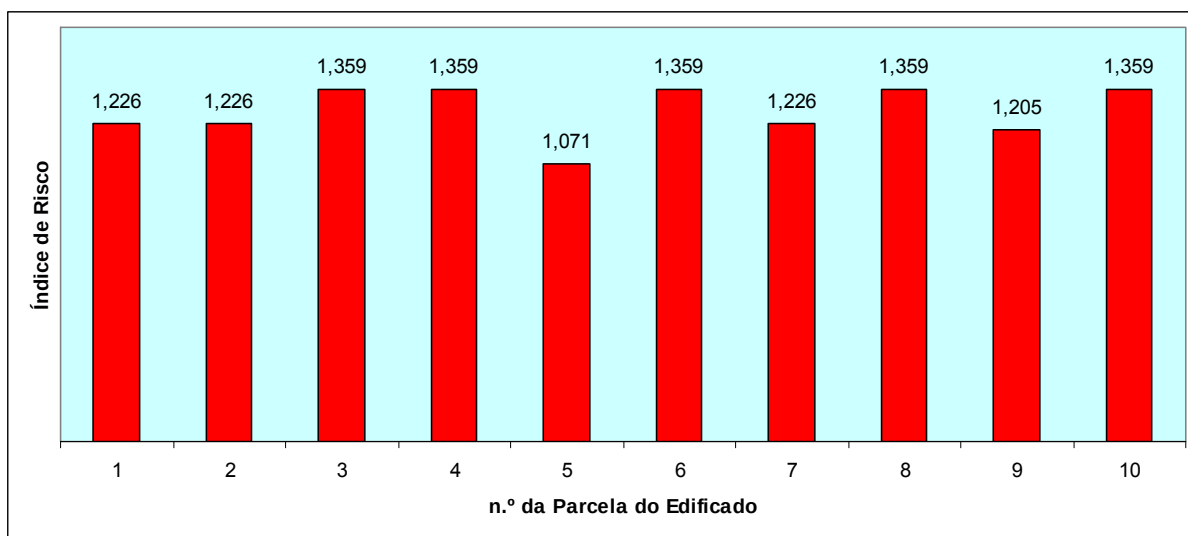


Fig. 5.6 – Variação do Índice de Risco dos edifícios

Os valores dados pelo FRIM são demasiados baixos, visto que este compreende uma escala entre 0 e 5, na qual no intervalo entre  $[0; 2,50]$ , o risco de incêndio não é aceitável. O valor mais alto situa-se no valor de 1,359, o que é claramente negativo, não sendo satisfeitas as condições de segurança contra incêndio. Tentou-se então, aplicar correcções aos edifícios semelhantes aquelas que se tomaram para o Método de Gretener. Assim, o objectivo será verificar se aplicando algumas medidas que visem os mesmos aspectos de melhoramento já abordados na aplicação do Método de Gretener, aliadas a outras medidas que não digam respeito à alteração de qualquer tipo na construção conduzirão a níveis de segurança satisfatórios, no caso do FRIM.

Numa primeira fase, de forma a se poder estabelecer uma comparação com o Método de Gretener teve-se como objectivo revisar no FRIM apenas os parâmetros que corresponderiam às mesmas medidas tomadas no Método de Gretener. A aplicação das medidas é igual para todos os edifícios e corresponde à colocação de extintores, à instrução aos moradores e à colocação de sistema de evacuação de fumos. Os parâmetros então inicialmente revisados são apenas **P2**, **P16c** e **P17**.

Através da implementação destas medidas os índices de risco dos edifícios apresentam um ligeiro acréscimo, sendo que, no entanto, nenhuma das parcelas ainda se encontra com risco aceitável. O máximo valor registado é de 2,083 unidades para as parcelas 3, 4, 6, 8 e 10. Desta forma, terá de ser considerada a implementação de mais medidas de intervenção no edificado de afim de se corrigirem os índices de risco.

Como sequência desta consideração, os parâmetros **P2**, **P11**, **P12**, **P13**, **P14c**, **P16a**, **P16b**, **P16c** e **P17**, que antes da aplicação das medidas correctivas eram todos de nível 0, após correcção considerou-se que todos eles passariam a ser classificados com o nível máximo, ou seja, cinco unidades (5). (ver anexo A)

Em relação aos sistemas de extinção (**P2**), de forma a poder ser avaliado com o nível 5, teve-se de tomar uma decisão quanto ao tipo de instalação de equipamentos a dotar nos edifícios. Deste modo, a aplicação de um sistema automático de sprinklers destinado à extinção de incêndios de classe de risco

ligeiro, quer nas habitações, quer nas vias de evacuação, complementada com a colocação de equipamento portátil de extinção por piso seria a solução a preconizar, em cada um dos edifícios.

Os edifícios não possuem qualquer sistema de controlo de propagação de fumos, assim sendo, será necessário um sistema automático de pressurização e ventilação natural para retirar o fumo, como forma de corrigir este aspecto deficitário, passando o parâmetro **P11** a possuir a máxima classificação.

Outra medida a levar a cabo nos edifícios, será dotar os mesmos de um sistema de detecção eficaz de forma a corrigir **P12**. A instalação de um detector de fumo por fogo e em todas as vias de evacuação com nível de eficácia classificado em detector de rede será suficiente de forma a garantir total resolução deste problema. Esta medida encontra-se relacionada com P2, visto que a instalação de sprinklers também contempla a detecção do incêndio.

O sistema de alarme a preconizar será de sinal luminoso e sinal sonoro de mensagem. O sinal terá de ser enviado a todo o edifício ou pelo menos a grande parte deste de forma a ser totalmente eficaz. Deste modo, estará revisado o parâmetro **P13**.

Os edifícios devem ser munidos com equipamentos de sinalização de orientação com iluminação. Além disto, a iluminação geral deve estar permanentemente ligada e tem de existir iluminação de emergência, exigência dada por **P14c**.

No edifício, a manutenção dos sistemas de segurança contra incêndios deve ser efectuada pelo menos duas vezes por ano e a inspecção das saídas de evacuação deverá ser realizada pelo menos uma vez por mês. Por seu lado, em todos os edifícios é necessário colocar devidamente um conjunto de informação escrita acessível a todos os moradores, bem como, realizar exercícios de extinção e evacuação regularmente. Como consequência destas melhorias, o parâmetro **P16** será avaliado em cinco unidades.

Por último, a ultima medida a levar a cabo nos edifícios será a instalação de um sistema individual de ventilação para cada compartimento de incêndio, revisando desta forma **P17**.

Deste modo, só através da implementação de todas estas medidas, os valores do índice de risco dos edifícios passarão a ser positivos situando-se agora nas 3 unidades (Figura 5.7), o que comprova que as medidas de melhoria a preconizar nos edifícios são suficientes para se garantir um razoável nível de segurança contra incêndio.

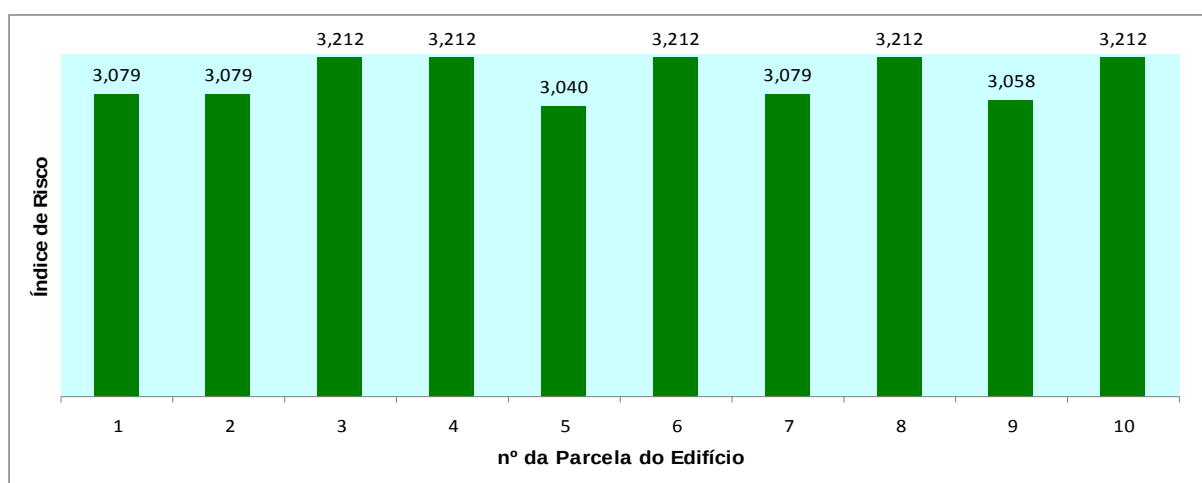


Fig. 5.7 – Variação do Índice de Risco dos edifícios após correcção de parâmetros

Dadas as diferenças nos resultados obtidos pela aplicação de ambas as metodologias de cálculo torna-se necessário tomar algumas considerações e comparações entre os métodos de forma a poder ser entendida esta divergência de valores. Seguidamente será feita essa análise comparativa entre os métodos, apresentando-se também algumas limitações que podem ser apontadas.

#### **5.4. ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS E APRESENTAÇÃO DAS SUAS LIMITAÇÕES**

De acordo com os resultados obtidos pela aplicação dos dois métodos de análise de risco para os níveis de SCI das edificações podem ser estabelecidas algumas comparações entre as duas metodologias.

Em primeiro lugar, nota-se relativa diferença no que respeita à classificação atribuída pelos dois métodos à segurança contra incêndio dos edifícios, pelo que no FRIM todas as parcelas apresentam um valor bastante negativo de SCI, enquanto que o Método de Gretener atribui classificação positiva a duas parcelas, e mesmo nos restantes edifícios com valores negativos, existem algumas parcelas em que o índice negativo de segurança contra incêndio não é tão preocupante comparando com a totalidade das parcelas avaliadas pelo FRIM.

Esta divergência de resultados pode ser explicada por diversos factores inerentes à aplicação dos métodos, de entre os quais, se apresenta o factor relativo à amplidão de superfície ( $g$ ) considerado por Gretener, que difere bastante dos intervalos considerados para as áreas de compartimentação relativas ao FRIM. Assim, pelo Método de Gretener, o valor mínimo tabelado para a área de compartimentação é de 400 m<sup>2</sup>, enquanto que o FRIM contempla na sua metodologia uma atribuição de classificação para áreas de compartimentos inferiores a 50 m<sup>2</sup>. Esta diferença assenta no fim primordial para que foram elaborados os dois métodos, ou seja, o Método de Gretener tinha como finalidade original a sua aplicação a pavilhões industriais de grande superfície, pois foi criado de forma a poder calcular prémios de seguros, seguros esses que dificilmente seriam justificados em pavilhões mais pequenos, o que fez com que as áreas mínimas já referidas anteriormente fossem de relativa grandeza. Por seu turno, o Fire Risk Index Method foi criado e desenvolvido para avaliar quanto ao risco de incêndio, edifícios de vários pisos com pavimentos em madeira e divisórias verticais em tabique, indo de encontro as características do quarteirão em estudo neste trabalho. Desta forma, estão abordadas áreas de compartimentação menores, mais realistas para o cenário de edifícios habitacionais, o que se traduz numa análise mais sensata sob este ponto de vista.

Ainda relativo ao método de Gretener, e acerca do factor de amplidão de superfície, se alguns edifícios apresentam índices positivo de SCI, isto deve-se basicamente a este mesmo factor, já que é sempre atribuído a todos os edifícios o valor de  $g = 0,4$ , o que reduz bastante o perigo potencial das edificações. O método assume assim que as áreas são muito pequenas, e que, deste modo, beneficiam muito a segurança, no entanto, esta interpretação apenas faz sentido quando se coloca este nível de grandeza dentro de uma gama aplicada a pavilhões e a construções de outra índole que apresentem por norma valores de áreas de compartimentação bastante elevadas. Transpondo estes valores das áreas de compartimentação dos edifícios do quarteirão para uma realidade de construções habitacionais, os níveis de grandeza dessas mesmas áreas já seriam mais elevados indo mais ao encontro com a ordem de grandeza dada pelo FRIM.

O FRIM não aborda a questão do número de pisos do edifício, ao contrário do método de Gretener, podendo então ser aqui apontada uma limitação a esta metodologia de cálculo. O valor relativo às cargas de incêndio mobiliárias pelo FRIM não se encontra especificado, a avaliação é feita tendo apenas em conta a descrição alguns materiais constituintes e percentagens de produtos combustíveis, o

que não será tão exacto como no método de Gretener, em que as cargas de incêndio mobiliárias são efectivamente valores tabelados. No entanto, e apesar do Método de Gretener tabelar estes valores, isto também poderá ser visto como limitação, pois não se devem generalizar as cargas de incêndio restringindo a análise ao tipo de uso do compartimento.

Ambos os métodos não prevêem no seu cálculo as condições de instalação e/ou armazenamento de energia eléctrica e de gás, que são focos muito perigosos para a eclosão de um incêndio. O Método de Gretener inclusive já assume que todas as disposições regulamentares relativas a esse tipo de instalações são cumpridas, o que não vai está de acordo com a situação existente no Quarteirão.

Em relação às acessibilidades ao local, o FRIM faz alusão a esse aspecto, ao contrário do Gretener que não engloba esses factores de extrema importância para a intervenção dos bombeiros, no seu cálculo.

O método de Gretener não considera a distância entre edificações adjacentes, não prevendo, deste modo, a possibilidade de propagação do incêndio entre estas, ao contrário do FRIM. Esta vertente tem especial importância na análise do Quarteirão das Aldas, visto a construção ser em banda, ou seja, a edificação é contígua, aumentando os riscos de propagação de incêndio entre edifícios.

O método de Gretener não inclui no seu cálculo, ao contrário do FRIM, parâmetros relativos à sinalização e iluminação das vias de evacuação, nem mesmo à existência das próprias vias, à construção de planos de emergência, bem como qualquer outro tipo de informação escrita para os moradores. Como é óbvio, estes aspectos são muito importantes para a segurança de um edifício, o que leva a considerar que o método de Gretener se encontra bastante limitativo neste aspecto, pois o Método de Gretener parte do princípio que as regras gerais de segurança do edifício são respeitadas, no que concerne às suas características geométricas e ao seu relacionamento com os edifícios envolventes, assim como a protecção e evacuação dos seus ocupantes se encontra garantida, o que não se verifica no Quarteirão das Aldas.

Ao contrário do método de Gretener, o FRIM não prevê a existência de hidrantes no local, de reservatórios destinados ao combate ao incêndio ou os níveis de pressão de água existente. Pode ser apontada assim como uma lacuna do FRIM esta omissão, já que estes elementos de combate a incêndio são muito importantes na extinção de um sinistro.

O Método de Gretener, desenvolvido para construções que detinham maioritariamente um uso industrial, prevê apenas o risco associado ao património, omitindo por este facto, muitos parâmetros relativos à segurança dos moradores, considerados pelo FRIM. Obviamente, que para o caso em estudo, esta é uma forte limitação, dado o edifício ser habitacional e deve estar contemplado pelos cálculos do risco associado às pessoas.

Abordando novamente o FRIM, existem alguns parâmetros que podem ser alterados de forma abusiva por parte dos utilizadores, sem que permaneça a lógica e o bom senso, podendo dar-se o exemplo, entre o parâmetro P12, que se refere ao sistema de detecção, e o P13 referente ao sinal emitido. Obviamente que ao ser aplicado o método, deverá existir uma concordância lógica entre estes parâmetros, visto que, nunca faria sentido atribuir classificação máxima ao sistema de detecção e, ao mesmo tempo, mínima na transmissão de sinal, não sendo dado então nenhum sinal de alerta. No entanto, este aspecto de divergências na aplicação dos parâmetros só pode ser realmente entendido como uma falha do método se existir uma utilização abusiva do mesmo, sem que haja qualquer sensibilidade na escolha de decisão das variáveis.

Fazendo um balanço desta comparação entre as metodologias aplicadas ao Quarteirão das Aldas, o método de Gretener encontra-se mais limitativo, pois não tem em conta muitos factores importantes para a segurança contra incêndio das habitações, apenas tomados em linha de conta pelo FRIM. Vendo

a realidade da construção do edificado, que não apresenta quaisquer diligências relativamente à regulamentação de SCI e é já bastante antiga e algo degradada, não seria de prever níveis satisfatórios de SCI em qualquer dos edifícios, o que vai contra a classificação atribuída pelo Método de Gretener para duas das dez parcelas do edificado, ao apresentarem coeficientes de segurança superior a 1. Todavia, no FRIM todos os edifícios estão em condições deficitárias de SCI, estando mesmo todos os índices dos edifícios bastante afastados de um nível mínimo aceitável (2,50).

Por estas razões, acredita-se que o FRIM será o método mais fiável para este caso, aquele que traduz de uma forma mais verdadeira e realista o nível de segurança contra incêndio dos edifícios. Ao analisar o edificado por este método, e em comparação com o método de Gretener, teriam de ser tomadas mais medidas de intervenção e de segurança contra incêndio de forma a serem alcançados níveis satisfatórios, indo mais de acordo com a realidade actual dos edifícios do Quarteirão, que apresentam muitos poucos recursos de combate a incêndio, os quais devem ser aumentados.

A Carta de Risco de Incêndio no CHP apresentada em Segurança contra Incêndio em Edifícios no Centro Histórico do Porto, Rodrigues[1], classifica os arruamentos do CHP segundo três níveis de grau de risco (Baixo, Intermédio e Elevado). Parte dessa Carta de Risco (Figura 5.8) integra os arruamentos onde se insere o edificado em estudo neste trabalho. Na Carta, as ruas das Aldas e Pena Ventosa têm um nível intermédio de grau de risco, enquanto o outro arruamento adjacente ao edificado está sinalizado a vermelho (elevado grau de risco). Esta análise vai de acordo com os níveis de classificação de risco de incêndio do quarteirão obtidos neste trabalho, onde o edificado em estudo apresenta, em geral, um índice do risco de incêndio intermédio ou elevado.



Fig. 5.8 – Carta parcial de Risco de Incêndio no CHP com indicação a contorno azul da zona onde se insere o Quarteirão das Aldas

# 6

## PROPOSTA DE MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E DE SEGURANÇA PARA O EDIFICADO

### 6.1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visou analisar quanto ao risco de incêndio um conjunto de edifícios de um quarteirão da Sé do Porto, sendo que, o âmbito desta mesma análise não se limita somente a avaliar esse risco, como também, apontar quais as soluções e medidas de intervenção e de segurança que poderão ser adequadamente aplicadas ao edificado de forma a reduzir o risco.

As medidas apresentadas neste capítulo revestem-se de prazos de aplicação diferentes ao edificado de forma a ser notados os benefícios inerentes à sua implementação. Medidas de SCI de fácil implementação podem ser executadas no imediato ou curto prazo, ao contrário de outras que implicam mais custos e tempos de implementação, pelo que devem ser delineadas apenas no médio ou longo prazo.

Seguidamente serão apresentadas as medidas e acções a aplicar nos edifícios e na sua envolvente no âmbito de alcançar cinco objectivos distintos:

- Reduzir os riscos de eclosão do incêndio;
- Reduzir o risco de colapso de elementos com função de suporte e/ou compartimentação;
- Limitar a propagação do incêndio (fumos e chamas);
- Permitir a evacuação rápida e segura dos edifícios;
- Facilitar a intervenção dos bombeiros.

### 6.2. MEDIDAS PARA LIMITAR A ECLOSÃO DO INCÊNDIO

Deve ser reduzida ao máximo a probabilidade de se iniciar um incêndio e, para que tal possa ser uma realidade nos edifícios do quarteirão, várias medidas devem ser tomadas.

Aquando da visita ao interior dos edifícios, verificou-se que as instalações eléctricas eram bastante deficitárias, potenciando bastante um início de incêndio. As más condições das instalações eléctricas são então umas das principais causas de incêndio, não cumprem quaisquer disposições regulamentares, encontram-se revestidas com vernizes facilmente inflamáveis e estão expostas pelas paredes sem qualquer tipo de protecção. Ora, facilmente se pode gerar um curto-circuito ou sobrecargas eléctricas e, como consequência da localização das mesmas instalações, um incêndio rapidamente poderá eclodir. Como forma de ultrapassar este problema, deverão ser efectuadas vistorias periódicas às

instalações por técnicos da especialidade, procedendo mesmo à substituição das instalações eléctricas sempre que seja estritamente necessário.

O quarteirão é dotado de uma rede de infra-estrutura de gás canalizado e, tal como nas instalações eléctricas, devem ser feitas vistorias frequentes a estas instalações, de forma a verificar o estado de conservação e validade de toda a rede de gás canalizado existente.

Nos edifícios que possivelmente possuam instalações de evacuação de gases e fumos deve-se inspeccionar as mesmas de forma a avaliar o seu estado de conservação e limpeza, e nos edifícios que não estejam servidos destas instalações, torna-se fundamental avaliar quais os casos urgentes de instalação destas condutas a fim de precaver ao máximo a origem de um incêndio.

Ações de sensibilização da população de forma a terem as casas sempre limpas e arrumadas é fundamental para se aumentar a segurança contra incêndio das habitações. Por este facto, o risco de incêndio em edifícios devolutos é bastante maior devido ao índice de limpeza ser bastante baixo, chegando a ser mesmo inexistente, havendo demasiado lixo acumulado.

### **6.3. REDUÇÃO DO RISCO DE COLAPSO DE ELEMENTOS COM FUNÇÃO DE SUPORTE E/OU COMPARTIMENTAÇÃO**

Este ponto é essencial para a segurança contra incêndio dos moradores dos edifícios, pois aquando da ocorrência de um sinistro, existe de imediato uma forte preocupação com a capacidade de estabilidade que a estrutura terá perante acção das chamas, de forma a não colapsar rapidamente, pondo desta forma em causa a segurança das pessoas. Medidas que actuem sobre esta vertente revelam-se, então de muita importância, ainda para mais no caso em estudo, em que toda a estrutura horizontal é de madeira em mau estado, não oferecendo plenas garantias de segurança em caso de incêndio.

#### **6.3.1. ACTUAÇÃO SOBRE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**

De forma a se conseguir melhorar o desempenho contra o fogo nos casos em que as intervenções a aplicar aos edifícios sejam ligeiras, sendo os trabalhos realizados superficiais, a simples aplicação de materiais isolantes que permitam reduzir e retardar a passagem da onda de calor, ou a colocação de produtos ignífugos, que dificultam o início da combustão, seria suficiente para o caso.

#### **6.3.2. ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO**

Os edifícios do Quarteirão são todos bastante antigos, e como tal, as estruturas não foram dimensionadas tendo em conta a acção do incêndio mas, apesar disso, reside maioritariamente sobre os pavimentos, construídos em madeira, o risco de colapso estrutural, pois as paredes são em granito e comportam-se satisfatoriamente em caso de incêndio.

#### **6.3.3. ACÇÃO SOBRE OS PAVIMENTOS**

Nos centros históricos, e tal como o caso do edificado em estudo, os elementos estruturais frequentemente usados na execução dos pavimentos, apresentando maior risco de colapso, são a madeira. O uso da madeira não é de todo impedido e desaconselhado, pelo que não é estritamente necessário uma substituição de todos os pavimentos de madeira por pavimentos em betão armado, desde que algumas condições sejam cumpridas na sua utilização, sendo que se deve:

- Evitar o emprego de madeiras resinosas;
- Utilizar madeiras com massa volúmica na ordem dos 6 kN/m<sup>3</sup>;
- As suas dimensões sejam superiores às necessárias por aspectos mecânicos, de forma a prever a acção do fogo;
- A espessura mínima de soalho seja 3 cm;
- Proteger os tectos que lhes ficam adjacentes, de forma a evitar a passagem de fogo e retardar o aquecimento dos pavimentos

Nos casos em que seja necessário proceder à substituição dos pavimentos em madeira por pavimentos de betão armado, há que considerar as alterações de funcionamento estrutural do conjunto, bem como, as alterações de solicitações mecânicas (devidas às diferenças de pesos).

#### 6.3.4. MELHORIA DO COMPORTAMENTO DAS PAREDES E COBERTURAS

O granito é o material constituinte dos elementos estruturais verticais dos edifícios, pelo que sob a acção das chamas tem um comportamento satisfatório. Por seu lado, nas paredes interiores já não se verifica esse bom comportamento ao fogo, pois estas paredes são predominantemente de tabique de madeira rebocadas, sendo que a aplicação de revestimentos em placas de gesso integral, serviria para aumentar a resistência ao fogo.

Relativamente às coberturas, em nenhum dos edifícios estas servem de terraço, pelo que, bastará as coberturas terem os seus elementos estruturais constituídos com materiais de classe de reacção ao fogo A1 ou em madeira.

### 6.4. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO

A limitação do desenvolvimento e propagação do incêndio pode ocorrer ao nível do exterior do edifício e/ou pelo seu interior. As medidas que visam minimizar a propagação de incêndio nos edifícios resumem-se basicamente a uma gama de soluções construtivas designadas por medidas passivas.

#### 6.4.1. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO NO EDIFÍCIO PELO EXTERIOR

A passagem do incêndio pelo exterior dá-se principalmente pelas janelas, sendo que a possibilidade de intervenção para este caso é bastante limitada, pois torna-se difícil poder actuar sobre a altura das janelas de forma a reduzi-la, ou colocar elementos que dificultem a propagação.

Para estes casos, pode-se então utilizar portadas, estores metálicos ou de madeira de média densidade de forma a tentar compensar o facto de não se poder agir sobre as condições verificadas no parágrafo acima.

#### 6.4.2. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO NO EDIFÍCIO PELO INTERIOR

O desenvolvimento e propagação do incêndio pelo interior do próprio edifício, pode ocorrer através dos pavimentos, ou através da caixa de escadas, sendo que nas escadas é muito difícil intervir com melhoria significativas devido ao facto de ser bastante complicado conseguir fazer um enclausuramento das escadas.

Algumas medidas a aplicar devem centrar-se nos seguintes aspectos:

- Melhorar as condições de reacção ao fogo dos materiais de construção e de resistência ao fogo dos elementos de construção;
- Proceder à ignifugação dos materiais combustíveis cuja utilização se mostre necessária;
- Utilizar materiais isolantes para protecção de determinados elementos de construção, nomeadamente dos elementos resistentes;
- Limpar todos os sótãos e espaços semelhantes pouco acessíveis e as coberturas, periodicamente;
- Limitar a carga calorífica móvel, principalmente aquela que se encontra nos caminhos de evacuação;
- Evitar a utilização de materiais de revestimento e de decoração que possam contribuir para a propagação das chamas, principalmente nos revestimentos de tectos e paredes;
- Utilizar revestimentos de classe A1 na cobertura.

#### 6.4.3. LIMITAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO ENTRE EDIFÍCIOS

Elementos que causam uma fácil propagação do fogo entre edifícios são as coberturas, sendo que uma intervenção nas mesmas seria de extrema importância. Actuar sobre o material de revestimento e efectuar limpezas periódicas poderia reduzir em muito os riscos associados. As coberturas devem ser da classe de resistência ao fogo EI 30, em pelo menos uma extensão de 4m a partir do limite do edifício adjacente e, além disso, as paredes de empena devem elevar-se pelo menos 1m acima da sua ligação à cobertura. Além disto, a limpeza das coberturas é também importante, de forma a reduzir a quantidade de lixo depositada nas mesmas, dificultando a propagação do fogo.

As paredes estruturais dos edifícios que apoiam as vigas que suportam os pavimentos possuem aberturas de vãos que permitem a ligação contígua e passagem de fogo pelas vigas de uns edifícios para os outros, pois as vigas de dois edifícios adjacentes encontram-se apoiadas nos mesmos vãos. Como tal, isto agrava em muito a propagação do incêndio entre edifícios adjacentes, sendo necessário efectuar as respectivas correcções. Deve então ser feita a protecção desses vãos de ligação por elementos resistentes ao fogo, pelo menos REI 90.

#### 6.5. MEDIDAS PARA FACILITAR A EVACUAÇÃO DO EDIFÍCIO

A evacuação em segurança das pessoas, nos edifícios característicos dos centros históricos é das intervenções mais difíceis de efectuar. Nestes edifícios em geral, e em particular no caso de estudo, há uma grande dificuldade em encontrar soluções e possibilidades de implementação das condições de evacuação pelo facto de se estar perante edifícios já construídos, de dimensões extremamente exíguas, com corredores muito estreitos, nos quais algumas paredes são estruturais reduzindo as possibilidades de intervenção.

Apenas nos edifícios que poderão ser sujeitos a intervenções de recuperação profunda é que será possível melhorar significativamente as condições de evacuação, devendo nestes casos cumprir-se a legislação em vigor, nomeadamente na protecção e compartimentação fogo e no controlo de fumo.

Os caminhos de evacuação (comunicações horizontais e verticais) dos edifícios possuem bastantes limitações, e apresentam na generalidade:

- Escadas em madeira em mau estado de conservação e bastante inclinadas;
- Inexistência de sinalização;

- Ausência de iluminação de emergência;
- Iluminação normal deficiente;
- Dimensões das escadas muito reduzidas e anti-regulamentares;
- Corredores bastante exíguos.

Um facto preocupante relativo à evacuação dos edifícios prende-se com a existência de muita população residente idosa, com dificuldades de mobilidade e com pouca capacidade de percepção e reacção a uma situação de alarme, o que retarda ainda mais o processo de evacuação dos edifícios.

Algumas medidas preventivas podem ser implementadas no sentido de tentar facilitar ao máximo a evacuação e deste modo minimizar os aspectos negativos existentes. Fazer a reabilitação das vias de comunicação, colocar sinalização e iluminação de emergência, implementar uma iluminação normal eficiente nos caminhos de evacuação e remover os revestimentos inflamáveis das escadas são algumas das medidas possíveis. Medidas técnicas de SCI também podem ser implementadas como a colocação de um sistema automático de detecção de incêndio, sendo necessário, para tal, sensibilizar a população para a forma como estes dispositivos funcionam e como se deve evitar que ocorram falsos alarmes.

## **6.6. FACILIDADE DE INTERVENÇÃO DOS BOMBEIROS**

Os arruamentos do edificado em estudo são de difícil acesso por parte dos bombeiros em que apenas uma viatura ligeira de combate a incêndio poderá ter acesso à rua das Aldas, mas mesmo esta consegue entrar apenas por um dos lados da rua sem ter depois qualquer possibilidade de atravessar todo o arruamento.

Ter um conhecimento da localização dos hidrantes e qual a disponibilidade de água dos arruamentos é também um aspecto determinante, sendo que no local de estudo deste trabalho, esta vertente de combate ao incêndio encontra-se algo deficiente. Deve-se então fazer uma verificação aos hidrantes existentes, saber se possuem pressão suficiente e sempre que necessário implementar mais hidrantes e uma rede de abastecimento de água mais eficaz.

Os arruamentos não devem estar obstruídos com equipamentos desnecessários ou algum tipo de mobiliário fixo.

Na zona já teria sido anteriormente colocados postos de incêndio para utilização dos bombeiros, no entanto, seriam alvo de vandalismo, pelo que consciencializar a população para a preservação desses equipamentos que revestem extrema importância para a sua própria segurança era um passo a ser dado no sentido da segurança contra incêndios do quarteirão.

Como já referido anteriormente, a elaboração de um plano prévio de intervenção para diferentes cenários de incêndios facilita a acção dos bombeiros, permitindo uma rápida intervenção.

## **6.7. MEDIDAS CAUTELARES DE SCI DO BSB PARA A RESOLUÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES**

Os edifícios do Quarteirão em estudo foram construídos muito antes de existir qualquer tipo de legislação a nível da SCI. Por este facto, variados aspectos da construção do edificado não cumprem nem vão de acordo com a legislação vigente.

De acordo com Rodrigues [1], de forma a poderem ser resolvidas estas dissonâncias construtivas, os BSB e a Sociedade de Reabilitação Urbana – Porto Vivo têm vindo a desenvolver um trabalho nas áreas de licenciamento e vistorias no CHP, definindo então algumas orientações técnicas a aplicar em projectos de reabilitação e remodelação de edifícios existentes. Posteriormente, estas medidas serão

propostas à comissão de acompanhamento da aplicação do novo regime jurídico, a fim de serem analisadas e inseridas numa futura revisão.

Ao edificado das Aldas deveriam ser aplicadas algumas destas medidas cautelares, pois como muitos dos restantes edifícios inseridos no CHP, este apresenta muitos aspectos construtivos que divergem da legislação em vigor.

Estas medidas, aplicadas ao caso de estudo deste trabalho, visam essencialmente cinco aspectos:

- Compartimentação corta-fogo;
- Caminhos de evacuação;
- Controlo de fumos;
- Facilidade para intervenção dos bombeiros;
- Instalações Técnicas.

De todas as medidas apresentadas em Rodrigues [1], apenas algumas delas poderiam ser aplicadas a este conjunto de edifícios, devido à sua morfologia.

A análise e decisão de quais as medidas correctas a poderem ser adoptadas para o Quarteirão das Aldas, não será tanto do âmbito deste trabalho, por contemplarem medidas construtivas já algo profundas, que devem ser aplicadas em projectos de reabilitação e de remodelação, podendo assim ser previstas nos processos de reabilitação do edificado levados a cabo no estudo por parte da Porto Vivo – SRU.

## CONCLUSÕES DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

### 7.1. CONCLUSÕES

Este estudo incidiu no conhecimento das análises do risco de incêndio inerentes a um conjunto de edifícios peculiares inserido no CHP. Todas as acções a desenvolver foram destinadas à avaliação dos diversos tipos de parâmetros relativos à aplicação das metodologias. Ao estudar profundamente o risco de incêndio do quarteirão, tinha-se como objectivo apontar medidas que viessem a garantir uma outra segurança aos moradores, podendo estas ser de carácter ligeiro ou de intervenção mais profunda, sem esquecer nunca a formação humana a dar aos moradores.

No geral, os valores do risco de incêndio dos edifícios são baixos para ambos os métodos, no entanto, é mais notório para o caso da aplicação do FRIM pelos motivos já referidos anteriormente.

Dada a antiguidade do edificado e o seu razoável a mau estado de conservação, os valores do risco de incêndio são bastante elevados e, como tal, a segurança dos moradores é baixa em caso de sinistro e, deste modo, as medidas de intervenção a adoptar que dariam realmente resultados bastante satisfatórios seriam reabilitações profundas no quarteirão, com aplicação de novos materiais, quer estruturais quer de revestimento. No entanto, através dos cálculos efectuados pelo método de análise do Fire Risk Index, a manutenção da construção existente aliada apenas a colocação de equipamentos efectivos de combate a incêndio traria já um aumento considerável de segurança contra incêndio, permitindo mesmo cumprir os coeficientes mínimos de segurança estipulados pelo método. Serão sempre muito dispendiosos quaisquer tipos de reabilitações e, por isso, é com algum cepticismo que poderão ser rectificadas os edifícios em termos de reabilitação na sua construção de forma a terem níveis de segurança bastante mais elevados do que estes apresentados no trabalho segundo as metodologias.

A legislação da segurança contra incêndios é também bastante restrita e não contempla edifícios antigos com um outro tipo de estrutura já construída, pelo que dotar os edifícios com as condições actualmente necessárias de cumprimento da legislação em vigor é algo quase impossível, devido à configuração das construções.

Dadas todas estas limitações, a forma mais fácil, simples e sensata no que diz respeito a medidas de intervenção nos edifícios, para além das preconizadas pelos métodos de calculo, é mesmo tomar as medidas que minimizem ao máximo a eclosão de um incêndio, tais como, melhoramento de todas as redes eléctricas, gás combustível, limpeza das habitações e formação cívica a dar as pessoas.

Na sequência do que foi dito já acima, através da aplicação do Método de Gretener, concluiu-se que medidas simples relativas à instalação de equipamentos de combate a incêndio, como a colocação de extintores nos pisos ou hidrantes interiores/bocas-de-incêndio, aliadas à formação a dar aos moradores de modo a estarem totalmente preparados para agirem correctamente em caso de sinistro garantia o coeficiente mínimo de segurança previsto pelo método para todos os edifícios, à excepção das parcelas 5 e 7. Nestes edifícios, que apresentam os valores mais baixos de coeficiente de segurança contra incêndio, além das medidas anteriores, teriam de ser instalados sistemas de desenfumagem mecânica a fim de ser satisfeita a condição de segurança contra incêndio.

Assim, se verifica, que bastaria a implementação de simples medidas inerentes à especificidade de segurança contra incêndios, quase que exclusivamente medidas normais de simples aplicação, sem necessidade de alterar qualquer tipo de construção no edificado, para ser possível garantir a segurança mínima contra incêndio dos moradores do Quarteirão.

No entanto, devido às limitações enunciadas em 5.3 importa referir também que os valores apresentados para os riscos de incêndio dos edifícios poderão não corresponder totalmente aos valores reais. Além disso, não existem dados acerca de alguns elementos integrantes aos parâmetros do Método de Gretener, tentando-se sempre fazer considerações o mais aproximadas possíveis e que estarão muito próximas da realidade analisada, mas acabam por não traduzir de uma forma totalmente exacta a situação existente.

A análise do risco de incêndio do Quarteirão foi feita recorrendo apenas a métodos de engenharia, que não integram especificamente a regulamentação vigente. Deste modo, os métodos abordados neste trabalho não substituem as disposições regulamentares, e, como tal, qualquer valor obtido se SCI nos edifícios não poderá ser dissociado dessa mesma regulamentação. Dito de outra forma, não se poderá provar que um determinado edifício integrante do Quarteirão das Aldas está efectivamente seguro apenas por apresentar um coeficiente positivo, nem que estarão cumpridas a maioria das disposições regulamentares exigidas. Estes métodos nunca poderiam servir como base para qualquer dimensionamento de edifícios ao nível ao segurança contra incêndio, e apenas devem ser usados como forma de comparação entre diversas opções de correcção a serem tomadas. Um método é apenas uma das muitas ferramentas que podem ajudar na concepção de um edifício. Os métodos serão mais fiáveis e constituirão uma base mais credível quando se pretende estabelecer uma comparação dos níveis de SCI entre os vários edifícios, sendo que para este caso, os resultados dados pelas metodologias serão um bom indicador para se saber quais os edifícios que deverão estar mais seguros.

## **7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

Este estudo acerca da análise do risco de incêndio de um Quarteirão do Centro Histórico do Porto, seria enquadrado num contexto de análise global do Centro Histórico em que o objectivo passaria por ter todos os edifícios do CHP devidamente analisados e estudados com considerações feitas acerca das medidas a tomar. O desenvolvimento que poderia ser dado a este trabalho focaliza-se então nesse prolongamento de estudo a efectuar, sendo abordados diversos quarteirões sucessivamente, permitindo mais tarde serem tomadas medidas mais abrangentes e com interesse comum entre os muitos edificados de forma a se dotar com um nível mais elevado de segurança contra incêndio o Centro Histórico do Porto.

Este quarteirão já foi alvo de estudo por parte da Porto Vivo SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana, resultando daí um programa de reabilitação para o edificado, que a ser levado avante, obviamente alteraria satisfatoriamente a segurança contra incêndio do Quarteirão das Aldas.

As edificações antigas inseridas nos centros históricos foram construídas sem ter por base a verificação da regulamentação e, por este facto, apresentam muitas lacunas quando comparadas com edificações mais recentes contempladas pelo regulamento. Os métodos de análise de risco de incêndio são na sua maioria desenvolvidos para edifícios que apresentam por norma valores patrimoniais elevados, e abordam bastante parâmetros que não se coadunam com a realidade dos edifícios inseridos nas zonas históricas. Desta forma, era essencial num futuro próximo desenvolverem-se mais métodos de análise de risco de incêndios direccionados especificamente para o caso das zonas históricas das cidades.

Tal como verificado neste trabalho, as ruas dos centros históricos são quase sempre bastante estreitas, pelo que o desenvolvimento de veículos adaptados para o combate nas zonas históricas seria um outro passo importante a poder ser dado futuramente.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Rodrigues, Luís Manuel Pais. *Segurança Contra Incêndio em Edifícios no Centro Histórico do Porto*. Dissertação de Mestrado em Construções Cíveis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009
- [2] Coelho, A. L. Fundamentos da segurança contra incêndio em edifícios. Curso de Segurança contra incêndio em edifícios, LNEC; Lisboa, 2004
- [3] Larsson, D. Developing the Structure of a Fire Risk Index Method for Timber-frame Multi-storey Apartment Building. Department of Fire Safety Engineering, Report 5062. Lund University, Sweden, 2000.
- [4] Lemos, Alfredo Manuel F. T. de, Neves, Ildefonso Cabrita. Avaliação do Risco de Incêndio – Método de Cálculo. Gabinete de Apoio da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1994.
- [5] Fire Safety Standards Sub-Group of the Fire Safety Advisory Board – Fire Research in the United Kingdom: Report of Fire Research Task Group, United Kingdom, 2003
- [6] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 14052, Aldas. Porto, 2007
- [7] Gouveia, António Maria Claret. Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos. Monumenta, Brasília, 2006
- [8] Neto, Manoel Altivo da Luz. Condições de Segurança Contra Incêndio. Ministério da Saúde, Brasília, 1995.
- [9] Gouveia, A. M. C. Apostila do curso de Introdução à Engenharia de Incêndio. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2003
- [10] Pereira, Jorge Ramos de Meireles. Incêndios em Edifícios na Cidade do Porto. Dissertação em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1993.
- [11] Vasconcelos, João Carlos Gaspar. *Método para Estabelecimento de Medidas de Segurança Contra Incêndio, Ordenadas em Função da Razão Eficácia/Custo*. Dissertação de Mestrado em Ambiente, Saúde e Segurança, Universidade do Açores, 2008
- [12] Rodrigues, Pedro Filipe C. de S.. *Plano de Emergência de um Edifício Recebendo Público*. Dissertação de Mestrado em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009
- [13] Baranoski, Emerson Luiz. *Análise do Risco de Incêndio em Assentamentos Urbanos Precários – Diagnostico da Região de Ocupação do Guarituba – Município de Piraquara-Paraná*. Dissertação de Mestrado em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2008
- [14] Cuoghi, R. de S. *Aspecto de análise de risco das estruturas de concreto em situação de incêndio*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006
- [15] Figueiredo, Paulo Sérgio Dias de. *Análise de Risco de Incêndio na Baixa de Coimbra*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2008
- [16] Santana, Maira Leal Andrade. *Avaliação de Risco de Incêndio em Centros Históricos O Caso de Montemor-o-Velho*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2007

[17] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc, “*Regulamento jurídico da segurança contra incêndio em edifícios*”. Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro de 2008, Lisboa, 2008.

[18] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc, “*Regulamento Técnico de segurança contra incêndio em edifícios*”. Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro de 2008. Ministério da Administração Interna, Lisboa, 2008

[19] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc, “*Critérios Técnicos para determinação de densidade de carga de incêndio modificada*”. Despacho nº 2074/2009 de 15 de Janeiro. Ministério da Administração Interna, Lisboa, 2009

[20] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc. “*Taxas por serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC*”. Portaria nº 1054/2009, de 16 de Setembro, Lisboa, 2009.

[21] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc. “*Procedimento de registo, na Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios (SCIE)*”. Portaria nº 773/2009, de 21 de Julho, Lisboa, 2009.

[22] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc. “*Regulamentação do funcionamento do sistema informático previsto no nº 2 do Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro de 2008*”. Portaria 610/2009, de 8 de Junho, Lisboa, 2009.

[23] Ministério da Administração Interna. Leis, decretos, etc. “*Regime de credenciação de entidades para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspecções das condições de SCIE*”. Portaria 64/2009, de 22 de Janeiro, Lisboa, 2009.

## Websites Visitados

<http://130.235.7.155/publikationsdb/docs/5062.pdf>

[http://www.portovivosru.pt/pdfs/PBDE\\_aldas.pdf](http://www.portovivosru.pt/pdfs/PBDE_aldas.pdf)

<http://maps.google.pt/>

<http://www.bing.com/maps/>

<http://www.framemethod.net/informacao.html>

# **ANEXOS**



# **ANEXO A**

**FOLHAS DE CÁLCULO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DOS EDIFÍCIOS DO  
QUARTEIRÃO DAS ALDAS (“MICROSOFT EXCEL”)**



Quadro A.1 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 1

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER                |                                              |                                             |                   |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 1                               |                   |           |             |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =           | 13,09     | 13,09       |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 5,77      | 5,77        |
|                                                                       |                                              | Cave + R/c + 1º andar                       | AB=               | 75,53     | 75,53       |
|                                                                       |                                              |                                             | A/B =             | 2,27      | 2,27        |
|                                                                       |                                              | AF =                                        | 11,70             | 11,70     |             |
| Tipo de Conceito                                                      |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 786,28    | 786,28      |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,40      | 1,40        |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       | Edifício                                     | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |
|                                                                       | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 0,81      | 0,81        |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 0,80        |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,44      |             |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,60      |             |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Células Corta-fogo                          | f4                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              |                                             | B                 | 1,38      | 1,00        |
| Perigo de Activação                                                   |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              |                                             | R                 | 1,38      | 1,00        |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              |                                             | γ                 | 0,94      | 1,31        |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |

Quadro A.2 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 1

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |   |                        |   |        |                           |                                  |  |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|---|------------------------|---|--------|---------------------------|----------------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |   |                        |   |        |                           |                                  |  |
| Parcela 1                                                  |       |                 |   |                        |   |        |                           |                                  |  |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |   | Nível após Intervenção |   | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |  |
| Parâmetros                                                 |       |                 |   |                        |   |        |                           |                                  |  |
| P1                                                         |       | 1               |   | 1                      |   | 0,0576 | 0,058                     | 0,058                            |  |
| P2                                                         |       | 0               |   | 5                      |   | 0,0688 | 0                         | 0,344                            |  |
| P3                                                         | P3a   | 5               | 4 | 5                      | 4 | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |  |
|                                                            | P3b   | 5               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P3c   | 0               |   | 0                      |   |        |                           |                                  |  |
| P4                                                         |       | 3               |   | 3                      |   | 0,0666 | 0,200                     | 0,200                            |  |
| P5                                                         | P5a   | 5               | 2 | 5                      | 2 | 0,0675 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P5b   | 0               |   | 0                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5c   | 0               |   | 0                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5d   | 5               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0 | 0                      | 0 | 0,0698 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P6b   | 0               |   | 0                      |   |        |                           |                                  |  |
| P7                                                         |       | 0               |   | 0                      |   | 0,0473 | 0,000                     | 0,000                            |  |
| P8                                                         | P8a   | 2               | 4 | 2                      | 4 | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |  |
|                                                            | P8b   | 5               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P8c   | 5               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
| P9                                                         |       | 5               |   | 5                      |   | 0,0515 | 0,258                     | 0,258                            |  |
| P10                                                        |       | 0               |   | 0                      |   | 0,0396 | 0                         | 0                                |  |
| P11                                                        |       | 0               |   | 5                      |   | 0,0609 | 0                         | 0,305                            |  |
| P12                                                        |       | 0               |   | 5                      |   | 0,0630 | 0                         | 0,315                            |  |
| P13                                                        |       | 0               |   | 5                      |   | 0,0512 | 0                         | 0,256                            |  |
| P14                                                        | P14a  | 0               | 2 | 0                      | 2 | 0,0620 | 0,098                     | 0,148                            |  |
|                                                            | P14b  | 5               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14c  | 0               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14d  | 1               |   | 1                      |   |        |                           |                                  |  |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0 | 0                      | 0 | 0,0630 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P15b  | 0               |   | 0                      |   |        |                           |                                  |  |
| P16                                                        | P16a  | 0               | 0 | 5                      | 5 | 0,0610 | 0                         | 0,305                            |  |
|                                                            | P16b  | 0               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P16c  | 0               |   | 5                      |   |        |                           |                                  |  |
| P17                                                        |       | 0               |   | 5                      |   | 0,0558 | 0                         | 0,279                            |  |
| Somatório                                                  |       |                 |   |                        |   | 1,0000 | 1,226                     | 3,079                            |  |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |   |                        |   |        |                           |                                  |  |

Quadro A.3 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 2

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GREENER                      |                                 |                                             |           |           |             |      |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|------|
| Edifício                                                                   |                                 | Parcela n.º 2                               |           |           |             |      |
| Localização                                                                |                                 | Porto                                       |           |           |             |      |
|                                                                            |                                 | Descrição                                   | Concepção | Existente | Intervenção |      |
|                                                                            |                                 | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =   | 13,49     | 13,49       |      |
|                                                                            |                                 |                                             | B = b =   | 3,77      | 3,77        |      |
|                                                                            |                                 |                                             | AB=       | 50,79     | 50,79       |      |
| Tipo de Construção                                                         |                                 | Cave + R/c + 1º andar                       | A/B =     | 3,58      | 3,58        |      |
|                                                                            |                                 |                                             | AF =      | 22,74     | 22,74       |      |
| Tipo de Conceito                                                           |                                 |                                             | Tipo =    | V         | V           |      |
| Perigos Potenciais                                                         | Conteúdo                        | Carga de incêndio mobiliária                | Qm        | 1149,32   | 1149,32     |      |
|                                                                            |                                 |                                             | q         | 1,50      | 1,50        |      |
|                                                                            |                                 | Combustibilidade                            | c         | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                            |                                 | Perigo de Fumo                              | r         | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Perigo de Corrosão                          | k         | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            | Edifício                        | Carga de incêndio imobiliária               | i         | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                            |                                 | Nível do andar                              | e         | 1,30      | 1,30        |      |
|                                                                            |                                 | Amplidão da superfície                      | g         | 0,40      | 0,40        |      |
|                                                                            | Perigo Potencial                |                                             |           | P         | 1,12        | 1,12 |
| Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio                               | Normais                         | Extintor Portátil                           | n1        | 0,90      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Hidrantes interiores                        | n2        | 0,80      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Água de extinção                            | n3        | 0,55      | 0,55        |      |
|                                                                            |                                 | Conduta de transporte                       | n4        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Pessoal instruído                           | n5        | 0,80      | 1,00        |      |
|                                                                            | Medidas Normais                 |                                             |           | N         | 0,32        | 0,55 |
|                                                                            | Especiais                       | Deteção do fogo                             | s1        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Transmissão de alerta                       | s2        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Bombeiros                                   | s3        | 1,60      | 1,60        |      |
|                                                                            |                                 | Escalão de Intervenção                      | s4        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Instalação de extinção                      | s5        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Evacuação de fumo e calor                   | s6        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            | Medidas Especiais               |                                             |           | S         | 1,60        | 1,60 |
|                                                                            | Construção                      | Estrutura resistente                        | f1        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Elementos de Fachadas                       | f2        | 1,15      | 1,15        |      |
|                                                                            |                                 | Compartimentação Vertical                   | f3        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            |                                 | Céulas Corta-fogo                           | f4        | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                            | Medidas de Construção           |                                             |           | F         | 1,15        | 1,15 |
|                                                                            | Factor de Exposição ao Perigo   |                                             |           | B         | 1,93        | 1,11 |
|                                                                            | Perigo de Activação             |                                             |           | A         | 1,00        | 1,00 |
|                                                                            | Risco de Incêndio Efectivo      |                                             |           | R         | 1,93        | 1,11 |
|                                                                            | Exposição das Pessoas ao Perigo |                                             |           | Ph,e      | 1,00        | 1,00 |
|                                                                            | Risco Limite Admissível         |                                             |           | Ru        | 1,30        | 1,30 |
| Segurança contra Incêndio                                                  |                                 |                                             | γ         | 0,67      | 1,17        |      |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições      |                                 |                                             |           |           |             |      |
| Nota: A cave corresponde aos pisos -1, -2 e -3, sendo no entanto acessível |                                 |                                             |           |           |             |      |

Quadro A.4 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 2

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|-------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Parcela 2                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |       |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     |                                  | 0,058 |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         |                                  | 0,344 |
| P3                                                         | P3a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0681 | 0,266                     |                                  | 0,266 |
|                                                            | P3b   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P4                                                         |       | 3               |      | 3                      |      | 0,0666 | 0,200                     |                                  | 0,200 |
| P5                                                         | P5a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0675 | 0                         |                                  | 0     |
|                                                            | P5b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5c   | 0               | 2,4  | 0                      | 2,4  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P6                                                         | P6a   | 0               |      | 0                      |      | 0,0698 | 0                         |                                  | 0     |
|                                                            | P6b   | 0               | 0    | 0                      | 0    |        |                           |                                  |       |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     |                                  | 0,000 |
| P8                                                         | P8a   | 2               |      | 2                      |      | 0,0492 | 0,185                     |                                  | 0,185 |
|                                                            | P8b   | 5               | 3,77 | 5                      | 3,77 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P9                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0515 | 0,258                     |                                  | 0,258 |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         |                                  | 0     |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         |                                  | 0,305 |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         |                                  | 0,315 |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         |                                  | 0,256 |
| P14                                                        | P14a  | 0               |      | 0                      |      | 0,062  | 0,098                     |                                  | 0,148 |
|                                                            | P14b  | 5               | 1,58 | 5                      | 2,38 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |       |
| P15                                                        | P15a  | 0               |      | 0                      |      | 0,063  | 0                         |                                  | 0     |
|                                                            | P15b  | 0               | 0    | 0                      | 0    |        |                           |                                  |       |
| P16                                                        | P16a  | 0               |      | 5                      |      | 0,061  | 0                         |                                  | 0,305 |
|                                                            | P16b  | 0               | 0    | 5                      | 5    |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         |                                  | 0,279 |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,226                     |                                  | 3,070 |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |

Quadro A.5 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 3

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER                       |                                              |                                             |                   |           |             |      |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|------|
| Edifício                                                                     |                                              | Parcela n.º 3                               |                   |           |             |      |
| Localização                                                                  |                                              | Porto                                       |                   |           |             |      |
|                                                                              |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |      |
|                                                                              |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =           | 13,85     | 13,85       |      |
|                                                                              |                                              |                                             | B = b =           | 3,04      | 3,04        |      |
|                                                                              |                                              |                                             | AB=               | 42,16     | 42,16       |      |
|                                                                              |                                              |                                             | A/B =             | 4,55      | 4,55        |      |
| Tipo de Construção                                                           |                                              | Cave + R/c + 1º andar                       | AF=               | 29,60     | 29,60       |      |
| Tipo de Conceito                                                             |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |      |
| Perigos Potenciais                                                           | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1140,51   | 1140,51     |      |
|                                                                              |                                              |                                             | q                 | 1,50      | 1,50        |      |
|                                                                              |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                              |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              | Edifício                                     | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                              |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |      |
|                                                                              | Perigo Potencial                             |                                             |                   | P         | 0,86        | 0,86 |
|                                                                              | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        | 1,00 |
| Hidrantes interiores                                                         |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 0,80        |      |
| Água de extinção                                                             |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |      |
| Conduta de transporte                                                        |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |      |
| Pessoal instruído                                                            |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |      |
| Medidas Normais                                                              |                                              |                                             | N                 | 0,32      | 0,44        |      |
| Especiais                                                                    |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |      |
|                                                                              |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,00        |      |
| Medidas Especiais                                                            |                                              |                                             | S                 | 1,60      | 1,60        |      |
| Construção                                                                   |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |      |
|                                                                              |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                              |                                              | Céulas Corta-fogo                           | f4                | 1,00      | 1,00        |      |
| Medidas de Construção                                                        |                                              |                                             | F                 | 1,15      | 1,15        |      |
| Factor de Exposição ao Perigo                                                |                                              |                                             | B                 | 1,48      | 1,07        |      |
| Perigo de Activação                                                          |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |      |
| Risco de Incêndio Efectivo                                                   |                                              |                                             | R                 | 1,48      | 1,07        |      |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                              |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |      |
| Risco Limite Admissível                                                      |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |      |
| Segurança contra Incêndio                                                    |                                              |                                             | γ                 | 0,88      | 1,22        |      |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições        |                                              |                                             |                   |           |             |      |
| Nota: A Cave corresponde aos pisos -1, -2 e -3, sendo no entanto acessíveis. |                                              |                                             |                   |           |             |      |

Quadro A.6 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 3

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|-------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Parcela 3                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |       |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     |                                  | 0,058 |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         |                                  | 0,344 |
| P3                                                         | P3a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |       |
|                                                            | P3b   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P4                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0666 | 0,333                     |                                  | 0,333 |
| P5                                                         | P5a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0675 | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P5b   | 0               | 2,4  | 0                      | 2,4  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,0698 | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P6b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     |                                  | 0,000 |
| P8                                                         | P8a   | 2               |      | 2                      |      | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |       |
|                                                            | P8b   | 5               | 3,77 | 5                      | 3,77 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P9                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0515 | 0,258                     |                                  | 0,258 |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         |                                  | 0     |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         |                                  | 0,305 |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         |                                  | 0,315 |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         |                                  | 0,256 |
| P14                                                        | P14a  | 0               |      | 0                      |      | 0,062  | 0,098                     | 0,148                            |       |
|                                                            | P14b  | 5               | 1,58 | 5                      | 2,38 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |       |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,063  | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P15b  | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P16                                                        | P16a  | 0               |      | 5                      |      | 0,061  | 0                         | 0,305                            |       |
|                                                            | P16b  | 0               | 0    | 5                      | 5    |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         |                                  | 0,279 |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,359                     |                                  | 3,212 |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |

Quadro A.7 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 4

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER             |                                              |                                             |                   |           |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Edifício                                                           |                                              | Parcela n.º 4                               |                   |           |
| Localização                                                        |                                              | Porto                                       |                   |           |
|                                                                    |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente |
| Tipo de Construção                                                 |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = 1 =           | 13,73     |
|                                                                    |                                              |                                             | B = b =           | 3,19      |
|                                                                    |                                              |                                             | AB=               | 43,76     |
|                                                                    |                                              |                                             | A/B =             | 4,31      |
|                                                                    |                                              | R/c + 1º andar                              | AF =              | 18,10     |
| Tipo de Conceito                                                   |                                              |                                             | Tipo =            | V         |
| Perigos Potenciais                                                 | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 600,00    |
|                                                                    |                                              |                                             | q                 | 1,30      |
|                                                                    |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      |
|                                                                    |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      |
|                                                                    | Edifício                                     | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      |
|                                                                    |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      |
|                                                                    | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 0,75      |
|                                                                    | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        |
| Hidrantes interiores                                               |                                              |                                             | n2                | 0,80      |
| Água de extinção                                                   |                                              |                                             | n3                | 0,55      |
| Conduta de transporte                                              |                                              |                                             | n4                | 1,00      |
| Pessoal instruído                                                  |                                              |                                             | n5                | 0,80      |
| Medidas Normais                                                    |                                              | N                                           | 0,32              |           |
| Especiais                                                          |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      |
|                                                                    |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      |
| Medidas Especiais                                                  |                                              | S                                           | 1,60              |           |
| Construção                                                         |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      |
|                                                                    |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      |
|                                                                    |                                              | Céluas Corta-fogo                           | f4                | 1,00      |
| Medidas de Construção                                              |                                              | F                                           | 1,15              |           |
| Factor de Exposição ao Perigo                                      |                                              |                                             | B                 | 1,28      |
| Perigo de Activação                                                |                                              |                                             | A                 | 1,00      |
| Risco de Incêndio Efectivo                                         |                                              |                                             | R                 | 1,28      |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                    |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      |
| Risco Limite Admissível                                            |                                              |                                             | Ru                | 1,30      |
| Segurança contra Incêndio                                          |                                              |                                             | γ                 | 1,01      |
| Conclusão: O edifício encontra-se protegido nas actuais condições. |                                              |                                             |                   |           |

Quadro A.8 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 4

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|-------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Parcela 4                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |       |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     |                                  | 0,058 |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         |                                  | 0,344 |
| P3                                                         | P3a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |       |
|                                                            | P3b   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P4                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0666 | 0,333                     |                                  | 0,333 |
| P5                                                         | P5a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0675 | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P5b   | 0               | 2,4  | 0                      | 2,4  |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,0698 | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P6b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     |                                  | 0,000 |
| P8                                                         | P8a   | 2               |      | 2                      |      | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |       |
|                                                            | P8b   | 5               | 3,77 | 5                      | 3,77 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P9                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0515 | 0,258                     |                                  | 0,258 |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         |                                  | 0     |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         |                                  | 0,305 |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         |                                  | 0,315 |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         |                                  | 0,256 |
| P14                                                        | P14a  | 0               |      | 0                      |      | 0,062  | 0,098                     | 0,148                            |       |
|                                                            | P14b  | 5               | 1,58 | 5                      | 2,38 |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |       |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,063  | 0                         | 0                                |       |
|                                                            | P15b  | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |       |
| P16                                                        | P16a  | 0               |      | 5                      |      | 0,061  | 0                         | 0,305                            |       |
|                                                            | P16b  | 0               | 0    | 5                      | 5    |        |                           |                                  |       |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |       |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         |                                  | 0,279 |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,359                     |                                  | 3,212 |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |       |

Quadro A.9 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 5

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GREENER                 |                                              |                                             |                   |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 5                               |                   |           |             |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = 1 =           | 13,13     | 13,13       |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 6,37      | 6,37        |
|                                                                       |                                              |                                             | AB=               | 83,69     | 83,69       |
|                                                                       |                                              |                                             | A/B =             | 2,06      | 2,06        |
|                                                                       |                                              |                                             | AF =              | 27,20     | 27,20       |
| Tipo de Conceito                                                      |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1350,00   | 1350,00     |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       | Edifício                                     | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,50      | 1,50        |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |
|                                                                       | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 1,38      | 1,38        |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 1,00        |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,55      |             |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,20        |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,92      |             |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Céulas Corta-fogo                           | f4                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              |                                             | B                 | 2,37      | 1,14        |
| Perigo de Activação                                                   |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              |                                             | R                 | 2,37      | 1,14        |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              |                                             | γ                 | 0,55      | 1,14        |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |

Quadro A.10 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 5

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| Parcela 5                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |  |  |  |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     | 0,058                            |  |  |  |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         | 0,344                            |  |  |  |
| P3                                                         | P3a   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |  |  |  |
|                                                            | P3b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P4                                                         |       | 3               |      | 3                      |      | 0,0666 | 0,200                     | 0,200                            |  |  |  |
| P5                                                         | P5a   | 5               | 2,4  | 5                      | 2,4  | 0,0675 | 0                         | 0                                |  |  |  |
|                                                            | P5b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P5c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0    | 0                      | 1,65 | 0,0698 | 0                         | 0                                |  |  |  |
|                                                            | P6b   | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     | 0,000                            |  |  |  |
| P8                                                         | P8a   | 2               | 3,77 | 2                      | 3,77 | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |  |  |  |
|                                                            | P8b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P9                                                         |       | 2               |      | 2                      |      | 0,0515 | 0,103                     | 0,103                            |  |  |  |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         | 0                                |  |  |  |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         | 0,305                            |  |  |  |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         | 0,315                            |  |  |  |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         | 0,256                            |  |  |  |
| P14                                                        | P14a  | 0               | 1,58 | 0                      | 2,38 | 0,062  | 0,098                     | 0,148                            |  |  |  |
|                                                            | P14b  | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,063  | 0                         | 0                                |  |  |  |
|                                                            | P15b  | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P16                                                        | P16a  | 0               | 0    | 5                      | 5    | 0,061  | 0                         | 0,305                            |  |  |  |
|                                                            | P16b  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |  |  |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         | 0,279                            |  |  |  |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,071                     | 3,040                            |  |  |  |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |  |  |

Quadro A.11 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 6

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER            |                                              |                                             |                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|
| Edifício                                                          |                                              | Parcela n.º 6                               |                   |           |
| Localização                                                       |                                              | Porto                                       |                   |           |
|                                                                   |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente |
|                                                                   |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = 1 =           | 12,81     |
|                                                                   |                                              |                                             | B = b =           | 3,20      |
|                                                                   |                                              |                                             | AB=               | 41,04     |
| Tipo de Construção                                                |                                              | R/c + 1º andar                              | A/B =             | 4,00      |
|                                                                   |                                              |                                             | AF =              | 7,20      |
| Tipo de Conceito                                                  |                                              |                                             | Tipo =            | V         |
| Perigos Potenciais                                                | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 600,00    |
|                                                                   |                                              |                                             | q                 | 1,30      |
|                                                                   |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      |
|                                                                   |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      |
|                                                                   | Edifício                                     | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      |
|                                                                   |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      |
|                                                                   | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 0,75      |
|                                                                   | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        |
| Hidrantes interiores                                              |                                              |                                             | n2                | 0,80      |
| Água de extinção                                                  |                                              |                                             | n3                | 0,55      |
| Conduta de transporte                                             |                                              |                                             | n4                | 1,00      |
| Pessoal instruído                                                 |                                              |                                             | n5                | 0,80      |
| Medidas Normais                                                   |                                              | N                                           | 0,32              |           |
| Especiais                                                         |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      |
|                                                                   |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      |
| Medidas Especiais                                                 |                                              | S                                           | 1,60              |           |
| Construção                                                        |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      |
|                                                                   |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      |
|                                                                   | Compartimentação Vertical                    | f3                                          | 1,00              |           |
|                                                                   | Céulas Corta-fogo                            | f4                                          | 1,00              |           |
| Medidas de Construção                                             |                                              | F                                           | 1,15              |           |
| Factor de Exposição ao Perigo                                     |                                              |                                             | B                 | 1,28      |
| Perigo de Activação                                               |                                              |                                             | A                 | 1,00      |
| Risco de Incêndio Efectivo                                        |                                              |                                             | R                 | 1,28      |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                   |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      |
| Risco Limite Admissível                                           |                                              |                                             | Ru                | 1,30      |
| Segurança contra Incêndio                                         |                                              |                                             | γ                 | 1,01      |
| Conclusão: O edifício encontra-se protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |

Quadro A.12 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 6

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| Parcela 6                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |  |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     | 0,058                            |  |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         | 0,344                            |  |
| P3                                                         | P3a   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |  |
|                                                            | P3b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P4                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0666 | 0,333                     | 0,333                            |  |
| P5                                                         | P5a   | 5               | 2,4  | 5                      | 2,4  | 0,0675 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P5b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,0698 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P6b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     | 0,000                            |  |
| P8                                                         | P8a   | 2               | 3,77 | 2                      | 3,77 | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |  |
|                                                            | P8b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P9                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0515 | 0,258                     | 0,258                            |  |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         | 0                                |  |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         | 0,305                            |  |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         | 0,315                            |  |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         | 0,256                            |  |
| P14                                                        | P14a  | 0               | 1,58 | 0                      | 2,38 | 0,062  | 0,098                     | 0,148                            |  |
|                                                            | P14b  | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |  |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,063  | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P15b  | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P16                                                        | P16a  | 0               | 0    | 5                      | 5    | 0,061  | 0                         | 0,305                            |  |
|                                                            | P16b  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         | 0,279                            |  |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,359                     | 3,212                            |  |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |

Quadro A.13 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 7

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GREENER                 |                                              |                                             |                   |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 7                               |                   |           |             |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |
|                                                                       |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =           | 12,34     | 12,34       |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 4,30      | 4,30        |
|                                                                       |                                              |                                             | AB=               | 53,10     | 53,10       |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | Sub Cave +Cave + R/c + 1º, 2º e 3º andares  | A/B =             | 2,87      | 2,87        |
|                                                                       |                                              |                                             | AF =              | 30,10     | 30,10       |
| Tipo de Conceito                                                      |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1830,28   | 1830,28     |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,70      | 1,70        |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       | Edifício                                     | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,50      | 1,50        |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |
|                                                                       |                                              | Perigo Potencial                            | P                 | 1,47      | 1,47        |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 1,00        |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,55      |             |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,20        |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,92      |             |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Céulas Corta-fogo                           | f4                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              |                                             | B                 | 2,52      | 1,21        |
| Perigo de Activação                                                   |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              |                                             | R                 | 2,52      | 1,21        |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              |                                             | γ                 | 0,52      | 1,07        |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |

Quadro A.14 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 7

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |   |      |                 |  |                        |        |                           |                                  |
|------------------------------------------------------------|-------|---|------|-----------------|--|------------------------|--------|---------------------------|----------------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |   |      |                 |  |                        |        |                           |                                  |
| Parcela 7                                                  |       |   |      |                 |  |                        |        |                           |                                  |
| Localização                                                | Porto |   |      | Nível Existente |  | Nível após Intervenção | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |
| Parâmetros                                                 |       |   |      |                 |  |                        |        |                           |                                  |
| P1                                                         |       |   |      | 1               |  | 1                      | 0,0576 | 0,058                     | 0,058                            |
| P2                                                         |       |   |      | 0               |  | 5                      | 0,0688 | 0                         | 0,344                            |
| P3                                                         | P3a   | 5 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P3b   | 5 | 3,9  |                 |  | 5                      | 3,9    | 0,0681                    | 0,266                            |
|                                                            | P3c   | 0 |      |                 |  | 0                      |        |                           |                                  |
| P4                                                         |       |   |      | 3               |  | 3                      | 0,0666 | 0,200                     | 0,200                            |
| P5                                                         | P5a   | 5 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P5b   | 0 | 2,4  |                 |  | 0                      | 2,4    | 0,0675                    | 0                                |
|                                                            | P5c   | 0 |      |                 |  | 0                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P5d   | 5 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
| P6                                                         | P6a   | 0 |      |                 |  | 0                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P6b   | 0 | 0    |                 |  | 0                      | 0      | 0,0698                    | 0                                |
| P7                                                         |       |   |      | 0               |  | 0                      | 0,0473 | 0,000                     | 0,000                            |
| P8                                                         | P8a   | 2 |      |                 |  | 2                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P8b   | 5 | 3,77 |                 |  | 5                      | 3,77   | 0,0492                    | 0,185                            |
|                                                            | P8c   | 5 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
| P9                                                         |       |   |      | 5               |  | 5                      | 0,0515 | 0,258                     | 0,258                            |
| P10                                                        |       |   |      | 0               |  | 0                      | 0,0396 | 0                         | 0                                |
| P11                                                        |       |   |      | 0               |  | 5                      | 0,0609 | 0                         | 0,305                            |
| P12                                                        |       |   |      | 0               |  | 5                      | 0,063  | 0                         | 0,315                            |
| P13                                                        |       |   |      | 0               |  | 5                      | 0,0512 | 0                         | 0,256                            |
| P14                                                        | P14a  | 0 |      |                 |  | 0                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P14b  | 5 | 1,58 |                 |  | 5                      | 2,38   | 0,062                     | 0,098                            |
|                                                            | P14c  | 0 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P14d  | 1 |      |                 |  | 1                      |        |                           |                                  |
| P15                                                        | P15a  | 0 |      |                 |  | 0                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P15b  | 0 | 0    |                 |  | 0                      | 0      | 0,063                     | 0                                |
| P16                                                        | P16a  | 0 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
|                                                            | P16b  | 0 | 0    |                 |  | 5                      | 5      | 0,061                     | 0                                |
|                                                            | P16c  | 0 |      |                 |  | 5                      |        |                           |                                  |
| P17                                                        |       |   |      | 0               |  | 5                      | 0,0558 | 0                         | 0,279                            |
| Somatório                                                  |       |   |      |                 |  |                        | 1      | 1,226                     | 3,079                            |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |   |      |                 |  |                        |        |                           |                                  |

Quadro A.15 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 8

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GREENER                 |                                              |                                             |                   |           |             |      |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 8                               |                   |           |             |      |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |      |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |      |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =           | 11,45     | 11,45       |      |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 3,37      | 3,37        |      |
|                                                                       |                                              |                                             | AB=               | 38,60     | 38,60       |      |
|                                                                       |                                              | Cave + R/c + 1º, 2º andares                 | A/B =             | 3,40      | 3,40        |      |
|                                                                       |                                              |                                             | AF =              | 19,50     | 19,50       |      |
| Tipo de Conceito                                                      |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |      |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1001,81   | 1001,81     |      |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,50      | 1,50        |      |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       | Edifício                                     | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |      |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,30      | 1,30        |      |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |      |
|                                                                       | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 1,12      | 1,12        |      |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        | 1,00 |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 1,00        |      |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |      |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |      |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |      |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,55      |             |      |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |      |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,00        |      |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,60      |             |      |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |      |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |      |
|                                                                       |                                              | Células Corta-fogo                          | f4                | 1,00      | 1,00        |      |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |      |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              |                                             | B                 | 1,93      | 1,11        |      |
| Perigo de Activação                                                   |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |      |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              |                                             | R                 | 1,93      | 1,11        |      |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |      |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |      |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              |                                             | γ                 | 0,67      | 1,17        |      |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |      |

Quadro A.16 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 8

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|---------------------------|----------------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| Parcela 8                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente | Nível Ponderado após Intervenção |  |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                     | 0,058                            |  |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0                         | 0,344                            |  |
| P3                                                         | P3a   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  | 0,0681 | 0,266                     | 0,266                            |  |
|                                                            | P3b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P4                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0666 | 0,333                     | 0,333                            |  |
| P5                                                         | P5a   | 5               | 2,4  | 5                      | 2,4  | 0,0675 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P5b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5c   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P6                                                         | P6a   | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,0698 | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P6b   | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                     | 0,000                            |  |
| P8                                                         | P8a   | 2               | 3,77 | 2                      | 3,77 | 0,0492 | 0,185                     | 0,185                            |  |
|                                                            | P8b   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P9                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0515 | 0,258                     | 0,258                            |  |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                         | 0                                |  |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0                         | 0,305                            |  |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0                         | 0,315                            |  |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0                         | 0,256                            |  |
| P14                                                        | P14a  | 0               | 1,58 | 0                      | 2,38 | 0,062  | 0,098                     | 0,148                            |  |
|                                                            | P14b  | 5               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                           |                                  |  |
| P15                                                        | P15a  | 0               | 0    | 0                      | 0    | 0,063  | 0                         | 0                                |  |
|                                                            | P15b  | 0               |      | 0                      |      |        |                           |                                  |  |
| P16                                                        | P16a  | 0               | 0    | 5                      | 5    | 0,061  | 0                         | 0,305                            |  |
|                                                            | P16b  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                           |                                  |  |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0                         | 0,279                            |  |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,359                     | 3,212                            |  |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                           |                                  |  |

Quadro A.17 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 9

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GRETENER                |                                              |                                             |                   |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 9                               |                   |           |             |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |
|                                                                       |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = 1 =           | 10,36     | 10,36       |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 3,23      | 3,23        |
|                                                                       |                                              |                                             | AB=               | 33,50     | 33,50       |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | R/c + 1º, 2º andares + Sótão                | A/B =             | 3,20      | 3,21        |
|                                                                       |                                              |                                             | AF =              | 13,50     | 13,50       |
|                                                                       |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |
|                                                                       |                                              | Tipo de Conceito                            |                   |           |             |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1050,00   | 1050,00     |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,50      | 1,50        |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       | Edifício                                     | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Carga de incêndio imobiliária               | i                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,30      | 1,30        |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |
|                                                                       | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 1,12      | 1,12        |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 1,00        |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,55      |             |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,60      |             |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Células Corta-fogo                          | f4                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              |                                             | B                 | 1,93      | 1,11        |
| Perigo de Activação                                                   |                                              |                                             | A                 | 1,00      | 1,00        |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              |                                             | R                 | 1,93      | 1,11        |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              |                                             | Ph,e              | 1,00      | 1,00        |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              |                                             | Ru                | 1,30      | 1,30        |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              |                                             | γ                 | 0,67      | 1,17        |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |

Quadro A.18 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 9

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |      |        |                                  |
|------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------|----------------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                    |       |                 |      |                        |      |        |                                  |
| Parcela 9                                                  |       |                 |      |                        |      |        |                                  |
| Localização                                                | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção |      | Pesos  | Nível Ponderado Existente        |
| Parâmetros                                                 |       |                 |      |                        |      |        | Nível Ponderado após Intervenção |
| P1                                                         |       | 1               |      | 1                      |      | 0,0576 | 0,058                            |
| P2                                                         |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0688 | 0,344                            |
| P3                                                         | P3a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0681 | 0,266                            |
|                                                            | P3b   | 5               | 3,9  | 5                      | 3,9  |        |                                  |
|                                                            | P3c   | 0               |      | 0                      |      |        |                                  |
| P4                                                         |       | 5               |      | 5                      |      | 0,0666 | 0,333                            |
| P5                                                         | P5a   | 5               |      | 5                      |      | 0,0675 | 0                                |
|                                                            | P5b   | 0               |      | 0                      |      |        |                                  |
|                                                            | P5c   | 0               | 2,4  | 0                      | 2,4  |        |                                  |
|                                                            | P5d   | 5               |      | 5                      |      |        |                                  |
| P6                                                         | P6a   | 0               |      | 0                      |      | 0,0698 | 0                                |
|                                                            | P6b   | 0               | 0    | 0                      | 0    |        |                                  |
| P7                                                         |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0473 | 0,000                            |
| P8                                                         | P8a   | 2               |      | 2                      |      | 0,0492 | 0,185                            |
|                                                            | P8b   | 5               | 3,77 | 5                      | 3,77 |        |                                  |
|                                                            | P8c   | 5               |      | 5                      |      |        |                                  |
| P9                                                         |       | 2               |      | 2                      |      | 0,0515 | 0,103                            |
| P10                                                        |       | 0               |      | 0                      |      | 0,0396 | 0                                |
| P11                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0609 | 0,305                            |
| P12                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,063  | 0,315                            |
| P13                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0512 | 0,256                            |
| P14                                                        | P14a  | 0               |      | 0                      |      | 0,062  | 0,148                            |
|                                                            | P14b  | 5               | 1,58 | 5                      | 2,38 |        |                                  |
|                                                            | P14c  | 0               |      | 5                      |      |        |                                  |
|                                                            | P14d  | 1               |      | 1                      |      |        |                                  |
| P15                                                        | P15a  | 0               |      | 0                      |      | 0,063  | 0                                |
|                                                            | P15b  | 0               | 0    | 0                      | 0    |        |                                  |
| P16                                                        | P16a  | 0               |      | 5                      |      | 0,061  | 0,305                            |
|                                                            | P16b  | 0               | 0    | 5                      | 5    |        |                                  |
|                                                            | P16c  | 0               |      | 5                      |      |        |                                  |
| P17                                                        |       | 0               |      | 5                      |      | 0,0558 | 0,279                            |
| Somatório                                                  |       |                 |      |                        |      | 1      | 1,205                            |
| RISK INDEX [0 - 5]                                         |       |                 |      |                        |      |        |                                  |

Quadro A.19 – Folha de cálculo do Método de Gretener para a Parcela 10

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE GREENER                 |                                              |                                             |                   |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Edifício                                                              |                                              | Parcela n.º 10                              |                   |           |             |
| Localização                                                           |                                              | Porto                                       |                   |           |             |
|                                                                       |                                              | Descrição                                   | Concepção         | Existente | Intervenção |
|                                                                       |                                              | Sem Compartimentação horizontal ou vertical | A = l =           | 9,03      | 9,03        |
|                                                                       |                                              |                                             | B = b =           | 4,08      | 4,08        |
|                                                                       |                                              |                                             | AB=               | 36,84     | 36,84       |
| Tipo de Construção                                                    |                                              | R/c + 1º,2º e 3º andares                    | A/B =             | 2,21      | 2,21        |
|                                                                       |                                              |                                             | AF =              | 27,10     | 27,10       |
| Tipo de Conceito                                                      |                                              |                                             | Tipo =            | V         | V           |
| Perigos Potenciais                                                    | Conteúdo                                     | Carga de incêndio mobiliária                | Qm                | 1200,00   | 1200,00     |
|                                                                       |                                              |                                             | q                 | 1,50      | 1,50        |
|                                                                       |                                              | Combustibilidade                            | c                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Fumo                              | r                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Perigo de Corrosão                          | k                 | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       | Edifício                                     | Carga de incêndio mobiliária                | i                 | 1,20      | 1,20        |
|                                                                       |                                              | Nível do andar                              | e                 | 1,50      | 1,50        |
|                                                                       |                                              | Amplidão da superfície                      | g                 | 0,40      | 0,40        |
|                                                                       | Perigo Potencial                             |                                             | P                 | 1,30      | 1,30        |
|                                                                       | Medidas contra o Desenvolvimento de Incêndio | Normais                                     | Extintor Portátil | n1        | 0,90        |
| Hidrantes interiores                                                  |                                              |                                             | n2                | 0,80      | 1,00        |
| Água de extinção                                                      |                                              |                                             | n3                | 0,55      | 0,55        |
| Conduta de transporte                                                 |                                              |                                             | n4                | 1,00      | 1,00        |
| Pessoal instruído                                                     |                                              |                                             | n5                | 0,80      | 1,00        |
| Medidas Normais                                                       |                                              | N                                           | 0,32              | 0,55      |             |
| Especiais                                                             |                                              | Deteção do fogo                             | s1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Transmissão de alerta                       | s2                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Bombeiros                                   | s3                | 1,60      | 1,60        |
|                                                                       |                                              | Escalão de Intervenção                      | s4                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Instalação de extinção                      | s5                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Evacuação de fumo e calor                   | s6                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas Especiais                                                     |                                              | S                                           | 1,60              | 1,60      |             |
| Construção                                                            |                                              | Estrutura resistente                        | f1                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Elementos de Fachadas                       | f2                | 1,15      | 1,15        |
|                                                                       |                                              | Compartimentação Vertical                   | f3                | 1,00      | 1,00        |
|                                                                       |                                              | Células Corta-fogo                          | f4                | 1,00      | 1,00        |
| Medidas de Construção                                                 |                                              | F                                           | 1,15              | 1,15      |             |
| Factor de Exposição ao Perigo                                         |                                              | B                                           | 2,22              | 1,28      |             |
| Perigo de Activação                                                   |                                              | A                                           | 1,00              | 1,00      |             |
| Risco de Incêndio Efectivo                                            |                                              | R                                           | 2,22              | 1,28      |             |
| Exposição das Pessoas ao Perigo                                       |                                              | Ph,e                                        | 1,00              | 1,00      |             |
| Risco Limite Admissível                                               |                                              | Ru                                          | 1,30              | 1,30      |             |
| Segurança contra Incêndio                                             |                                              | γ                                           | 0,58              | 1,02      |             |
| Conclusão: O edifício não se encontra protegido nas actuais condições |                                              |                                             |                   |           |             |

Quadro A.20 – Folha de cálculo do FRIM para a Parcela 10

| AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO DE "FIRE RISK INDEX" |       |                 |      |                        |        |                                  |
|-----------------------------------------------------------------|-------|-----------------|------|------------------------|--------|----------------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL                                         |       |                 |      |                        |        |                                  |
| Parcela 10                                                      |       |                 |      |                        |        |                                  |
| Localização                                                     | Porto | Nível Existente |      | Nível após Intervenção | Pesos  | Nível Ponderado Existente        |
| Parâmetros                                                      |       |                 |      |                        |        | Nível Ponderado após Intervenção |
| P1                                                              |       | 1               |      | 1                      | 0,0576 | 0,058                            |
| P2                                                              |       | 0               |      | 5                      | 0,0688 | 0                                |
| P3                                                              | P3a   | 5               |      | 5                      | 0,0681 | 0,266                            |
|                                                                 | P3b   | 5               | 3,9  | 5                      |        |                                  |
|                                                                 | P3c   | 0               |      | 0                      |        |                                  |
| P4                                                              |       | 5               |      | 5                      | 0,0666 | 0,333                            |
| P5                                                              | P5a   | 5               |      | 5                      | 0,0675 | 0                                |
|                                                                 | P5b   | 0               |      | 0                      |        |                                  |
|                                                                 | P5c   | 0               | 2,4  | 0                      |        |                                  |
|                                                                 | P5d   | 5               |      | 5                      |        |                                  |
| P6                                                              | P6a   | 0               |      | 0                      | 0,0698 | 0                                |
|                                                                 | P6b   | 0               | 0    | 0                      |        |                                  |
| P7                                                              |       | 0               |      | 0                      | 0,0473 | 0,000                            |
| P8                                                              | P8a   | 2               |      | 2                      | 0,0492 | 0,185                            |
|                                                                 | P8b   | 5               | 3,77 | 5                      |        |                                  |
|                                                                 | P8c   | 5               |      | 5                      |        |                                  |
| P9                                                              |       | 5               |      | 5                      | 0,0515 | 0,258                            |
| P10                                                             |       | 0               |      | 0                      | 0,0396 | 0                                |
| P11                                                             |       | 0               |      | 5                      | 0,0609 | 0                                |
| P12                                                             |       | 0               |      | 5                      | 0,063  | 0                                |
| P13                                                             |       | 0               |      | 5                      | 0,0512 | 0                                |
| P14                                                             | P14a  | 0               |      | 0                      | 0,062  | 0,148                            |
|                                                                 | P14b  | 5               | 1,58 | 5                      |        |                                  |
|                                                                 | P14c  | 0               |      | 5                      |        |                                  |
|                                                                 | P14d  | 1               |      | 1                      |        |                                  |
| P15                                                             | P15a  | 0               |      | 0                      | 0,063  | 0                                |
|                                                                 | P15b  | 0               | 0    | 0                      |        |                                  |
| P16                                                             | P16a  | 0               |      | 5                      | 0,061  | 0,305                            |
|                                                                 | P16b  | 0               | 0    | 5                      |        |                                  |
|                                                                 | P16c  | 0               |      | 5                      |        |                                  |
| P17                                                             |       | 0               |      | 5                      | 0,0558 | 0                                |
| Somatório                                                       |       |                 |      |                        | 1      | 1,359                            |
| RISK INDEX [0 - 5]                                              |       |                 |      |                        |        |                                  |





# **ANEXO B**

**MÉTODO DE GRETENER – APLICAÇÕES**



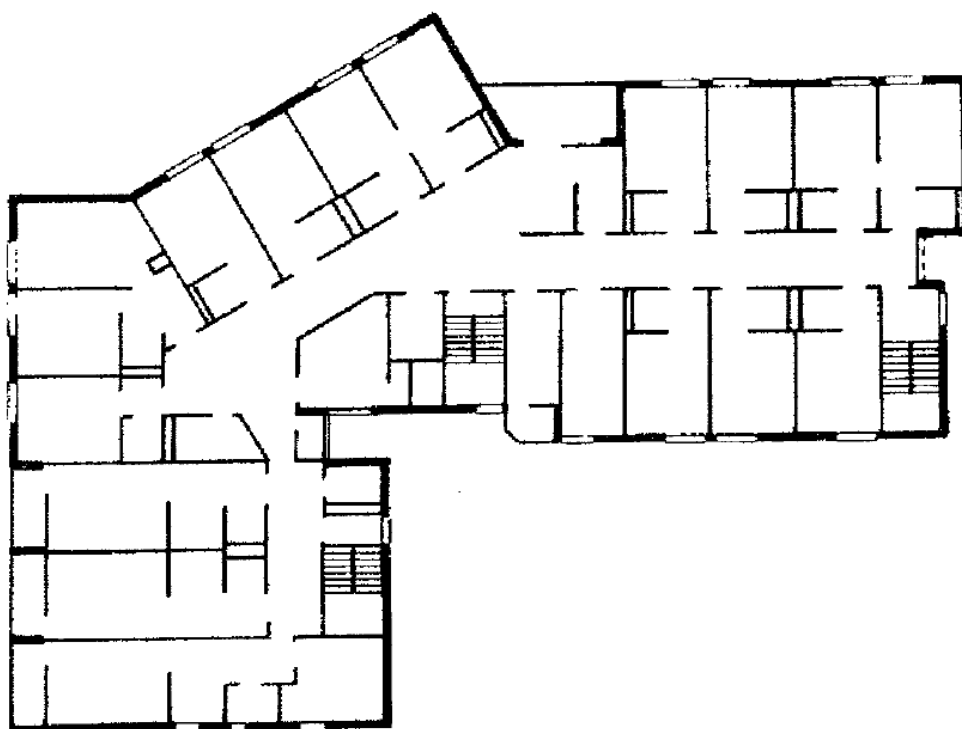


Figura B.1 – Construção do tipo Z

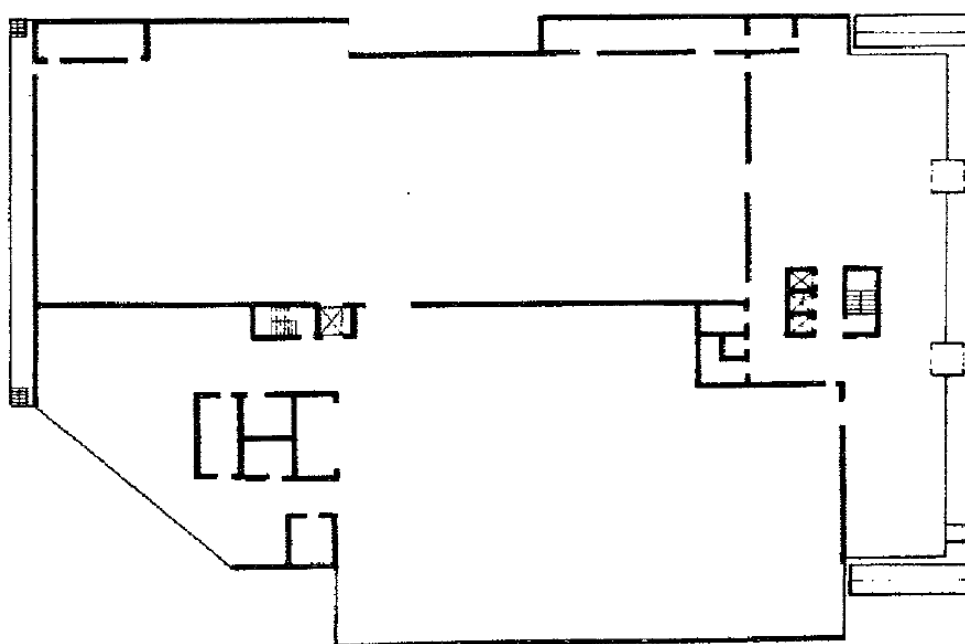


Figura B.2 – Construção do tipo G

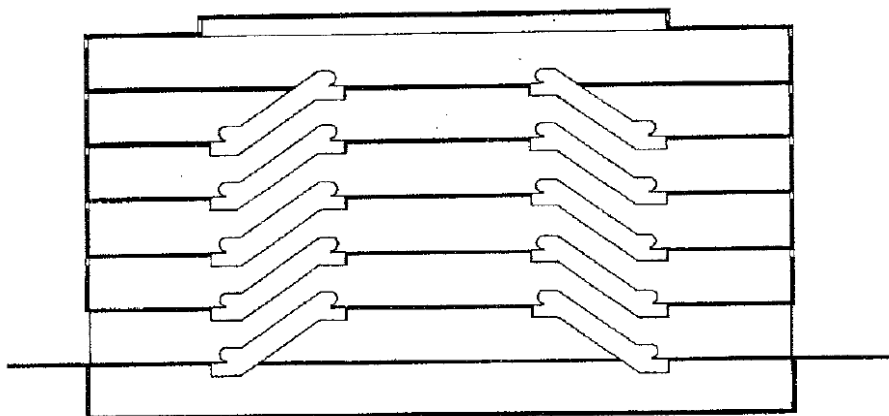


Figura B.3 – Construção do tipo V

Quadro B.1 – Identificação dos diversos tipos de edifícios de acordo com o género e modo de construção

| Género de construção<br>Modo de construção<br>(em relação à propagação do fogo) | <i>A</i><br><b>Maciça</b><br>(resistência ao fogo $\geq F30$ ) | <i>B</i><br><b>Mista</b><br>(resistência ao fogo variável)                    | <i>C</i><br><b>Combustível</b><br>(resistência ao fogo $\leq F30$ cb) |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 |                                                                |                                                                               |                                                                       |
| Em células<br>Local de 30 – 200 m <sup>2</sup>                                  | <i>Z</i>                                                       | <i>Z</i> <sup>(1)</sup><br><i>G</i> <sup>(2)</sup><br><i>V</i> <sup>(3)</sup> | <i>V</i>                                                              |
| De grande superfície<br>Andares separados entre si                              | <i>G</i>                                                       | <i>G</i> <sup>(2)</sup><br><i>V</i> <sup>(3)</sup>                            | <i>V</i>                                                              |
| De grandes volumes<br>Conjunto do edifício, vários andares ligados              | <i>V</i>                                                       | <i>V</i>                                                                      | <i>V</i>                                                              |

(1) Separações entre células e andares resistentes ao fogo

(2) Separações entre andares resistentes ao fogo, entre células insuficientemente resistentes ao fogo

(3) Separações entre células e andares insuficientemente resistentes ao fogo

Quadro B.2 – Carga de Incêndio Mobiliária (q)

| Carga de incêndio mobiliária, factor q |                    |     |                |                    |                 |                |                    |   |
|----------------------------------------|--------------------|-----|----------------|--------------------|-----------------|----------------|--------------------|---|
| Q <sub>m</sub>                         | $\frac{(MJ)}{m^2}$ | q   | Q <sub>m</sub> | $\frac{(MJ)}{m^2}$ | q               | Q <sub>m</sub> | $\frac{(MJ)}{m^2}$ | q |
| Até                                    | 50                 | 0,6 | 401 - 600      | 1,3                | 5 001 - 7 000   | 2,0            |                    |   |
| 51 -                                   | 75                 | 0,7 | 601 - 800      | 1,4                | 7 001 - 10 000  | 2,1            |                    |   |
| 76 -                                   | 100                | 0,8 | 801 - 1 200    | 1,5                | 10 001 - 14 000 | 2,2            |                    |   |
| 101 -                                  | 150                | 0,9 | 1201 - 1 700   | 1,6                | 14 001 - 20 000 | 2,3            |                    |   |
| 151 -                                  | 200                | 1,0 | 1 701 - 2 500  | 1,7                | 20 001 - 28 000 | 2,4            |                    |   |
| 201 -                                  | 300                | 1,1 | 2 501 - 3 500  | 1,8                |                 |                |                    |   |
| 301 -                                  | 400                | 1,2 | 3 501 - 5 000  | 1,9                | mais de         | 28000          | 2,5                |   |

Quadro B.3 – Factor de Combustibilidade (c)

| <b>Combustibilidade</b>            | <b>Graus de combustibilidade</b> | <b>c</b> |
|------------------------------------|----------------------------------|----------|
| altamente inflamável               | 1                                | 1,6      |
| facilmente inflamável              | 2                                | 1,4      |
| inflamável, facilmente combustível | 3                                | 1,2      |
| normalmente combustível            | 4                                | 1,0      |
| difícilmente combustível           | 5                                | 1,0      |
| incombustível                      | 6                                | 1,0      |

Quadro B.4 – Factor de Formação de Fumo (r)

| <b>Classificação dos materiais e mercadorias</b> | <b>Grau de fumo (ensaio)</b> | <b>Perigo devido ao fumo</b> | <b>r</b> |
|--------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|
| <b>F<sub>u</sub></b>                             | 3                            | normal                       | 1,0      |
|                                                  | 2                            | médio                        | 1,1      |
|                                                  | I                            | grande                       | 1,2      |

Quadro B.5 – Factor de Perigo de Corrosão (k)

| <b>Classificação dos materiais e mercadorias</b> | <b>Grau de perigo</b> | <b>k</b> |
|--------------------------------------------------|-----------------------|----------|
| <b>C<sub>o</sub></b>                             | normal                | 1,0      |
|                                                  | médio                 | 1,1      |
|                                                  | grande                | 1,2      |

Quadro B.6 – Carga de Incêndio Imobiliária (i)

| Estrutura resistente | Elementos das fachadas, coberturas                                                                                                    | Betão<br>tijolo<br>metal | Componentes de fachadas multi-camadas com camadas exteriores incombustíveis* | Madeira<br>matérias sintéticas |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                      |                                                                                                                                       | incombustível            | combustível/protégida                                                        | combustível                    |
|                      | Betão, tijolo, aço<br>outro metais, incombustível                                                                                     | 1,0                      | 1,05                                                                         | 1,1                            |
|                      | Construção em madeira:<br>- F 30 cb<br>- madeira / revestimento F 30<br>- maciça combustível:<br>as dimensões cumprem os regulamentos | 1,1                      | 1,15                                                                         | 1,2                            |
|                      | Construção em madeira:<br>as dimensões não cumprem os regulamentos                                                                    | 1,2                      | 1,25                                                                         | 1,3                            |

\*É autorizada parte da camada exterior combustível se não for possível a propagação vertical do incêndio.

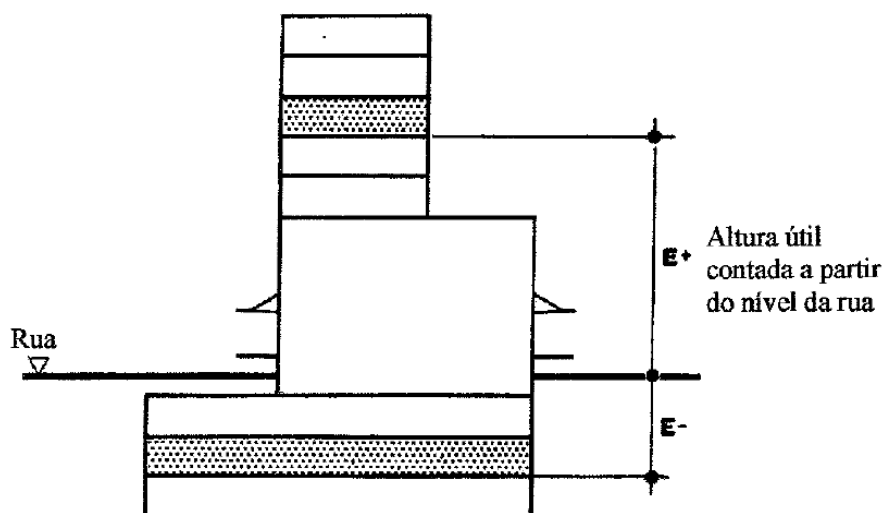


Figura B.4 – Edifício de vários andares

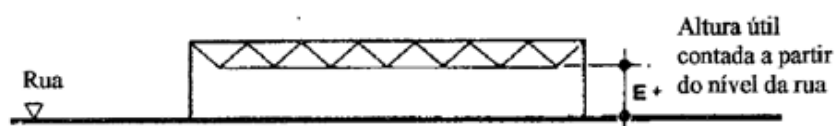


Figura B.5 – Edifício de um só piso

Quadro B.7 – Nível do Andar ou Altura do Local – Edifícios de 1 só Piso (e)

| Edifícios de um só piso |  |                   |                 |                  |
|-------------------------|--|-------------------|-----------------|------------------|
| Altura do local E**     |  | e                 |                 |                  |
|                         |  | $Q_m$<br>pequena* | $Q_m$<br>média* | $Q_m$<br>grande* |
| mais do que 10m         |  | 1,00              | 1,25            | 1,50             |
| até 10m                 |  | 1,00              | 1,15            | 1,30             |
| até 7m                  |  | 1,00              | 1,00            | 1,00             |

\* Pequena  $Q_m \leq 200 \text{ MJ/m}^2$ \* Média  $Q_m \leq 1000 \text{ MJ/m}^2$ \* Grande  $Q_m > 1000 \text{ MJ/m}^2$ 

\*\* Altura útil por exemplo até à ponte rolante aresta inferior da asna tipo shed

Quadro B.8 – Nível do Andar ou Altura do Local – Pisos Enterrados (e)

| Pisos enterrados |     |      |
|------------------|-----|------|
| 1ª Cave -        | 3m  | 1,00 |
| 2ª Cave -        | 6m  | 1,90 |
| 3ª Cave -        | 9m  | 2,60 |
| 4ª Cave -        | 12m | 3,00 |

Quadro B.9 – Nível do Andar ou Altura do Local – Vários Andares (e)

| Edifícios de vários andares |   |      |       |                                           |      |
|-----------------------------|---|------|-------|-------------------------------------------|------|
| Andar                       |   |      |       | $E^+$<br>cota do<br>nível do<br>pavimento | $e$  |
| desde                       | o | 11.º | andar | ≤34m                                      | 2,00 |
| “                           | “ | 8º   | “     | ≤25m                                      | 1,90 |
| “                           | “ | 7º   | “     | ≤22m                                      | 1,80 |
| “                           | “ | 6º   | “     | ≤19m                                      | 1,85 |
| “                           | “ | 5º   | “     | ≤16m                                      | 1,75 |
| “                           | “ | 4º   | “     | ≤13m                                      | 1,65 |
| “                           | “ | 3º   | “     | ≤10m                                      | 1,50 |
| “                           | “ | 2º   | “     | ≤7m                                       | 1,30 |
| “                           | “ | 1º   | “     | < 4m                                      | 1,00 |
| r/chão                      |   |      |       |                                           | 1,00 |

Quadro B.10 – Factor de Amplidão da Superfície (g)

|                                                              | Relação entre o comprimento e a largura<br>do compartimento de incêndio |        |        |        |        |        |        |        | factor de<br>amplidão<br>de<br>superfície |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------------|
|                                                              | 8:1                                                                     | 7:1    | 6:1    | 5:1    | 4:1    | 3:1    | 2:1    | 1:1    | g                                         |
| Superfície do compartimento de incêndio AB em m <sup>2</sup> | 800                                                                     | 770    | 730    | 680    | 630    | 580    | 500    | 400    | 0,4                                       |
|                                                              | 1 200                                                                   | 1 150  | 1 090  | 1 030  | 950    | 870    | 760    | 600    | 0,5                                       |
|                                                              | 1 600                                                                   | 1 530  | 1 450  | 1 370  | 1 270  | 1 150  | 1 010  | 800    | 0,6                                       |
|                                                              | 2 000                                                                   | 1 900  | 1 800  | 1 700  | 1 600  | 1 450  | 1 250  | 1 000  | 0,8                                       |
|                                                              | 2 400                                                                   | 2 300  | 2 200  | 2 050  | 1 900  | 1 750  | 1 500  | 1 200  | 1,0                                       |
|                                                              | 4 000                                                                   | 3 800  | 3 600  | 3 400  | 3 200  | 2 900  | 2 500  | 2 000  | 1,2                                       |
|                                                              | 6 000                                                                   | 5 700  | 5 500  | 5 100  | 4 800  | 4 300  | 3 800  | 3 000  | 1,4                                       |
|                                                              | 8 000                                                                   | 7 700  | 7 300  | 6 800  | 6 300  | 5 800  | 5 000  | 4 000  | 1,6                                       |
|                                                              | 10 000                                                                  | 9 600  | 9 100  | 8 500  | 7 900  | 7 200  | 6 300  | 5 000  | 1,8                                       |
|                                                              | 12 000                                                                  | 11 500 | 10 900 | 10 300 | 9 500  | 8 700  | 7 600  | 6 000  | 2,0                                       |
|                                                              | 14 000                                                                  | 13 400 | 12 700 | 12 000 | 11 100 | 10 100 | 8 800  | 7 000  | 2,2                                       |
|                                                              | 16 000                                                                  | 15 300 | 14 500 | 13 700 | 12 700 | 11 500 | 10 100 | 8 000  | 2,4                                       |
|                                                              | 18 000                                                                  | 17 200 | 16 400 | 15 400 | 14 300 | 13 000 | 11 300 | 9 000  | 2,6                                       |
|                                                              | 20 000                                                                  | 19 100 | 18 200 | 17 100 | 15 900 | 14 400 | 12 600 | 10 000 | 2,8                                       |
|                                                              | 22 000                                                                  | 21 000 | 20 000 | 18 800 | 17 500 | 15 900 | 13 900 | 11 000 | 3,0                                       |
|                                                              | 24 000                                                                  | 23 000 | 21 800 | 20 500 | 19 000 | 17 300 | 15 100 | 12 000 | 3,2                                       |
|                                                              | 26 000                                                                  | 24 900 | 23 600 | 22 200 | 20 600 | 18 700 | 16 400 | 13 000 | 3,4                                       |
|                                                              | 28 000                                                                  | 26 800 | 25 400 | 23 900 | 22 200 | 20 200 | 17 600 | 14 000 | 3,6                                       |
|                                                              | 32 000                                                                  | 30 600 | 29 100 | 27 400 | 25 400 | 23 100 | 20 200 | 16 000 | 3,8                                       |
|                                                              | 36 000                                                                  | 34 400 | 32 700 | 30 800 | 28 600 | 26 000 | 22 700 | 18 000 | 4,0                                       |
|                                                              | 40 000                                                                  | 38 300 | 36 300 | 35 300 | 31 700 | 28 800 | 25 200 | 20 000 | 4,2                                       |
|                                                              | 44 000                                                                  | 42 100 | 40 000 | 37 600 | 34 900 | 31 700 | 27 700 | 22 000 | 4,4                                       |
|                                                              | 52 000                                                                  | 49 800 | 47 200 | 44 500 | 41 300 | 37 500 | 32 800 | 26 000 | 4,6                                       |
|                                                              | 60 000                                                                  | 57 400 | 54 500 | 51 300 | 47 600 | 43 300 | 37 800 | 30 000 | 4,8                                       |
|                                                              | 68 000                                                                  | 65 000 | 61 800 | 58 100 | 54 000 | 49 000 | 42 800 | 34 000 | 5,0                                       |

Quadro B.11 – Coeficientes das Medidas Normais (n)

| Medidas normais |                                                                        |                                                                                                                                     |                                 |               | n             |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
| n <sub>1</sub>  | 10                                                                     | <b>Extintores portáteis</b>                                                                                                         |                                 |               |               |
|                 | 11                                                                     | suficientes                                                                                                                         |                                 |               | 1,00          |
|                 | 12                                                                     | insuficientes ou inexistentes                                                                                                       |                                 |               | 0,90          |
| n <sub>2</sub>  | 20                                                                     | <b>Bocas de incêndio armadas</b>                                                                                                    |                                 |               |               |
|                 | 21                                                                     | suficientes                                                                                                                         |                                 |               | 1,00          |
|                 | 22                                                                     | insuficientes ou inexistentes                                                                                                       |                                 |               | 0,80          |
| n <sub>3</sub>  | 30                                                                     | <b>Fiabilidade do sistema de abastecimento de água</b>                                                                              |                                 |               |               |
|                 |                                                                        | Condições mínimas de débito                                                                                                         | Reserva de água para incêndio** |               |               |
|                 |                                                                        | - grande risco - mais de 3600 l/minuto                                                                                              | mínimo 480 m <sup>3</sup>       |               |               |
|                 |                                                                        | - risco médio - mais de 1800 l/minuto                                                                                               | mínimo 240 m <sup>3</sup>       |               |               |
|                 |                                                                        | - pequeno risco - mais de 900 l/minuto                                                                                              | mínimo 120 m <sup>3</sup>       |               |               |
|                 |                                                                        |                                                                                                                                     | Pressão de saída no hidrante    |               |               |
|                 |                                                                        |                                                                                                                                     | menos de 2 bar                  | mais de 2 bar | mais de 4 bar |
|                 | 31                                                                     | Reservatório elevado com reserva de água para incêndio ou bomba de nível freático, independente da rede eléctrica, com reservatório | 0,70                            | 0,85          | 1,00          |
|                 | 32                                                                     | Reservatório elevado de água para incêndio sem reserva, com bomba de nível freático, independente da rede eléctrica                 | 0,65                            | 0,75          | 0,90          |
|                 | 33                                                                     | Bomba de nível freático independente da rede eléctrica, sem reservatório                                                            | 0,60                            | 0,70          | 0,85          |
| 34              | Bomba de nível freático dependente da rede eléctrica, sem reservatório | 0,50                                                                                                                                | 0,60                            | 0,70          |               |
| 35              | Águas naturais                                                         | 0,50                                                                                                                                | 0,55                            | 0,60          |               |
| n <sub>4</sub>  | 40                                                                     | <b>Comprimento da conduta de transporte</b>                                                                                         |                                 |               |               |
|                 | 41                                                                     | Comprimento da conduta < 70 m (Distância entre o hidrante e a entrada do edifício)                                                  |                                 |               | 1,00          |
|                 | 42                                                                     | Comprimento da conduta 70-100 m                                                                                                     |                                 |               | 0,95          |
|                 | 43                                                                     | Comprimento da conduta > 100 m                                                                                                      |                                 |               | 0,90          |
| n <sub>5</sub>  | 50                                                                     | <b>Pessoal instruído</b>                                                                                                            |                                 |               |               |
|                 | 51                                                                     | Disponível e treinado                                                                                                               |                                 |               | 1,00          |
|                 | 52                                                                     | Inexistente                                                                                                                         |                                 |               | 0,80          |

Quadro B.12 – Coeficientes das Medidas Especiais (s)

| Medidas especiais         |                                                        |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                 |                         |                     |                 |                 |                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Detecção                  | s <sub>1</sub>                                         | 10                                                                                                                                              | <b>Detecção do fogo</b>                                                                                                                                                                         |                         |                     |                 |                 | s                 |
|                           |                                                        | 11                                                                                                                                              | Vigilância: 2 rondas durante a noite e nos dias de inactividade                                                                                                                                 |                         |                     |                 |                 | 1,05              |
|                           |                                                        | 12                                                                                                                                              | rondas de 2 em 2 horas todos os dias                                                                                                                                                            |                         |                     |                 |                 | 1,10              |
|                           |                                                        | 13                                                                                                                                              | Instalação de detecção: automática (segundo prescrições)                                                                                                                                        |                         |                     |                 |                 | 1,45              |
| 13                        | Instalação sprinkler: automática (segundo prescrições) |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                 |                         |                     | 1,20            |                 |                   |
| Transmissão de alerta     | s <sub>2</sub>                                         | 20                                                                                                                                              | <b>Transmissão de alerta ao posto de alerta de incêndio</b>                                                                                                                                     |                         |                     |                 |                 |                   |
|                           |                                                        | 21                                                                                                                                              | Através de um posto ocupado em permanência (por exemplo, cubículo porteiro com telefone)                                                                                                        |                         |                     |                 |                 | 1,05              |
|                           |                                                        | 22                                                                                                                                              | Através de um posto ocupado em permanência (de noite pelo menos 2 pessoas) com telefone                                                                                                         |                         |                     |                 |                 | 1,10              |
|                           |                                                        | 23                                                                                                                                              | Transmissão de alerta automática a partir de uma central de detecção ou sprinkler para um posto de alarme de incêndio por meio de uma linha telefónica sem controle em permanência              |                         |                     |                 |                 | 1,10              |
|                           |                                                        | 24                                                                                                                                              | Transmissão de alerta automática a partir de uma central de detecção ou sprinkler para um posto de alerta de incêndio por linha telefónica controlada em permanência (linha alugada ou TUS) (*) |                         |                     |                 |                 | 1,20              |
|                           |                                                        | (*) Linha TUS é uma linha telefónica controlada constantemente. Se a linha ficar fora de uso, soa um alarme (ver medida s <sub>24</sub> ) (NT.) |                                                                                                                                                                                                 |                         |                     |                 |                 |                   |
| Intervenção               | s <sub>3</sub>                                         | 30                                                                                                                                              | <b>Bombeiros oficiais (CB) e de empresa (BE)</b>                                                                                                                                                |                         |                     |                 |                 |                   |
|                           |                                                        | Bombeiros oficiais                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                 | BE<br>Escalão 1         | BE<br>Escalão 2     | BE<br>Escalão 3 | BE<br>Escalão 4 | Ausência<br>de BE |
|                           |                                                        | 31                                                                                                                                              | Corpo Bombeiros                                                                                                                                                                                 | 1,20                    | 1,30                | 1,40            | 1,50            | 1,00              |
|                           |                                                        | 32                                                                                                                                              | CB + alerta simultâneo                                                                                                                                                                          | 1,30                    | 1,40                | 1,50            | 1,60            | 1,15              |
|                           |                                                        | 33                                                                                                                                              | CB + alerta simultâneo +auto-tanque                                                                                                                                                             | 1,40                    | 1,50                | 1,60            | 1,70            | 1,30              |
|                           |                                                        | 34                                                                                                                                              | Centro de Reforço B* (CRB)                                                                                                                                                                      | 1,45                    | 1,55                | 1,65            | 1,75            | 1,35              |
|                           |                                                        | 35                                                                                                                                              | Centro de Reforço A* (CRA)                                                                                                                                                                      | 1,50                    | 1,60                | 1,70            | 1,80            | 1,40              |
|                           |                                                        | 36                                                                                                                                              | CRA+ piquete                                                                                                                                                                                    | 1,55                    | 1,65                | 1,75            | 1,85            | 1,45              |
|                           |                                                        | 37                                                                                                                                              | Bombeiros Profissional                                                                                                                                                                          | 1,70                    | 1,75                | 1,80            | 1,90            | 1,60              |
| Escalões de intervenção   | s <sub>4</sub>                                         | 40                                                                                                                                              | <b>Escalões de intervenção dos corpos locais de Bombeiros</b>                                                                                                                                   |                         |                     |                 |                 |                   |
|                           |                                                        | Escalão<br>Tempo                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                 | Instalação<br>sprinkler | BE<br>Escalão 1 + 2 | BE<br>Escalão 3 | BE<br>Escalão 4 | Ausência<br>BE    |
|                           |                                                        | 41                                                                                                                                              | E <sub>1</sub> <15 min                                                                                                                                                                          | 1,00                    | 1,00                | 1,00            | 1,00            | 1,00              |
|                           |                                                        | 42                                                                                                                                              | E <sub>2</sub> <30 min.                                                                                                                                                                         | 1,00                    | 0,90                | 0,95            | 1,00            | 0,80              |
|                           |                                                        | 43                                                                                                                                              | E <sub>3</sub> > 30 min.                                                                                                                                                                        | 0,95                    | 0,75                | 0,90            | 0,95            | 0,60              |
| Instalação de intervenção | s <sub>5</sub>                                         | 50                                                                                                                                              | <b>Instalação Sprinkler</b>                                                                                                                                                                     |                         |                     |                 |                 |                   |
|                           |                                                        | 51                                                                                                                                              | Instalação Sprinkler                                                                                                                                                                            |                         |                     |                 |                 | 2,00              |
|                           |                                                        | 52                                                                                                                                              | Instalação dilúvio, de água pulverizada ou de espuma (protecção de local)                                                                                                                       |                         |                     |                 |                 | 1,70              |
|                           |                                                        | 53                                                                                                                                              | Instalação automática de extinção a gás (protecção de local)                                                                                                                                    |                         |                     |                 |                 | 1,35              |
| EACF                      | s <sub>6</sub>                                         | 60                                                                                                                                              | Evacuação automática de calor e fumo (EACF) natural ou forçada                                                                                                                                  |                         |                     |                 |                 | 1,20              |

\*ou um corpo local de Bombeiros equipado e formado da mesma maneira

Quadro B.13 – Coeficientes de Medidas inerentes à Construção (f)

| Medidas inerentes à construção          |    |                                                                                                                                                                                              |                   |                     |             |                |
|-----------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|----------------|
| $F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$ |    |                                                                                                                                                                                              |                   |                     |             | $f$            |
| $f_1$                                   | 11 | <b>Estrutura resistente</b> (partes resistentes: paredes, vigas, pilares)                                                                                                                    |                   |                     |             | 1,30           |
|                                         | 12 | $\geq F 60$                                                                                                                                                                                  |                   |                     |             | 1,20           |
|                                         | 13 | F 30/F 30 cb                                                                                                                                                                                 |                   |                     |             | 1,00           |
| $f_2$                                   | 21 | <b>Fachadas</b><br>Altura das janelas; 2/3 da altura do andar                                                                                                                                |                   |                     |             | 1,15           |
|                                         | 22 | $\geq F 60$                                                                                                                                                                                  |                   |                     |             | 1,10           |
|                                         | 23 | F 30/F 30 cb                                                                                                                                                                                 |                   |                     |             | 1,00           |
| $f_3$                                   |    | <b>Pavimentos**</b><br><br>(Elementos horizontais de separação horizontal entre níveis)                                                                                                      | Número de andares | Ligações verticais  |             |                |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              |                   | Z+G                 | V           | V              |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              |                   | Nenhuma ou isoladas | Protegidas* | não protegidas |
|                                         | 31 | $\geq F 60$                                                                                                                                                                                  | 2                 | 1,20                | 1,10        | 1,00           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | >2                | 1,30                | 1,15        | 1,00           |
|                                         | 32 | F 30                                                                                                                                                                                         | 2                 | 1,15                | 1,05        | 1,00           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | >2                | 1,20                | 1,10        | 1,00           |
|                                         | 33 | F 30 cb                                                                                                                                                                                      | 2                 | 1,10                | 1,05        | 1,00           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | >2                | 1,15                | 1,10        | 1,00           |
|                                         | 34 | < F 30 cb                                                                                                                                                                                    | 2                 | 1,05                | 1,00        | 1,00           |
| >2                                      |    |                                                                                                                                                                                              | 1,10              | 1,05                | 1,00        |                |
| $f_4$                                   |    | <b>Superfície das células</b><br>Corta-fogo providas de divisórias F 30, F 30 cb, portas corta-fogo T 30.<br>Relação de áreas AF/AZ (em percentagem da área em planta da célula corta-fogo). |                   |                     |             |                |
|                                         | 41 | $AZ < 50 \text{ m}^2$                                                                                                                                                                        | F 30              | 1,40                | 1,30        | 1,20           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | F 30 cb           | 1,30                | 1,20        | 1,10           |
|                                         | 42 | $AZ < 100 \text{ m}^2$                                                                                                                                                                       | F 30              | 1,30                | 1,20        | 1,10           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | F 30 cb           | 1,20                | 1,10        | 1,00           |
|                                         | 43 | $AZ \leq 200 \text{ m}^2$                                                                                                                                                                    | F 30              | 1,20                | 1,10        | 1,00           |
|                                         |    |                                                                                                                                                                                              | F 30 cb           | 1,10                | 1,00        | 1,00           |

Nota: F 30 cb (resistência ao fogo de 30 minutos para estruturas de madeira)

\* Aberturas protegidas no seu contorno por uma instalação sprinkler reforçada ou por uma instalação de dilúvio ou por cortina para-fumo.

\*\* Não é válido para telhados.

Quadro B.14 – Factor de Perigo de Activação (A)

| Factor A | Perigo de activação | Exemplos                                                            |
|----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 0,85     | fraco               | museus                                                              |
| 1,00     | normal              | apartamentos, hotéis, fabricação de papel                           |
| 1,20     | médio               | fabricação de máquinas e aparelhos                                  |
| 1,45     | elevado             | laboratórios químicos, oficinas de pintura                          |
| 1,80     | muito elevado       | fabricação de fogos de artifício, fabricação de vernizes e pinturas |

Quadro B.15 – Factor de Correção de Exposição ao Perigo Acrescido das Pessoas (Ph,e)

| Número admissível de pessoas no compartimento de incêndio considerado | Categoria de exposição ao perigo das pessoas <i>p</i> |                 |                |               |                           |                 |                |               |                           |                 |                |               | Valores <i>P<sub>HE</sub></i> |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------------------------|
|                                                                       | 1                                                     |                 |                |               | 2                         |                 |                |               | 3                         |                 |                |               |                               |
|                                                                       | Situação do compartimento                             |                 |                |               | Situação do compartimento |                 |                |               | Situação do compartimento |                 |                |               |                               |
|                                                                       | r/c +<br>1º and,                                      | 2º ao 4.º andar | 5º ao 7º andar | 8.º andar e + | r/c +<br>1º and,          | 2º ao 4.º andar | 5º ao 7º andar | 8.º andar e + | r/c +<br>1º and,          | 2º ao 4.º andar | 5º ao 7º andar | 8.º andar e + |                               |
|                                                                       | >1000                                                 | ≤30             |                |               | > 1000                    | ≤30             |                |               | >1000                     | ≤30             |                |               |                               |
|                                                                       |                                                       | ≤100            |                |               |                           | ≤100            |                |               |                           |                 |                |               | 1,00                          |
|                                                                       |                                                       | ≤300            |                |               |                           | ≤100            |                |               |                           |                 |                |               | 0,95                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                |               |                           | ≤300            |                |               |                           |                 |                |               | 0,90                          |
|                                                                       |                                                       | ≤1000           | ≤30            |               |                           | ≤300            |                |               |                           | ≤30             |                |               | 0,85                          |
|                                                                       |                                                       | >1000           | ≤100           |               |                           | ≤1000           | ≤30            |               |                           | ≤100            |                |               | 0,80                          |
|                                                                       |                                                       |                 | ≤300           |               |                           | >1000           | ≤100           |               |                           | ≤300            |                |               | 0,75                          |
|                                                                       |                                                       |                 | ≤1000          | ≤30           |                           |                 | ≤300           |               |                           | ≤1000           | ≤30            |               | 0,70                          |
|                                                                       |                                                       |                 | >1000          | ≤100          |                           |                 | ≤1000          | ≤30           |                           | >1000           | ≤100           |               | 0,65                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                | ≤300          |                           |                 | >1000          | ≤100          |                           |                 | ≤300           |               | 0,60                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                | ≤1000         |                           |                 |                | ≤300          |                           |                 | ≤1000          | ≤30           | 0,55                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                | >1000         |                           |                 |                | ≤1000         |                           |                 | >1000          | ≤100          | 0,50                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                |               |                           |                 |                | >1000         |                           |                 |                | ≤300          | 0,45                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                |               |                           |                 |                |               |                           |                 |                | ≤1000         | 0,45                          |
|                                                                       |                                                       |                 |                |               |                           |                 |                |               |                           |                 |                | >1000         | 0,40                          |

## Cargas de Incêndio Mobiliárias e Factores de Influência para Diversos Usos

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |     |                      |     |     |     |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----------------------|-----|-----|-----|------|--|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      |     | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |  |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $p$ | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | cat | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |  |
| Acetileno, enchimento de garrafas                                          | 700            | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 2   |                      |     |     |     |      |  |
| Ácido carbónico                                                            | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Ácidos inorgânicos                                                         | 80             | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aço                                                                        | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Açúcar                                                                     |                |     |     |     |     |      |     | 8.400                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Açúcar, produtos em                                                        | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 800                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Acumuladores                                                               | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 800                  | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |  |
| Acumuladores, expedição                                                    | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Adubos químicos                                                            | 200            | 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   | 200                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Água oxigenada                                                             |                |     |     | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Agulhas em aço                                                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Albergues                                                                  | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1   |                      |     |     |     |      |  |
| Albergues de juventude                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 2   |                      |     |     |     |      |  |
| Alcatrão                                                                   |                |     |     |     |     |      |     | 3.400                | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |  |
| Alcatrão, produtos de                                                      | 800            | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Algodão, depósito                                                          |                |     |     |     |     |      |     | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Algodão em rama                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.100                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Alimentação                                                                | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Alimentação, churrascaria                                                  | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Alimentação, embalagem                                                     | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Alimentação, expedição                                                     | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Alimentação, matérias-primas                                               |                |     |     |     |     |      |     | 3.400                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Altos fornos                                                               | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Alumínio, fabricação                                                       | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Alumínio, produção                                                         | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Amido                                                                      | 2.000          | 1,7 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Antiquidades, venda                                                        | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos                                                                  | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos, ensaios de                                                      | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos, expedição                                                       | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos, oficinas de reparação                                           | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos, pequena construção de                                           | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos domésticos                                                       | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |  |
| Aparelhos domésticos, venda                                                | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos eléctricos                                                       | 400            | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Aparelhos eléctricos, reparação                                            | 500            | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos electrónicos                                                     | 400            | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Aparelhos electrónicos, reparação                                          | 500            | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos fotográficos                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,20 | -   | 600                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Aparelhos de rádio                                                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Aparelhos de rádio, venda                                                  | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos sanitários, oficina                                              | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Aparelhos de televisão                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Apartamentos                                                               | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |  |
| Armários frigoríficos                                                      | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 300                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Armas                                                                      | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |  |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |       |     |     |      |     |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-------|-----|-----|------|-----|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |       |     |     |      |     | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$   | $r$ | $k$ | $A$  | $p$ | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |       |     |     |      | cat | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Armas, venda                                                               | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,2 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Arquivos                                                                   | 4.200          | 1,9 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   | 1.700                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Artigos em gesso                                                           | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos em metal                                                           | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, amoladura                                               | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, brasagem                                                | 300            | 1,1 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, brocagem                                                | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, douradura                                               | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, envernizamento                                          | 300            | 1,1 | 1,6   | 1,2 | 1,1 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, estampagem                                              | 100            | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, forja                                                   | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, fundição                                                | 40             | 0,6 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, fundição por injeção                                    | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, gravura                                                 | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, latoaria                                                | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, serralharia                                             | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos metálicos, soldadura                                               | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos pirotécnicos                                                       | Espec.         |     | 1,4Ex | 1,2 | 1,0 | 1,80 | 2   | 2.000                | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0  |
| Artigos de selaria                                                         | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Artigos de vime                                                            | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 200                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Asfalto (em vasilha, blocos), depósito                                     |                |     |       |     |     |      |     | 3.400                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Ateliers de pintura                                                        | 500            | 1,3 | 1,6   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, envernizamento                                                 | 500            | 1,3 | 1,4   | 1,2 | 1,2 | 1,45 | 2   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, garagens                                                       | 200            | 1,0 | 1,4   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, loja de acessórios                                             |                |     |       |     |     |      |     | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Automóveis, montagem                                                       | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, reparação                                                      | 300            | 1,1 | 1,4   | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, estofagem                                                      | 700            | 1,4 | 1,2   | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Automóveis, venda de acessórios                                            | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,2 | 1,2 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Aviões                                                                     | 200            | 1,0 | 1,2   | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Aviões, hangares                                                           | 200            | 1,0 | 1,40  | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Balanças                                                                   | 300            | 1,1 | 1,0   | 1,0 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Bancos, átrio dos guichets                                                 | 300            | 1,1 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Barcos em madeira                                                          | 600            | 1,3 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Barcos metálicos                                                           | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Barcos em plástico                                                         | 600            | 1,3 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Bebidas sem álcool                                                         | 80             | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Bebidas sem álcool, expedição                                              | 300            | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Betão, artigos em                                                          | 100            | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Betume, trabalho do                                                        | 800            | 1,4 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 3.400                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Bibliotecas                                                                | 2.000          | 1,7 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   | 2.000                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Bicicletas                                                                 | 200            | 1,0 | 1,0   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Bombons                                                                    | 400            | 1,2 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.500                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Bombons, embalagem                                                         | 800            | 1,4 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Borracha                                                                   |                |     |       |     |     |      |     | 28.600               | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Borracha, artigos em                                                       | 600            | 1,3 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 5.000                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |     |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      |     | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $p$ | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | cat | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Borracha, venda de artigos                                                 | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Brinquedos                                                                 | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Brinquedos, venda                                                          | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Cabos                                                                      | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   | 600                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Cacau, produtos de                                                         | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   | 5.800                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Café, churrascaria                                                         | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Café, extracto                                                             | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 4.500                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Café bruto                                                                 |                |     |     |     |     |      |     | 2.900                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Caís de carregamento com mercadorias                                       | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Caixas em madeira                                                          | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   | 600                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Caixões em madeira                                                         | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -   |                      |     |     |     |      |
| Calçado                                                                    | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Calçado, acessórios de                                                     |                |     |     |     |     |      |     | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Calçado, expedição                                                         | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Calçado, venda                                                             | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Calçados de cano (botas)                                                   | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 1.700                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Caldeiras, edifícios das                                                   | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Canetas de tinta permanente                                                | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Cantinas                                                                   | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Carpintarias de carros, artigo de                                          | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Carrinhos de criança                                                       | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 800                  | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Carrinhos de criança, venda                                                | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Carroçarias                                                                | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Cartão                                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 4.200                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Cartão betumado                                                            | 2.000          | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -   | 2.500                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cartão ondulado                                                            | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Cartonagem                                                                 | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   | 2.500                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Cartonagem, expedição                                                      | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Carvão                                                                     |                |     |     |     |     |      | -   | 10.500               | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Casas de caldeiras                                                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Caves                                                                      | 900            | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Celulóide                                                                  | 800            | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,45 | 2   | 3.400                | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Centrais de aquecimento catalítico a gás                                   | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Centrais de aquecimento à distância                                        | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Centrais hidráulicas                                                       | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Centrais hidroeléctricas                                                   | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Centrais térmicas                                                          | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Centros comerciais                                                         | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Cera                                                                       |                |     |     |     |     |      |     | 3.400                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cera, artigos em                                                           | 1.300          | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 2.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cera, venda de artigos em                                                  | 2.100          | 1,7 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Cerâmica, artigos em                                                       | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Cervejarias                                                                | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Chapa, artigos em                                                          | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Chapa, embalagem de artigos                                                | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Chapelarias                                                                | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Chapéus-de-chuva                                                           | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 400                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                   |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|------|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENTA    |     |     |     |     |      | p | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | Q <sub>m</sub>    | q   | c   | r   | k   | A    |   | Q <sub>m</sub>       | c   | r   | k   | A    |
|                                                                            | MJ/m <sup>2</sup> |     |     |     |     |      |   | MJ/m <sup>2</sup>    |     |     |     |      |
| Chapéus-de-chuva, venda                                                    | 300               | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Chocolate                                                                  | 400               | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 3.400                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Chocolate, embalagem                                                       | 500               | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Chocolate, sala das conchas                                                | 1.000             | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Cimento                                                                    | 40                | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Cinemas                                                                    | 300               | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Cofres-fortes                                                              | 80                | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Coiro                                                                      |                   |     |     |     |     |      |   | 1.700                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Coiro, artigos de                                                          | 500               | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 600                  | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Coiro, corte de artigos                                                    | 300               | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Coiro, venda de artigos em                                                 | 700               | 1,4 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Coiro sintético                                                            | 1.000             | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - | 1.700                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Coiro sintético, artigos em                                                | 400               | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Coiro sintético, corte de artigos                                          | 300               | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Colas combustíveis                                                         | 1.000             | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 3.400                | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Colas incombustíveis                                                       | 800               | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Colchoaria, depósito de plumas                                             |                   |     |     |     |     |      |   | 200                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Colchoaria, limpeza de plumas                                              | 300               | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Colchões não sintéticos                                                    | 500               | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 500                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Confeitarias                                                               | 400               | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 1.700                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Congelados a baixa temperatura                                             | 800               | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Conservas                                                                  | 40                | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Cordoarias                                                                 | 300               | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 600                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cordoarias, venda                                                          | 500               | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Correias                                                                   | 500               | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Corte de pedra                                                             | 40                | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Cortiça                                                                    |                   |     |     |     |     |      |   | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cortiça, artigos em                                                        | 500               | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Cortiça fóssil (variedade de amianto)                                      | 500               | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Cosméticos                                                                 | 300               | 1,1 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - | 500                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Crina                                                                      |                   |     |     |     |     |      |   | 600                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Depósitos de hidrocarbonetos                                               |                   |     |     | 1,2 | 1,0 | 1,20 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Depósito, de oficinas, etc.                                                | 1.200             | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Depósitos de mercadorias                                                   |                   |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
| incombustíveis em:                                                         |                   |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
| Caixas de madeira                                                          |                   |     |     |     |     |      |   | 200                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Caixas em plástico                                                         |                   |     |     |     |     |      |   | 200                  | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Prateleiras em madeira                                                     |                   |     |     |     |     |      |   | 100                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Prateleiras metálicas                                                      |                   |     |     |     |     |      |   | 20                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Prateleiras metálicas com                                                  |                   |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
| armários em madeira                                                        |                   |     |     |     |     |      |   | 100                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Palhetas em madeira                                                        |                   |     |     |     |     |      |   | 200                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Desporto, venda de artigos de                                              | 800               | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Diluentes                                                                  |                   |     |     |     |     |      |   | 3.400                | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Discos                                                                     | 600               | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Drogarias, depósito                                                        |                   |     |     |     |     |      |   | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Drogarias, venda                                                           | 1.000             | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |                      |          |     |     |     |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|----------|-----|-----|-----|------|--|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |          |     |     |     |      |  |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $p$                  | $Q_m$    | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | cat                  | $MJ/m^3$ |     |     |     |      |  |
| Edifícios frigoríficos                                                     | 2.000          | 1,7 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Electricidade, depósito de material                                        |                |     |     |     |     |      |                      | 400      | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |  |
| Electricidade, oficina                                                     | 600            | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Embalagem de impressos                                                     | 1.700          | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Embalagem de mercadorias combustíveis                                      | 600            | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Embalagem de mercadorias incombustíveis                                    | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Embalagem de produtos alimentares                                          | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Embalagem de têxteis                                                       | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Encadernação                                                               | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento                                                             | 80             | 0,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento de móveis                                                   | 200            | 1,0 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento de papel                                                    | 80             | 0,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Escolas                                                                    | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1                    |          |     |     |     |      |  |
| Escovas                                                                    | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Escovas                                                                    | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -                    | 800      | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |  |
| Escritórios comerciais                                                     | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Escritórios técnicos                                                       | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Esculturas em pedra                                                        | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Especiarias                                                                | 40             | 0,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Espelharias                                                                | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Espumas sintéticas                                                         | 3.000          | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -                    | 2.500    | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |  |
| Espumas sintéticas, artigos em                                             | 600            | 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -                    | 800      | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |  |
| Estabelecimentos de fabrico de vinagre                                     | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 100      | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Estacionamento de viaturas (edifício)                                      | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Estações de correio                                                        | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1                    |          |     |     |     |      |  |
| Estações de rádio                                                          | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Estações de serviço                                                        |                |     | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Estampagem de matérias sintéticas                                          | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Estampagem de metais                                                       | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Estampagem a quente                                                        | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 1.700    | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |  |
| Expedição de artigos em folha, de, flandres                                | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de artigos em matéria sintética                                  | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de aparelhos parcialmente em matéria sintética                   | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de artigos em vidro                                              | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de bebidas                                                       | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Encadernação                                                               | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento                                                             | 80             | 0,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento de móveis                                                   | 200            | 1,0 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Envernizamento de papel                                                    | 80             | 0,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de cartongem                                                     | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de ceras e vernizes                                              | 1.300          | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de impressos                                                     | 1.700          | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |
| Expedição de móveis                                                        | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |  |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |     |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      |     | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $Q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $P$ | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | Cat | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Expedição de pequenos artigos em madeira                                   | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Expedição de produtos alimentares                                          | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Expedição de têxteis                                                       | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Exposição de automóveis                                                    | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Exposição de máquinas                                                      | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,85 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Exposição de móveis                                                        | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Exposição de quadros                                                       | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de fiação, bobinagem                                              | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de fiação, cardagem                                               | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de fiação, fição                                                  | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de fiação, produtos em fio                                        |                |     |     |     |     |      |     | 1.700                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Fábricas de fiação, produtos de lã                                         |                |     |     |     |     |      |     | 1.900                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Fábricas de fiação, torcedura                                              | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de moagem, sem armazém                                            | 1.700          | 1,6 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -   | 13.000               | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Fábricas de serração                                                       | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de telhas, cozedura                                               | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de telhas, fornos de secagem, prateleiras em madeira              | 1.000          | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de telhas, preparação de argila                                   | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de telhas, secadores, prateleiras em madeira                      | 400            | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de telhas, secadores, prateleiras metálicas                       | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábrica de torneiras                                                       | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fábricas de vidros                                                         | 700            | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fabrico de peças torneadas                                                 | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Farinha em sacos                                                           | 2.000          | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -   | 8.400                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Farmácias (incluindo depósito)                                             | 800            | 1,4 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Feltro                                                                     | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Feltro, artigos em                                                         | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Feno, fardos de                                                            |                |     |     |     |     |      |     | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Ferragens, artigos de                                                      | 300            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Ferramentas                                                                | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fibras de coco                                                             |                |     |     |     |     |      |     | 8.400                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Filmes, ateliers de                                                        | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Filmes, cópias                                                             | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fio                                                                        | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Fio, depósito                                                              |                |     |     |     |     |      |     | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Fios metálicos isolados                                                    | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.000                | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Fios metálicos não isolados                                                | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Flores, venda                                                              | 80             | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Flores artificiais                                                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Folhas metálicas                                                           | 40             | 0,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Forjas                                                                     | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Fornos                                                                     | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | P | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |   | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      |   | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Forragem                                                                   | 2.000          | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 3.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Fósforo                                                                    |                |     | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,80 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Fósforos                                                                   | 300            | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 800                  | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Fotocópias, serviços                                                       | 400            | 1,2 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Fotografia, ateliers                                                       | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Fotografia, filmes                                                         | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Fotografia, laboratórios                                                   | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Fotografia, lojas                                                          | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Fundições de metais                                                        | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Funiculares                                                                | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Galvanoplastia                                                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Gelado alimentar                                                           | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Gelósias                                                                   | 800            | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 300                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Gesso                                                                      | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Gira-discos                                                                | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Gorduras                                                                   | 1.000          | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | 1 | 18.000               | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Gorduras comestíveis                                                       | 1.000          | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 18.900               | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Gorduras comestíveis, expedição                                            | 900            | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Hidrogénio                                                                 |                |     | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Hospitais                                                                  | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 3 |                      |     |     |     |      |
| Hotéis, átrio, restaurante, salas                                          | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | 2 |                      | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Hotéis, quarto:                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 2 |                      |     |     |     |      |
| Igrejas                                                                    | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Incineração dos lixos                                                      | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Instalações de aquecimento central                                         | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Instalações de ensilagem                                                   |                |     |     | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Instalações de ligação eléctrica                                           | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Instalações, oficinas                                                      | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Instrumentos musicais                                                      | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Instrumentos de óptica                                                     | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,00 | - | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Internatos                                                                 | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 2 |                      |     |     |     |      |
| Janelas em madeira                                                         | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Janelas em plástico                                                        | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Jardins infantis                                                           | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Jóias, fabrico                                                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Jóias, venda                                                               | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Junco, artigos em                                                          | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 200                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Lã de madeira                                                              | 500            |     | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios de bacteriologia                                              | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios dentários                                                     | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios eléctricos                                                    | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios de física                                                     | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios fotográficos                                                  | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios de metalurgia                                                 | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Laboratórios de química                                                    | 500            | 1,3 | 1,6 | 1,0 | 1,2 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Lâmpadas de incandescência                                                 | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Lápis                                                                      | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |

**CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS**

| USO                                     | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |          |     |     |     |      |
|-----------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|----------|-----|-----|-----|------|
|                                         | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $P$                  | $Q_m$    | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                         | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | Cat                  | $MJ/m^3$ |     |     |     |      |
| Lares para crianças                     | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 2                    |          |     |     |     |      |
| Lares para pessoas idosas               | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 3                    |          |     |     |     |      |
| Latoarias                               | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Lavandarias                             | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Legumes frescos, venda                  | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |
| Legumes secos                           | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 400      | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Leite condensado                        | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 9.000    | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Leite em pó                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 10.500   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Levedura                                | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Licores                                 | 400            | 1,2 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -                    | 800      | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Limpeza química                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | 1                    |          |     |     |     |      |
| Linóleo                                 | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Livrarias                               | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |
| Locais de resíduos diversos             | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Lojas, grandes                          | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | 1                    |          |     |     |     |      |
| Loja de capelista, venda                | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    | 1.300    | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Louças de barro                         | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |
| Louça de barro, artigos de              | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Louças de barro de arte                 | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Lúpulo                                  |                |     |     |     |     |      |                      | 1.700    | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Luvras                                  | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, aparas                         |                |     |     |     |     |      |                      | 2.100    | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Madeira, artigos em, carpintaria        | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, desbaste e recorte | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigo em, envernizamento      | 500            | 1,3 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,80 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, expedição          | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, impregnação        | 3.000          | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, marcenaria         | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, modelos            | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, polidura           | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, recortagem         | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, secagem            | 800            | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, serração           | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, artigos em, torneamento        | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Madeira, resíduos                       |                |     |     |     |     |      |                      | 2.500    | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Madeiras, vigas e pranchas              |                |     |     |     |     |      |                      | 4.200    | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Madeira para aquecimento                |                |     |     |     |     |      |                      | 2.500    | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Madeira cruzada                         | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | -                    | 4.200    | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Madeira grossa                          |                |     |     |     |     |      |                      | 6.300    | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Madeiramentos de telhado                | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |
| Malte                                   |                |     |     |     |     |      |                      | 13.400   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Manteiga                                | 700            | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -                    | 4.000    | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Máquinas                                | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Máquinas de coser                       | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,20 | -                    |          |     |     |     |      |
| Máquinas de coser, venda a              | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -                    |          |     |     |     |      |
| Máquinas de escritório                  | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -                    |          |     |     |     |      |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                   |     |       |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-------|-----|-----|------|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA    |     |       |     |     |      | p | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | Q <sub>m</sub>    | q   | c     | r   | k   | A    |   | Q <sub>m</sub>       | c   | r   | k   | A    |
|                                                                            | MJ/m <sup>2</sup> |     |       |     |     |      |   | MJ/m <sup>3</sup>    |     |     |     |      |
| Máquinas de escritório, venda                                              | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,2 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Máquinas de lavar                                                          | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 40                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Marmelada                                                                  | 800               | 1,4 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Mármore, artigos em                                                        | 40                | 0,6 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Mástique                                                                   | 1.000             | 1,5 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 1.300                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Matadouros                                                                 | 40                | 0,6 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Materiais de construção, depósito                                          |                   |     |       |     |     |      |   | 800                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Materiais usados, tratamento                                               | 800               | 1,4 | 1,4   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 3.400                | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 |
| Material de escritório, depósito                                           |                   |     |       |     |     |      |   | 1.300                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Material de escritório, venda                                              | 700               | 1,4 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Matérias sintéticas                                                        | 2.000             | 1,7 | 1,4   | 1,2 | 1,1 | 1,45 | - | 5.900                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Matérias sintéticas, artigos em                                            | 600               | 1,3 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Matérias sintéticas, estampagem de Artigos                                 | 400               | 1,2 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Matérias sintéticas, expedição de Artigos                                  | 1.000             | 1,5 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Matérias sintéticas, soldadura de Artigos                                  | 700               | 1,4 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Matérias sintéticas injectadas                                             | 500               | 1,3 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Mecânica fina, oficina                                                     | 200               | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Medicamentos, embalagem                                                    | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 800                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Medicamentos, venda                                                        | 800               | 1,4 | 1,4   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Médico, gabinete                                                           | 200               | 1,0 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Melão                                                                      |                   |     |       |     |     |      |   | 5.000                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Metais, trabalho de                                                        | 200               | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Metais preciosos                                                           | 200               | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Metálicas, grandes construções                                             | 80                | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Minerais                                                                   | 40                | 0,6 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Mós para afiar                                                             | 80                | 0,8 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Mostarda                                                                   | 400               | 1,2 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Motocicletas                                                               | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Motores eléctricos                                                         | 300               | 1,1 | 1,0   | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Móveis, marcenaria                                                         | 600               | 1,3 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Móveis, venda                                                              | 400               | 1,2 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Móveis em aço                                                              | 300               | 1,1 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Móveis estofados, sem espuma sintética                                     | 500               | 1,3 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Móveis em madeira                                                          | 500               | 1,3 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Móveis em madeira, envernizamento                                          | 500               | 1,3 | 1,6   | 1,2 | 1,0 | 1,80 | - |                      |     |     |     |      |
| Munições                                                                   | Espec,            |     | 1,6Ex | 1,0 | 1,0 | 1,80 | 3 |                      |     |     |     |      |
| Museus                                                                     | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,2 | 0,85 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Música, lojas de                                                           | 300               | 1,1 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 0,85 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Negro de fumo, em sacos                                                    |                   |     |       |     |     |      |   | 12.600               | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Nitrocelulose                                                              | Espec,            |     | 1,6   | 1,0 | 1,0 | 1,80 | 3 | 1.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 |
| Oficinas de electricidade                                                  | 600               | 1,3 | 1,0   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Oficinas de mecânica                                                       | 200               | 1,0 | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Oficinas de placagem                                                       | 800               | 1,4 | 1,2   | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 2.900                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Oficinas de reparação                                                      | 400               | 1,2 | 1,2   | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |   |                      |          |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|---|----------------------|----------|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | P | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |          |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |   | $Q_m$                | $c$      | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      |   | Cat                  | $MJ/m^3$ |     |     |      |
| Óleos, mineral, vegetal, animal                                            |                |     |     |     |     |      |   | 18.900               | 1,2      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Óleos comestíveis                                                          | 1.000          | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 18.900               | 1,2      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Óleos comestíveis, expedição                                               | 900            | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Ourivesaria                                                                | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |          |     |     |      |
| Padarias, laboratórios                                                     | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Padarias, lojas                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |          |     |     |      |
| Padarias industriais                                                       | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |          |     |     |      |
| Painéis em madeira aglomerada                                              | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 6.700                | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Painéis em madeira aglomerada, placas                                      | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |          |     |     |      |
| Palha, artigos em                                                          | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Palha, embalagens em                                                       | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 2,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Palhetas em madeira                                                        | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 1.300                | 1,0      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Palhinha                                                                   | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Palitos de dentes                                                          | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |          |     |     |      |
| Papel                                                                      | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 10.000               | 1,0      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Papel, preparação                                                          | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Papel, preparação da madeira e materiais celulósicos                       | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |          |     |     |      |
| Papel, resíduos comprimidos                                                |                |     |     |     |     |      |   | 2.100                | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Papel, tratamento                                                          | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Papel, velho, a granel                                                     |                |     |     |     |     |      |   | 8.400                | 1,4      | 1,0 | 1,0 | 1,00 |
| Papelaria, venda                                                           | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |          |     |     |      |
| Papelarias                                                                 | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 1.100                | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Pasta de cartão                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Pastas alimentícias                                                        | 1.300          | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 1.700                | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Pastas alimentícias, expedição                                             | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Pedras artificiais                                                         | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |          |     |     |      |
| Pedras preciosas, lapidação                                                | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Pedras refractárias, artigos em                                            | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Pelaria, produtos de                                                       | 500            | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 1.200                | 1,0      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Peles, depósito                                                            |                |     |     |     |     |      |   | 1.200                | 1,0      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Peles, venda                                                               | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |          |     |     |      |
| Pensos                                                                     | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 800                  | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Perfumaria, artigos de                                                     | 300            | 1,1 | 1,6 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - | 500                  | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Perfumaria, venda de artigos                                               | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Pilhas secas                                                               | 400            | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 600                  | 1,2      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Pincéis                                                                    | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |          |     |     |      |
| Pinturas em cera                                                           | 2.000          | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | 1 | 5.000                | 1,4      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Placas de fibras moles                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |          |     |     |      |
| Placas de resina sintética                                                 | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Planadores                                                                 | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |          |     |     |      |
| Pneus                                                                      | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 1.800                | 1,2      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Pneus de viaturas                                                          | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 500                  | 1,2      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Porcelana                                                                  | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Portas em madeira                                                          | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 1.800                | 1,0      | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Portas em plástico                                                         | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 4.200                | 1,0      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Produtos em amianto                                                        | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |          |     |     |      |
| Produtos de conservação de calçado                                         | 800            | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | 1 | 2.100                | 1,4      | 1,2 | 1,0 | 0,85 |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | P | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |   | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      |   | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Produtos farmacêuticos                                                     | 200            | 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Produtos laminados, excepto chapa e fio                                    | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Produtos leiteiros                                                         | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Produtos de lixívia                                                        | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 200                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Produtos de lixívia, matéria-prima                                         |                |     |     |     |     |      |   | 500                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Produtos químicos combustíveis                                             | 300            | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,45 | 1 | 1.000                | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 1,00 |
| Produtos de talho                                                          | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Quadros                                                                    | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Queijos                                                                    | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 2.500                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Quiosques de jornais                                                       | 1.300          | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Rádio, estúdio de                                                          | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Radiologia, institutos de                                                  | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | -    | - |                      |     |     |     |      |
| Refinarias (benzina)                                                       |                |     | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | 2 |                      |     |     |     |      |
| Refrigeradores                                                             | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 300                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Relógios                                                                   | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - | 40                   | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Relógios, reparação de                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,0  | - |                      |     |     |     |      |
| Relógios, venda                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Resinas naturais                                                           | 3.000          | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Resinas sintéticas                                                         | 3.400          | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 4.200                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Resinas sintéticas, placas em                                              | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 3.400                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Restaurantes                                                               | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Revestimentos de pavimentos combustíveis                                   | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 6.000                | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Revestimentos de pavimentos, venda                                         | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Rolamentos de esferas                                                      | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Roupas, venda                                                              | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Sabão                                                                      | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 4.200                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Sacos em juta                                                              | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Sacos em papel                                                             | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 12.600               | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Sacos em plástico                                                          | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 25.200               | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Salinas, produtos de                                                       | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Salões de jogos                                                            | 100            | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1 |                      |     |     |     |      |
| Sementes                                                                   |                |     |     |     |     |      |   | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Sementes, venda                                                            | 600            | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Serralharias                                                               | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Serviços de mesa                                                           | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Skis                                                                       | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 1.700                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Soda                                                                       | 40             | 0,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Sumos de fruta                                                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 300                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tabaco em bruto                                                            |                |     |     |     |     |      |   | 1.700                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tabacos, artigos em                                                        | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 2.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tabacos, venda de artigos                                                  | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Tacos de madeira                                                           | 2.000          | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 1.200                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Talco                                                                      | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Talhos, venda                                                              | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Tapeçaria, artigos em                                                      | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - | 1.000                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |     |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      |     | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  | $p$ | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      | cat | $MJ/m^3$             |     |     |     |      |
| Tapeçarias                                                                 | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Tapetes                                                                    | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.700                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tapetes, tinturaria                                                        | 500            | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Tapetes, venda                                                             | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Teatros                                                                    | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | 1   |                      |     |     |     |      |
| Teatros, bastidores                                                        |                |     | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   | 1.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tecidos, cânhamo, juta, linho                                              |                |     |     |     |     |      |     | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tecidos, depósito de fardos de algodão                                     |                |     |     |     |     |      |     | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tecidos, geral, depósito                                                   |                |     |     |     |     |      |     | 2.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tecidos, seda artificial                                                   | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tecidos em rafia                                                           | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Tecidos sintéticos                                                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tela encerrada                                                             | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tela encerrada, artigos em                                                 | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   | 2.100                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Telefones                                                                  | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   | 200                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Telefones centrais                                                         | 80             | 0,8 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Televisão, estúdios de                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Telhas, prensagem                                                          | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis                                                                    |                |     |     |     |     |      |     | 1.100                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, artigos em                                                        |                |     |     |     |     |      |     | 600                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, artigos em seda                                                   | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.100                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, bordados                                                          | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, calandragem                                                       | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, camisas                                                           | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, coberturas em lã                                                  | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.900                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, colchoaria                                                        | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, corte                                                             | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, costura                                                           | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, dobragem                                                          | 700            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, embalagem                                                         | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, expedição                                                         | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, Impressão                                                         | 700            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, em Juta                                                           | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, lavanderia                                                        | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, em linho                                                          |                |     |     |     |     |      |     | 1.300                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, meias                                                             | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, preparação                                                        | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, preparativos                                                      | 300            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, rendas                                                            |                |     |     |     |     |      |     | 600                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, roupa branca                                                      | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 600                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Têxteis, tecelagem                                                         | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, tinturaria                                                        | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, venda                                                             | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | -   |                      |     |     |     |      |
| Têxteis, vestuário em                                                      | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | -   | 400                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tintas, com diluentes combustíveis                                         | 4.000          | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,80 | 1   | 2.500                | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Tintas, dispersão                                                          | 800            | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | -   |                      |     |     |     |      |
| Tintas, misturas                                                           | 2.000          | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | -   |                      |     |     |     |      |

| CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS |                |     |     |     |     |      |   |                      |     |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|---|----------------------|-----|-----|-----|------|
| USO                                                                        | PRODUÇÃO/VENDA |     |     |     |     |      | P | DEPÓSITO/ARMAZENAGEM |     |     |     |      |
|                                                                            | $Q_m$          | $q$ | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |   | $Q_m$                | $c$ | $r$ | $k$ | $A$  |
|                                                                            | $MJ/m^2$       |     |     |     |     |      |   | $MJ/m^2$             |     |     |     |      |
| Tintas, venda                                                              | 1.000          | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tintas de água                                                             | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tintas de impressão                                                        | 700            | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 3.000                | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Tinturarias                                                                | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tipografias, depósito                                                      |                |     |     |     |     |      |   | 8.000                | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tipografias, embalagem                                                     | 2.000          | 1,7 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tipografias, expedição                                                     | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tipografias, oficinas tipográficas                                         | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tipografias, sala das máquinas                                             | 400            | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - |                      |     |     |     |      |
| Toldos                                                                     | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 1.000                | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tonéis em madeira                                                          | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,45 | - | 800                  | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Tonéis em plástico                                                         | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,45 | - | 800                  | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,85 |
| Tratores                                                                   | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Transformadores                                                            | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Transformadores, bobinagem                                                 | 600            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Transformadores, posto de                                                  | 300            | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tratamento de dados, centro de computadores                                | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tubos, fornos de secagem, estantes metálicas                               | 40             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Tubos luminescentes                                                        | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Turfa, produtos                                                            |                |     | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Vagões                                                                     | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |
| Vassouras                                                                  | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 400                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Veículos                                                                   | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Velas de iluminação                                                        | 1.300          | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - | 22.400               | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Venda por correspondência, empresas de                                     | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vernizes                                                                   | 5.000          | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,80 | 1 | 2.500                | 1,6 | 1,2 | 1,0 | 1,00 |
| Vernizes, expedição                                                        | 1.000          | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vestibulares, armários em madeira                                          | 400            | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vestibulares, armários metálicos                                           | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Vestuário                                                                  | 500            | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,00 | - | 400                  | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 0,85 |
| Vidro                                                                      | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, artigos em                                                          | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, expedição                                                           | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, oficinas de sopragem                                                | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, tintura do                                                          | 300            | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, tratamento                                                          | 200            | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vidro, venda de artigos em                                                 | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Vinhos, cave de                                                            | 80             | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Vinhos, venda de                                                           | 200            | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 | - |                      |     |     |     |      |
| Vinhos espirituosos                                                        | 500            | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,20 | - | 800                  | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,85 |
| Vinhos espirituosos, venda                                                 | 700            | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,00 | - |                      |     |     |     |      |
| Vulcanização                                                               | 1.000          | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,20 | - |                      |     |     |     |      |



# **ANEXO C**

**CLASSES DE DESEMPENHO DE REACÇÃO AO FOGO – EQUIVALÊNCIAS**



Quadro C.1 – Equivalência da Classificação da Reacção do Fogo

| Classificação de acordo com as especificações do LNEC | Classificação de acordo com normalização europeia (Classes) |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| M0                                                    | A1                                                          |
|                                                       | A2                                                          |
| M1                                                    | A2                                                          |
|                                                       | B                                                           |
| M2                                                    | A2                                                          |
|                                                       | B                                                           |
|                                                       | C                                                           |
| M3                                                    | D                                                           |
| M4                                                    | A2                                                          |
|                                                       | B                                                           |
|                                                       | C                                                           |
|                                                       | D                                                           |
|                                                       | E                                                           |
| Sem Classificação                                     | F                                                           |

Quadro C.2 – Classes de Reacção do Fogo dos Materiais de Construção

| Classes de Reacção do Fogo dos materiais de construção |                           |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|
| M0                                                     | não combustíveis          |
| M1                                                     | não inflamáveis           |
| M2                                                     | difícilmente inflamáveis  |
| M3                                                     | moderadamente inflamáveis |
| M4                                                     | facilmente inflamáveis    |