

MODELO DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO CHICHORRO – MELHORIA E AMPLIAÇÃO

BRUNO VALQUARESMA BASTOS DA SILVA

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

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Gonçalves

Coorientador: Mestre Ricardo Jorge Sousa Ferreira

Coorientador: Mestre André Gomes Ferreira Araújo Correia

JUNHO DE 2016

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2015/2016

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ 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

🌐 <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 – 2015/2016 – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo 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 eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais, irmã e avós

The best preparation for tomorrow is doing your best today.

H.Jackson Brown, Jr.

AGRADECIMENTOS

A seguinte secção por ser um espaço limitado não me permite agradecer devidamente a todas as pessoas que ao longo do percurso académico me ajudaram de uma maneira ou de outra a superar os obstáculos encontrados no caminho que prossegui. Deixo algumas palavras de agradecimento a alguns, não esquecendo nunca todos os outros:

- Ao Professor Miguel Chichorro Gonçalves, por fazer deste projeto uma realidade, e pelo interesse e paciência demonstrados nas longas e inúmeras reuniões mas, sobretudo, por toda a ajuda, disponibilidade e partilha de conhecimentos essenciais para a presente dissertação e certamente para a minha vida.
- Ao Engenheiro Ricardo Ferreira, pela incansável orientação, por toda a sua disponibilidade e apoio, e sobretudo, pela amizade e por toda a motivação e otimismo que ele sempre me deu, tornando possível o meu trabalho na presente dissertação.
- Ao Engenheiro André Correia, por toda a partilha de conhecimentos essenciais para o desenrolar deste trabalho.
- A todos os meus colegas e amigos, por fazerem parte da minha vida. Obrigado por partilharem comigo os melhores momentos da minha vida, e por me estarem sempre ao meu lado em todos os outros. Graças a Deus que o Mundo é pequeno pelo que assim vocês nunca estão muito longe!
- À minha família, especialmente à minha avó Alice, agradeço-te por todo o amor, pela preocupação e pelo apoio incondicional.
- E, por fim, um especial agradecimento ao meu pai, mãe e irmã, pois sem eles não teria sido possível chegar até aqui. A força e confiança que me deram foram os pilares fundamentais deste percurso.

A todos, um muito obrigado!

RESUMO

Quase todos os dias somos confrontados com notícias referindo a ocorrência de incêndios urbanos de onde resultam avultados prejuízos materiais e muitas vezes também vítimas pessoais. Estatisticamente constata-se que os centros urbanos antigos são as zonas mais suscetíveis de serem afetadas pela ocorrência e propagação de um incêndio urbano associado à natureza dos materiais de construção, à malha urbana e às condições de segurança e acessibilidade dos meios de socorro. A ocorrência de um incêndio coloca em risco, na maior parte das vezes, o património histórico, a vida humana e todos os bens pessoais dos seus residentes.

Estes factos justificam a necessidade de avaliar e conhecer o Risco de Incêndio em meio urbano o que condicionará possíveis intervenções para melhorar a Segurança Contra Incêndio dos Edifícios.

Numa primeira fase, a presente dissertação pretende assim contribuir para o desenvolvimento do método de avaliação de Risco de Incêndio, CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras), estudando duas zonas do Centro Histórico do Porto, Vitória e Clérigos, dada a sua relevância urbana e cultural e à avultada quantidade de edifícios em estado de degradação avançado. Inicialmente o estudo debruçou-se no levantamento de dados e diagnóstico de todo o edificado referente à área em análise, para numa fase posterior aplicar a metodologia adotada para a obtenção do valor do Risco de Incêndio dos edifícios assim como a respetiva Classificação de Incêndio. Por fim, elaborou-se uma carta de Risco de Incêndio, de acordo com a classificação proposta aos vários escalões de valores de Risco de Incêndio, com o objetivo de classificar os edifícios novos e antigos quanto ao Risco de Incêndio e avaliar a potencial a reabilitação dos que se encontram mais degradados, no sentido de prevenir ocorrências de incêndios urbanos no futuro.

Numa segunda fase, este trabalho consistiu no desenvolvimento e aperfeiçoamento do método de avaliação de Risco de Incêndio existente, tendo como ponto de partida o método anterior, CHICHORRO, visando uma reorganização das tipologias de grupos de edifícios existentes, a atualização e introdução de novos casos-tipo e melhoramento da introdução de dados, assim como o ajuste do procedimento do cálculo do Risco de Incêndio.

Finalmente, de modo a ratificar os valores resultantes da aplicação do método e verificar a adequabilidade da metodologia, foi feita a avaliação do Risco de Incêndio a três edifícios referentes às utilizações-tipo Salas de Espetáculos, Bibliotecas e Estacionamentos, uma vez que foram efetuadas alterações no método em relação às mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Incêndio urbano, Edifícios existentes, Análise de risco, CHICHORRO, Modelação numérica.

ABSTRACT

Fires hazards are the cause of many losses both material and human lives. The old cities centres in most cities suffer from a high risk of fire due to the high possibility of a fire occurring (old constructions, old materials) and the magnitude of consequences of that fire (close constructions, with common walls). To this it also contributes the poor security conditions and accessibility to the firefighters in response to a fire hazard. When happening in an urban centre, a fire hazard can cause the loss of historical monuments, human lives and personal belongings.

These facts justify the need to evaluate and know the Risk of Fire in urban areas, that will determine prevention measures to be taken in order to maximize Security against fire hazards.

This dissertation focus on the evaluation of the Risk of Fire in two areas of the Historic Centre of Oporto: Vitória e Clérigos, which are in the heart of the Cultural Centre of Oporto and present a large number of buildings in poor conditions. The ultimate objective is to improve the evaluation method CHICHORRO used to calculate and assess the Risk of Fire.

Initially, the study was focused on the assessment and analysis of all constructions in both areas, in order to obtain the Risk of Fire per building, as well as the Classification of Fire, after which, an assessment overview was prepared. The latter classifies new and old constructions according to the Risk of Fire and concludes on possible rehabilitation for the most degraded buildings.

Secondly, an enhancement of the previous method to evaluate the Risk of Fire was made. This improvement consisted of reorganizing the different groups of infrastructures, update and design of new scenarios for a better and wider option for the assessment of the Risk of Fire. The tool has also been made more user friendly, and the method to calculate the Risk of Fire has also been updated.

Finally, in order to correlate the results of the new tool, three infrastructures were chosen to assess their Risk of Fire: a show room; library and parking areas.

KEYWORDS: Urban fires, Buildings, Risk analysis, CHICHORRO, mathematical modelling.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA TESE	2
2 ESTADO DA ARTE	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. HISTÓRICO DE INCÊNDIOS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS	5
2.2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2.2. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, EM PORTUGAL E NO MUNDO, NAS UTILIZAÇÕES-TIPO SALAS DE ESPETÁCULOS, BIBLIOTECAS E PARQUES DE ESTACIONAMENTO ..	5
2.3. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO	6
2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO	8
2.5. MÉTODO CHICHORRO	8
2.5.1. INTRODUÇÃO	8
2.5.2. FATORES GLOBAIS DO MÉTODO	9
2.5.3. DEFINIÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO	9
2.5.4. FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO INCÊNDIO (POI)	12
2.5.4.1. Fatores parciais associados ao fator global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI)	12
2.5.4.2. Descrição geral do fator global probabilidade de ocorrência do incêndio (POI)	13
2.5.5. FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI)	14
2.5.5.1. Fatores parciais associados ao fator global Consequências Totais de Incêndio (CTI)	14
2.5.5.2. Descrição geral do fator global consequências totais de incêndio (CTI)	15
2.5.6. FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI)	16
2.5.6.1. Fatores parciais associados ao fator global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI)	16
2.5.6.2. Descrição geral do fator global desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI)	17
2.5.7. FATOR GLOBAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)	18
2.5.7.1. Fatores parciais associados ao fator global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio (ESCI)	18

2.5.7.2. Descrição geral do fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio (ESCI)	19
2.6. ENQUADRAMENTO LEGAL	20
2.6.1. INTRODUÇÃO	20
2.6.2. DECRETO-LEI Nº224/2015, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS, RJ-SCIE	20
2.6.2.1. Utilizações-Tipo (UT)	20
2.6.2.2. Locais de Risco	21
2.6.2.3. Categorias de risco (CR)	21
2.6.3. PORTARIA Nº 1532/2008,REGULAMENTO TÉCNICO DA SCIE, RT-SCIE	21
2.6.3.1. Condições exteriores	22
2.6.3.2. Comportamento ao fogo, isolamento e proteção	22
2.6.3.3. Condições de evacuação	22
2.6.3.4. Instalações técnicas	22
2.6.3.5. Equipamentos e sistemas de segurança	23
2.6.3.6. Organização e gestão da segurança	23
3 CENTRO HISTÓRICO DO PORTO CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO NAS FREGUESIAS DE VITÓRIA E CLÉRIGOS	25
3.1. INTRODUÇÃO.....	25
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CHP.....	25
3.2.1. INTRODUÇÃO	25
3.2.2. SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA DA CIDADE DO PORTO.....	26
3.2.3. REABILITAÇÃO NA CIDADE DO PORTO.....	27
3.2.4. INFRAESTRUTURAS	27
3.2.4.1. Introdução.....	27
3.2.4.2. Vias rodoviárias	28
3.2.4.3. Rede elétrica.....	29
3.2.4.4. Rede de gás	30
3.3. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DOS EDIFÍCIOS NAS ZONAS DE VITÓRIA E CLÉRIGOS.....	30
3.3.1. INTRODUÇÃO	30
3.3.2. VISITA AO LOCAL	31
3.3.3. ENQUADRAMENTO DA ÁREA EM ANÁLISE	31
3.3.4. FREGUESIAS DA VITÓRIA E CLÉRIGOS	32
3.3.5. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS	34
3.3.6. UTILIZAÇÃO-TIPO.....	37

3.3.7. HIDRANTES EXTERIORES.....	38
3.3.8. ACESSO PELOS BOMBEIROS	38
3.4. RISCO DE INCÊNDIO	39
3.4.1. INTRODUÇÃO.....	39
3.4.2. ESQUEMA DO MÉTODO CHICHORRO ATRAVÉS DA FOLHA DE CÁLCULO MICROSOFT EXCEL.....	40
3.4.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO.....	41
3.4.4. CASOS-TIPO	44
3.4.5. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO.....	46
3.5. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO	47
3.5.1. INTRODUÇÃO.....	47
3.5.2. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO DO CHP	47
3.5.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO RI DOS EDIFÍCIOS DAS FREGUESIAS VITÓRIA E CLÉRIGOS.....	51
4 ATUALIZAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO EXISTENTE	53
4.1. INTRODUÇÃO	53
4.2. SOFTWARE DE CÁLCULO DE RISCO DE INCÊNDIO	53
4.2.1. INTRODUÇÃO.....	53
4.2.2. ESTRUTURA DO MODELO NUMÉRICO	54
4.2.2.1. Painel 1.....	55
4.2.2.2. Painel 2.....	56
4.2.2.3. Painel 3.....	58
4.2.2.4. Painel 4.....	58
4.2.3. MODELO NUMÉRICO.....	60
4.2.3.1. Introdução	60
4.2.3.2. Alterações efetuadas no CTI e respetivo código	60
4.2.3.3. Alterações efetuadas no ESCI e respetivo código.....	69
4.2.3.4. Alterações efetuadas nos casos-tipo e respetivo código.....	70
5 CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO CHICHORRO A TRÊS EDIFÍCIOS DAS UTILIZAÇÕES-TIPO SALAS DE ESPETÁCULOS, BIBLIOTECAS E ESTACIONAMENTOS	81
5.1. INTRODUÇÃO	81
5.2. CASO DE ESTUDO 1 – COLISEU DO PORTO	81
5.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO.....	81

5.2.2. DESCRITORES DOS CENÁRIOS EM ANÁLISE	83
5.2.3. DESCRIÇÃO GERAL DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO.....	83
5.2.4. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI.....	84
5.2.5. RISCO DE INCÊNDIO DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO	85
5.2.6. INTERVENÇÕES CENÁRIO DE INCÊNDIO.....	88
5.2.6.1. Cenário de Incêndio 2	88
5.3. CASO DE ESTUDO 2 – BIBLIOTECA FEUP	89
5.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO	89
5.3.2. DESCRIÇÃO GERAL DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO.....	92
5.3.3. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI.....	92
5.3.4. RISCO DE INCÊNDIO DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO	93
5.4. CASO DE ESTUDO 3 – PARQUE ESTACIONAMENTO PRAÇA DOS LEÕES	94
5.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO	94
5.4.2. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI.....	96
5.4.3. RISCO DE INCÊNDIO DO CENÁRIO DE INCÊNDIO	97
5.5. SÍNTESE DE RESULTADOS	98
5.5.1. INTRODUÇÃO	98
5.5.2. VALORES DO RISCO DE INCÊNDIO - SOFTWARE VS CASOS-TIPO.....	98
5.5.2.1. Caso de Estudo 1 – Sala de Espetáculos	98
5.5.2.2. Caso de Estudo 2 – Bibliotecas.....	99
5.5.2.3. Caso de Estudo 3 – Estacionamento	99
5.5.3. CONCLUSÃO.....	100
6 CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	101
6.1. CONCLUSÕES.....	101
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

ANEXOS

ANEXO A EXCEL CHICHORRO 2.0 E CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO COMPLETA

ANEXO B EXCEL CHICHORRO 2.1 E EXECUTÁVEL CHICHORRO.EXE

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 - Representação gráfica do risco, [4].....	7
Fig. 2.2 - Estrutura do método CHICHORRO, [4].....	11
Fig. 2.3 – Resumo dos valores dos Fatores Parciais do POI, [4].....	13
Fig. 2.4 – Consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio e nas vias horizontais e verticais de evacuação, [4].....	16
Fig. 2.5 – Resumo dos valores dos Fatores Parciais do CTI, [4].....	16
Fig. 2.6 - Resumo dos valores dos Fatores Parciais do DPI, [4].....	17
Fig. 2.7 - Resumo dos valores dos Fatores Parciais do ESCI, [4].....	19
Fig. 3.1 - Sentido das vias rodoviárias na Zona de Vitória e Clérigos, adaptado do <i>Google Maps</i>	29
Fig. 3.2 - Fotografias de alguns edifícios em análise.....	31
Fig. 3.3 - Freguesias da cidade do Porto, [23].....	32
Fig. 3.4 - Localização, a amarelo, da zona de estudo no Centro Histórico do Porto.....	32
Fig. 3.5 - Delimitação das áreas de Vitória e Clérigos e identificação dos seus quarteirões.....	33
Fig. 3.6 - Análise estatística do estado de conservação dos edifícios da Vitória e dos Clérigos.....	35
Fig. 3.7 - Estado de Conservação dos edifícios de Vitória.....	36
Fig. 3.8 - Estado de conservação dos edifícios dos Clérigos.....	36
Fig. 3.9 - Utilização-Tipo condicionante para edifício inserido na zona de Vitória.....	37
Fig. 3.10 - Utilização-Tipo condicionante para edifício inserido na zona dos Clérigos.....	38
Fig. 3.11 - Arruamentos em análise com vias estreitas e carros mal estacionados.....	39
Fig. 3.12 - Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva Classificação.....	40
Fig. 3.13 - Parâmetros de introdução, resultados do RI e respetiva Classificação.....	43
Fig. 3.14 - Exemplo de alguns descritores dos vários fatores parciais correspondentes.....	43
Fig. 3.15 - Restrições dos casos-tipo na tipologia A1.....	44
Fig. 3.16 - Restrições dos casos-tipo na tipologia A2.....	45
Fig. 3.17 - Restrições dos casos-tipo na tipologia B1 e B2.....	45
Fig. 3.18 - Restrições dos casos-tipo na tipologia C.....	46
Fig. 3.19 - Escala de Classificação de Riscos de Incêndio [4].....	46
Fig. 3.20 - Carta de Risco de Incêndio das zonas de Vitória e Clérigos inseridas no Centro Histórico do Porto.....	49
Fig. 3.21 - Distribuição da Classificação do Risco de Incêndio dos edifícios de Vitória e Clérigos.....	51
Fig. 3.22 - Percentagem da distribuição da Classificação do Risco de Incêndio.....	51
Fig. 4.1 – Fluxograma de funcionamento do <i>software</i> desenvolvido [4].....	54
Fig. 4.2 – Painéis 1 e 2 em cima, Painéis 3 e 4 em baixo.....	55
Fig. 4.3 – Pannel 1 do modelo numérico.....	56
Fig. 4.4 – Subseparador POI _{IEE} relativo ao Pannel 2.....	57
Fig. 4.5 – Pannel 3 – Resultados do Risco de Incêndio.....	58
Fig. 4.6 – Pannel 4 – Intervenções possíveis no edifício.....	59
Fig. 4.7 - Esquema para cálculo das velocidades de evacuação nas VVE [4].....	60
Fig. 4.8 - Código referente ao cálculo da velocidade ascendente.....	64
Fig. 4.9 - Código referente à introdução do valor do t_a de 75s no método numérico.....	65
Fig. 4.10 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada.....	66
Fig. 4.11 – Esquema das Tipologias de Edifícios da versão anterior do método numérico.....	67
Fig. 4.12 – Esquema das Tipologias de Edifícios da versão atualizada do método numérico.....	68
Fig. 4.13 – Código referente às funções utilizadas para a divisão das tipologias.....	69

Fig. 4.14 - Excerto do código referente à alteração do fator parcial SID para a consideração de parques de estacionamento subterrâneos	70
Fig. 4.15 - Excerto do código referente aos casos-tipo	76
Fig. 4.16 – Valores do RI do conjunto das utilizações-tipo Habitações e Administrativos (à esquerda), e valores do RI da utilização Administrativos após a divisão (à direita)	77
Fig. 4.17 – Valores do RI do conjunto das utilizações-tipo Sala de Espetáculos e Bibliotecas (à esquerda), e valores do RI da utilização Bibliotecas após a divisão (à direita).....	78
Fig. 5.1 - Disposição da sala principal do Coliseu do Porto [28].....	82
Fig. 5.2 - Planta do Coliseu do Porto [29].....	82
Fig. 5.3 - Preparação de dados dos vários cenários de incêndio para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI.....	84
Fig. 5.4 - Introdução de dados para o cenário de incêndio 1	84
Fig. 5.5 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 1	85
Fig. 5.6 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 2	86
Fig. 5.7 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 3	87
Fig. 5.8 - Resultado do Risco de Incêndio e Classificação do RI dos vários cenários de incêndio	87
Fig. 5.9 – Risco de Incêndio Intervencionado para o cenário de incêndio 2.....	89
Fig. 5.10 - Planta do Piso 6 da Biblioteca da FEUP [30].....	90
Fig. 5.11 - Pátio interior da Biblioteca da FEUP visto de diferentes perspetivas	91
Fig. 5.12 - VVE da biblioteca (à esquerda) e alguns dispositivos de combate ao incêndio (à direita) .	91
Fig. 5.13 - Preparação de dados dos vários cenários de incêndio para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI.....	92
Fig. 5.14 - Introdução de dados para o cenário de incêndio 1	92
Fig. 5.15 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 1	93
Fig. 5.16 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 2	94
Fig. 5.17 - Planta de emergência do Parque de Estacionamento dos Leões.....	95
Fig. 5.18 - VVE do Parque de Estacionamento dos Leões (à esquerda) e elemento de combate ao incêndio (à direita)	95
Fig. 5.19 - Ventilação de ar e elementos de segurança contra incêndio do Parque de Estacionamento dos Leões	96
Fig. 5.20 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio	97
Fig. 5.21 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo <i>software</i>	98
Fig. 5.22 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo.....	98
Fig. 5.23 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo <i>software</i>	99
Fig. 5.24 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo.....	99
Fig. 5.25 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo <i>software</i>	99
Fig. 5.26 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo.....	100
Figura A.1- Valores de RI da utilização-tipo Gares de Transporte.....	B2
Figura A.2 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos	B3
Figura A.3 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos	B4
Figura A.4 - Valores de RI das utilizações-tipo Hospitalares e Lares.....	B5
Figura A.5 - Valores de RI das utilizações-tipo Restaurantes e Comerciais.....	B6
Figura A.6 - Valores de RI das utilizações-tipo Sala de Espetáculos e Bibliotecas.....	B7
Figura A.7 - Valores de RI da utilizações-tipo Industriais.....	B7
Figura A.8 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos	B8

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 - Valores do estado de conservação dos edifícios da Vitória e dos Clérigos	34
Quadro 3.2 - Valor máximo do Risco de Incêndio Aceitável para cada edifício, função de Ano de Construção, [4]	41
Quadro 3.3 - Diferentes tipologias dos Casos Tipo.....	42
Quadro 4.1 - Taxa de crescimento de incêndio para diferentes tipos de ocupação de acordo com a NP EN 1991-1-2, [35]	65

SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

A_{CI} – Área do cenário de incêndio (m^2)

A_{VENT} – Área da claraboia (m^2)

A_{VHE} – Área da via horizontal de evacuação (m^2)

A_{VVE} – Área da via vertical de evacuação (m^2)

b_{VHE} – Largura da via horizontal de evacuação (m)

b_{VVE} – Largura da via vertical de evacuação (m)

C_p – Calor específico dos gases libertados ($kJ/kg^{\circ}C$)

d – Distância ao alvo (m)

d_{piso} – Distância percorrida por piso (m)

d_{VHE} – Distância percorrida na via horizontal de evacuação (m)

d_{VVE} – Distância percorrida na via vertical de evacuação (m)

Da – Densidade adimensional (m^2/m^2)

g – Aceleração da gravidade (m/s^2)

G – Gravidade das consequências decorrentes da ocorrência do evento

l_{VHE} – Comprimento da via horizontal de evacuação (m)

LS – Somatório da largura das várias saídas do cenário de incêndio (m)

m – Caudal mássico de fumo produzido (kg/s)

P – Probabilidade de ocorrência de um evento

P_{atm} – Pressão atmosférica (Pa)

q – Radiação total libertada (kW/m^2)

Q – Potência calorífica libertada (W)

Q_{at} – Potência libertada no instante de início de atuação dos sprinklers (kW)

Q_c – Potência calorífica convectada (kW)

Q_{limite} – Potência calorífica limite (kW)

R – Constante do gás

t_0 – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação (s)

t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas (s)

t_{Det} – Tempo de deteção de incêndio (s)

$t_{Ev CI}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio (s)

$t_{Ev VHE}$ – Tempo de evacuação da via horizontal de evacuação (s)

$t_{Ev VVE}$ – Tempo de evacuação da via vertical de evacuação (s)

- $t_{limite\ fumo\ CI}$ – Tempo limite de fumo no cenário de incêndio (s)
- $t_{Per\ CI}$ – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio (s)
- $t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s)
- t_{α} – Tempo necessário para se atingir uma potência calorífica de 1 MW (s)
- T – Temperatura da camada de fumo (K)
- T_0 – Temperatura ambiente (°C)
- T_{AMB} – Temperatura ambiente (K)
- T_{LAY} – Temperatura da camada de fumo (K)
- v_{VENT} – Velocidade média com que se processa a ventilação na claraboia (m/s)
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m³/s)
- $V_{f\ com\ ext\ CI}$ – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio, com sistema de desenfumagem ativa (m³)
- $V_{f\ com\ ext\ VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas vias verticais de evacuação, com sistema de desenfumagem ativa (m³)
- V_{AC} - Velocidade ascendente para condições de movimento confortável (m/s)
- V_{AE} - Velocidade ascendente para condições de movimento de emergência (m/s)
- V_{AML} - Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (m/s)
- V_{AN} - Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s)
- V_D – Velocidade descendente de evacuação (m/s)
- V_{DE} – Velocidade descendente para condições de movimento de emergência (m/s)
- V_{DL} – Velocidade descendente para condições de movimento lento (m/s)
- V_{DML} – Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (m/s)
- V_{DN} – Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s)
- V_{HE} – Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência (m/s)
- V_{HH} – Velocidade horizontal para habitações (m/s)
- V_{HL} – Velocidade horizontal para condições de movimento lento (m/s)
- V_{HML} – Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento (m/s)
- V_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s)
- $V_{ext\ CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído no cenário de incêndio (m³/s)
- $V_{ext\ VVE}$ – Caudal volúmico de extração de fumo nas vias verticais de evacuação (m³/s)
- V_f – Volume de fumo de produzido (m³)
- $V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume limite de fumo nas vias verticais de evacuação (m³)
- $V_{f\ limite\ VHE}$ – Volume limite de fumo nas vias horizontais de evacuação (m³)

$V_{f\acute{limite}CI}$ – Volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio (m³)

$V_{fumo\ corrimento}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da via vertical de evacuação (m³)

$V_{fumo\ ultimo\ piso}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular no último piso (m³)

Z_{CEIL} – Altura da claraboia (m)

Z_{LAY} – Altura da camada de fumo (m)

ρ_{AMB} – Densidade do ar à temperatura ambiente (kg/m³)

ρ_f – Massa volúmica do fumo (kg/m³)

x – Eficácia da radiação

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

AQS – Águas Quentes Sanitárias

ARICA – Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos

BCC – Boas Condições do Circuito elétrico

CF – Sistema de Controlo de Fumo

CHICHORRO – Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras

CHP – Centro Histórico do Porto

CI – Cenário de Incêndio

CPB – Corpo Privado de Bombeiros

CPI – Consequências Parciais de Incêndio

CPI_{CI} – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio

CPI_{CIF} – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao fumo produzido no Cenário de Incêndio

CPI_{CIMR} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento no Cenário de Incêndio

CPI_{CIP} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à Potência libertada no Cenário de Incêndio

CPI_{VHE} – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Horizontais de Evacuação

$CPI_{VHEFCorrigido}$ – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Fumo presente nas Vias Horizontais de Evacuação, devidamente corrigido

CPI_{VHEMR} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Horizontais de Evacuação

CPI_{VVE} – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Verticais de Evacuação

$CPI_{VVEFCorrigido}$ – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Fumo presente nas Vias Verticais de Evacuação, devidamente corrigido

CPI_{VVEMR} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Verticais de Evacuação

CR – Categorias de Risco

CTI – Consequências Totais do Incêndio

DPI_{AV} – Fator Parcial Afastamento entre Vãos exteriores da mesma prumada

DPI_{EI} – Fator Parcial Estanquidade e Isolamento das paredes e portas do cenário de incêndio

DPI_{OGS} – Fator Parcial Organização e Gestão de Segurança

DPI_{PE} – Fator Parcial proteção das Paredes Exteriores

DPI_{REIC} – Fator Parcial Resistência, Estanquidade e Isolamento dos cenários de incêndio e das vias verticais de evacuação

ESCI_{AE} – Fator Parcial associado às vias de Acesso ao Edifício

ESCI_{CPB} – Fator Parcial associado ao Corpo Privado de Bombeiros

ESCI_{EXT} – Fator Parcial associado aos Extintores

ESCI_{GP} – Fator Parcial associado ao Grau Prontidão dos bombeiros

ESCI_{HE} – Fator Parcial associados aos Hidrantes Exteriores

ESCI_{RIA} – Fator Parcial associado às Redes de Incêndio Armadas

DL – Decreto-Lei

DO – Detetor Ótico

DPI – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

DTV – Detetor Termo-Velocimétrico

E – Exposição ao perigo

EI – Estanquidade e Isolamento

ESCI – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio

FEUP – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto

IEE – Instalações de Energia Elétrica

LR – Legislação de Referência

MARIEE – Método de avaliação de Risco de Incêndio em edifícios existentes

MCC – Más Condições do Circuito elétrico

NFPA – National Fire Protection Association

OGS – Organização e Gestão de Segurança

P – Perigo potencial

PC – Potência Contratada

PE – Planos de Emergência

PI – Potência Instalada

POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio

POI_{ATIV} – Fator parcial Atividade
POI_{CC} – Fator parcial Caracterização da Construção
POI_{EA} – Fator parcial Edifícios Adjacentes
POI_{EF} – Fator parcial Edifícios Fronteiros
POI_{IA} – Fator parcial Instalações de Aquecimento
POI_{ICONFA} – Fator parcial Instalações de Confeção de Alimentos
POI_{ICONSA} – Fator parcial Instalações de Conservação de Alimentos
POI_{IEE} – Fator parcial Instalações de Energia Elétrica
POI_{ILGC} – Fator parcial Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis
POI_{IVCA} – Fator parcial Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar
POI_{PPP} – Fator parcial Procedimentos ou Planos de Prevenção
PPP – Procedimentos ou planos de prevenção
REBA – Regulamento de Estruturas de Betão Armado
REI – Resistência, Estanquidade e Isolamento
RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas
RI – Risco de Incêndio
RIA – Rede Incêndio Armada
RJ-SCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios
RSIUEE – Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica
RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios
S – Sinalização de emergência
SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndio
SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios
SEA – Sistema de Extinção Automática
SFPE – Society of Fire Protection Engineers
SI – Sinalização e Iluminação de emergência
SIS – Sinalização de emergência, Iluminação de emergência e Simulacros
SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana
SS – Sem Sinalização de emergência
UT – Utilização Tipo
VBA – Visual Basic for Applications
VHE – Via Horizontal de Evacuação
VLCI – Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio

VVE – Via Vertical de Evacuação

1 INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

Portugal assistiu a um “boom” de construção sem precedentes, no período de 1985 a 2000, onde o crescimento do sector ultrapassou os 50%. Ter casa própria passou a ser uma obsessão generalizada para os portugueses, e a segunda habitação uma realidade para mais de um milhão de famílias, com incidência na recuperação da casa de família e de férias referencialmente no Algarve. Não é, pois, de estranhar que existam, em média, 1,45 alojamentos por família.

Nos últimos censos de 2011 [1] o número de alojamentos vagos disponíveis no mercado, para arrendamento ou venda, é o dobro da carência habitacional quantitativa.

A reabilitação urbana, com indicadores absolutos muito baixos, pode ter um papel fundamental na recuperação do sector em Portugal, dado que, existem mais de um milhão de edifícios que necessitam de pequenas, médias e grandes reparações.

Paralelamente, verifica-se que muitos dos edifícios ocupados têm carências habitacionais, nomeadamente alojamentos sobrelotados, com falhas nas infraestruturas básicas e com deficientes condições de acessibilidade.

A reabilitação de edifícios, que em Portugal representa somente 26% da produtividade do sector e abaixo da média europeia, terá, num futuro próximo, um dinamismo diferente, fruto de iniciativas legislativas no âmbito de arrendamento urbano e do regime jurídico da reabilitação, da crise financeira que dificulta o crédito para aquisição de habitação e à criação de entidades públicas de reabilitação urbana, nomeadamente nas áreas metropolitanas do Porto e Lisboa [2].

O processo de reabilitação urbana nos centros históricos é complexo, dadas as características próprias da urbe em que se insere, ao respeito pela sua arquitetura, às tipologias e sistemas construtivos, ao estado de degradação de muitos dos edifícios e à sua vulnerabilidade, à deflagração e propagação de incêndios, pondo em causa todo um quarteirão. Importa intervir sem descaracterizar os edifícios, intervindo somente para criar as condições de segurança, salubridade e conforto.

Nesta perspetiva, como facilmente se compreende, a Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), tem um papel de grande relevância na recuperação destes edifícios antigos. As imagens do incêndio do Chiado, em agosto de 1988, bem como o elevado número de incêndios urbanos, nomeadamente em edifícios de grande valor patrimonial, tornam esta temática de grande relevância e preocupação.

Surge, assim, o contributo com o método CHICHORRO que mais não pretende do que dotar as entidades e todos os intervenientes na recuperação dos centros históricos, ou em qualquer edifício, de mecanismos facilitadores na avaliação de Risco de Incêndio dos edifícios existentes, de forma a identificar os seus

pontos críticos em relação ao fogo, dotando-o de meios e condições técnicas que permitam diminuir consideravelmente o Risco de Incêndio depois da intervenção.

Na elaboração dos projetos e no estrito cumprimento do artº15º do RJ-SCIE [3] no que concerne a edifícios novos e ou existentes, as medidas propostas podem ser desadequadas em excesso ou em defeito, competindo ao técnico, baseado-se em modelos de cálculo e de análise de risco, propor à ANPC meios de segurança compensatórios, adequados a cada situação, caso se trate de edifícios de grande altimetria ou planimetria, ou de isenção de qualquer medida, caso se trate de edifícios classificados.

Assim, a presente dissertação pretende contribuir com um método de avaliação do Risco de Incêndio dos edifícios existentes de forma a identificar as vulnerabilidades do edifício em relação aos incêndios, identificando assim as medidas mitigadoras que devem ser impostas ou melhoradas no edifício a reabilitar, de forma a dotar o edifício de um nível de Risco de Incêndio aceitável.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação tem como objetivo principal o melhoramento de uma metodologia de análise de Risco de Incêndio em edifícios existentes, que identifica as fragilidades do edifício no que respeita à segurança contra incêndios e que permite encontrar as soluções mais adequadas a um edificado que importa preservar.

Tendo por base o método desenvolvido por Ricardo Ferreira (autor que apresentou um método de avaliação de risco, CHICHORRO, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, 2016), [4], a metodologia agora proposta pretende completar através do melhoramento do método anterior, fazendo alterações no *software* escrito em *Visual Basic* para incorporar mais casos de estudo associados às utilizações-tipo que o método ainda não englobava e complementarmente reorganizar e acrescentar casos-tipo, permitindo analisar qualquer tipo de edifícios independentemente das suas características.

Será também objeto desta dissertação a avaliação do Risco de Incêndio do edificado das zonas de Vitória e Clérigos, inseridas no Centro Histórico do Porto, associado às inúmeras utilizações tipo através do método CHICHORRO. Estes edifícios em estudo são casos tipo usuais exemplificativos para edifícios correntes associados à caracterização de utilização tipo da regulamentação atual da SCIE. Estes casos de estudo foram caracterizados para permitirem, numa primeira análise com poucos dados relativos ao edifício, obter um valor para o Risco de Incêndio. No fim da implementação do método e da avaliação de um número significativo de edifícios também se procedeu à análise de sensibilidade do método, assim como, obter a carta de Risco de Incêndio do Centro Histórico do Porto.

O último objetivo deste trabalho foi fazer a aplicação da metodologia desenvolvida a casos de estudo, de forma a fazer uma avaliação qualitativa da sua aplicação e verificar a adequabilidade da metodologia.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA TESE

A presente dissertação encontra-se organizada em 6 capítulos, sendo que o primeiro apresenta o enquadramento e justificação do tema, além da definição dos objetivos inerentes à sua realização e estrutura da mesma.

No Capítulo 2 é feita uma abordagem sobre o histórico dos incêndios urbanos e as suas consequências, sobre o conceito de análise de risco, apresentam-se alguns métodos de avaliação de Risco de Incêndio e faz-se um enquadramento da legislação em vigor relativamente à Segurança Contra Incêndios em

Edifícios. Far-se-á também uma descrição do método CHICHORRO, já que este método será utilizado para a avaliação do Risco de Incêndio do edificado inserido na área de análise.

No Capítulo 3 caracteriza-se o Centro Histórico do Porto, nomeadamente o edificado das zonas de Vitória e Clérigos, para a obtenção do valor do Risco de Incêndio a partir da aplicação do método CHICHORRO, fazendo também uma descrição do processo deste método. Além disso, no final do capítulo é apresentada a Carta de Risco de Incêndio, resultante da aplicação do método a todos os edifícios das duas zonas em análise.

No Capítulo 4 apresenta-se uma descrição de todas as atualizações efetuadas no modelo numérico existente concebido em linguagem VB (*Visual Basic*), que permite a aplicação do método de Risco de Incêndio proposto.

No Capítulo 5 é feita a caracterização dos casos de estudo, alvo da avaliação de Risco de Incêndio através da aplicação da metodologia existente, com o objetivo de fundamentar as modificações aplicadas no método. São ainda apresentados e analisados os respetivos resultados.

No Capítulo 6, expõem-se as conclusões finais do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos, bem como a proposta de possíveis desenvolvimentos futuros.

2

ESTADO DA ARTE

2.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo é feita uma abordagem sobre o histórico de alguns incêndios nas utilizações-tipo II, VI e XI, respetivamente Parques de Estacionamento, Salas de Espetáculos e Bibliotecas, que deflagraram em Portugal e no Mundo, e as suas consequências.

É ainda feita uma abordagem ao conceito de risco e uma introdução aos métodos de análise de Risco de Incêndio existentes.

Far-se-á, também, uma exposição do método CHICHORRO, já que este método será utilizado para a avaliação do Risco de Incêndio do objeto de estudo da presente dissertação.

Por fim, no último subcapítulo, é feita uma descrição sobre a legislação em vigor em Portugal, relativa à Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

2.2. HISTÓRICO DE INCÊNDIOS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

2.2.1. INTRODUÇÃO

“ O incêndio apaga-se no projeto.“. Esta frase resume toda a justificação económica e social que o tema reclama. A importância do planeamento nesta área é medida pelos sinistros evitados e não pelos incêndios extintos. Esse planeamento passa pela análise do histórico de ocorrência de incêndios para perceber a sucessiva repetição das causas de incêndio e, assim, implementar medidas de intervenção preventivas ao Risco de Incêndio.

Neste subcapítulo serão enumerados vários registos, através da exposição dos principais incêndios que deflagraram em Portugal e no Mundo, em particular nas Salas de Espetáculos, Bibliotecas e Parques de Estacionamento, uma vez que foram objeto de estudo na presente dissertação. Pretende-se mostrar que estes espaços também apresentam riscos de incêndio, sendo importante a implementação de planos de segurança nesses espaços.

2.2.2. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, EM PORTUGAL E NO MUNDO, NAS UTILIZAÇÕES-TIPO SALAS DE ESPETÁCULOS, BIBLIOTECAS E PARQUES DE ESTACIONAMENTO

Apresentam-se de seguida exemplos de alguns incêndios que deflagraram, em Portugal e no Mundo, nas utilizações-tipo Salas de Espetáculos, Bibliotecas e Parques de Estacionamento:

- **30 de dezembro de 1903 – Incêndio no teatro *Iroquois Theatre* em Chicago, EUA [5]:** foi o maior incêndio mortal, em apenas num edifício, na história dos Estados Unidos da América. Morreram pelo menos 602 pessoas devido ao fogo;
- **2 de dezembro de 1964 – Incêndio no teatro Nacional D. Maria II em Lisboa, Portugal [6]:** o Teatro Nacional foi palco de um terrível incêndio que destruiu praticamente a totalidade do edifício;
- **28 de setembro de 1996 – Incêndio no coliseu do Porto, Portugal, [7]:** deflagrou um incêndio que iria destruir completamente a caixa de palco, provocando graves estragos na sala principal e nos camarins. Não se sabe o que originou o incêndio, mas as suas consequências foram gravosas originando horas de choque e consternação entre os amantes do coliseu;
- **23 de dezembro de 2012 – Incêndio na biblioteca Luiz Bessa em Belo Horizonte, Brasil [8]:** o incêndio atingiu uma área do terceiro andar da biblioteca destruindo móveis, materiais de escritório e alguns computadores da área administrativa;
- **03 de junho de 2013 – Incêndio na biblioteca da escola pública de Gravataí, Brasil [9]:** toda a coleção de cerca de mil livros foi perdida;
- **31 de janeiro de 2015 – Incêndio na biblioteca do Instituto de Informação Científica de Ciências Humanas em Moscovo, Rússia [10]:** um incêndio de grandes proporções devastou a principal biblioteca universitária da Rússia, danificando mais de um milhão de documentos históricos únicos e provocando consternação de milhares de cientistas, que evocaram um "Chernobyl" cultural;
- **09 de janeiro de 2014 – Incêndio no parque de estacionamento em Viana do Castelo, Portugal [11]:** um incêndio seguido de seis rebentamentos fortes num posto de transformação de eletricidade no parque de estacionamento subterrâneo da Avenida dos Combatentes, no centro de Viana do Castelo, provocou um ferido ligeiro;
- **18 de Junho de 2015 – Incêndio no parque de estacionamento da praia de São Pedro do Estoril em Cascais, Portugal [12]:** o incêndio começou após o sobreaquecimento do motor de uma viatura, que pegou fogo e foi totalmente consumida pelas chamas. Rapidamente o fogo alastrou a sete outros veículos, que ficaram parcialmente destruídos;
- **21 de fevereiro de 2016 – Incêndio no parque de estacionamento da Universidade de Sharjah, Emirados Árabes Unidos [13]:** pelo menos 19 veículos foram destruídos no incêndio. O mesmo ter-se-á iniciado num carro e alastrado aos restantes.

2.3. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO

O conceito de risco pode ser traduzido como a incerteza da perda que, no caso dos incêndios, corresponde geralmente ao número de vítimas mortais ou os danos materiais causados aos edifícios, incluindo todas as perdas intangíveis significativas, tais como, a interrupção da atividade, a degradação do meio ambiente ou a destruição de bens culturais e históricos insubstituíveis.

De uma forma geral, o risco (R) pode ser descrito como o produto da probabilidade de ocorrência de um evento (P) pela gravidade das respetivas consequências, equação 2.1.

$$R = P \times G \quad (2.1)$$

Em que:

- R – Risco
- P – Probabilidade de ocorrência de um evento;
- G – Gravidade das consequências decorrentes da ocorrência do evento.

O risco pode ser, igualmente, representado através de um gráfico cujo eixo das ordenadas corresponde à probabilidade de ocorrência e o eixo das abscissas corresponde à gravidade das consequências, Figura 2.1.

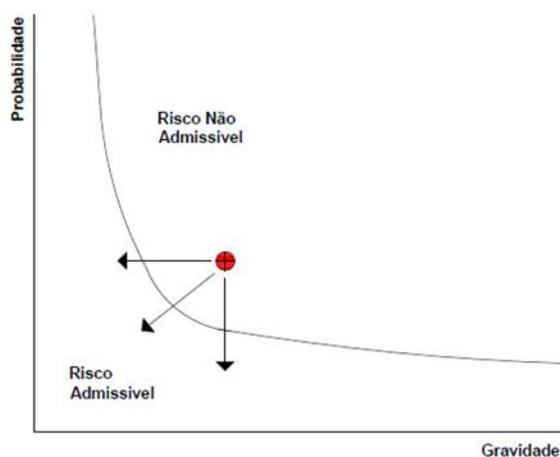


Fig. 2.1 - Representação gráfica do risco, [4]

Da análise da Figura 2.1, é possível constatar duas zonas de risco: aceitável e não aceitável. Face ao Risco de Incêndio real existente, importa perceber se esse risco é, ou não, admissível pelas sociedades, isto é, se o risco é ou não aceitável. O risco aceitável é função de diversos fatores e pode ser variável no tempo. O que hoje é considerado risco aceitável, pode não o ser amanhã, no próximo ano ou na próxima década.

A segurança em cada caso é conseguida através da imposição de um risco limite, dito aceitável. Para que a situação em análise não ultrapasse este valor, é necessário reduzir a probabilidade de ocorrência e/ou a gravidade das consequências dessa mesma ocorrência.

As sociedades aceitam os riscos, se eles forem inferiores a determinados valores de referência (limiares de risco). Tal redução pode ser conseguida através de implementação de medidas de prevenção e/ou de proteção. As primeiras destinam-se a prevenir a ocorrência do incêndio, enquanto as segundas destinam-se a proteger a vida dos ocupantes e os bens materiais.

Da análise da Figura 2.1, é ainda possível constatar a impossibilidade de se atingir um risco nulo, sendo apenas possível minimizar o risco por forma a torná-lo aceitável. Devem, por isso, ser adotadas medidas que permitam mitigar as consequências nefastas decorrentes do incêndio, estabelecendo uma evacuação dos locais tão rápida quanto possível e a rápida extinção do incêndio evitando a destruição do edifício e a possível propagação a edifícios contíguos ou fronteiros.

2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

A análise de risco e respetivas formulações matemáticas estão constantemente em desenvolvimento, por forma a satisfazerem as exigências para os diferentes tipos de atividade inerentes aos edifícios.

A maioria dos métodos de avaliação de Risco de Incêndio reúne de um lado, um conjunto de fatores associados às características inerentes à edificação, agrupando do outro lado, as medidas de segurança para fazer frente a esse risco.

Os métodos e modelos para a análise de Risco de Incêndio em edifícios envolvem um vasto conjunto de fatores que se podem agrupar em três domínios principais:

- Probabilidade esperada de ocorrência;
- Grau esperado de exposição ao acontecimento;
- Capacidade potencial de afetação que o acontecimento pode gerar.

O processo do cálculo do Risco de Incêndio desenvolveu-se em primeiro lugar no método de Gretener, idealizado na década de 60, pelo engenheiro Max Gretener. Posteriormente, foi desenvolvido o método ARICA (Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos), que é um método desenvolvido por António Leça Coelho (investigador do LNEC), [14], e Ana Margarida Sequeira Fernandes (aluna que apresentou o método em dissertação de mestrado em Ciências da Construção pela FCTUC, em 2006) [15]. Mais tarde foi desenvolvido o método MARIEE&FEUP, que foi desenvolvido por Ana Isabel Ramos da Costa (aluna que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2013), [16]. A partir do método MARIEE&FEUP foi desenvolvido o método MARIEE (Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes), baseado no método de Ana Costa, [16], desenvolvido por André Correia, [17], para edifícios habitacionais, administrativos, escolares, hospitalares e hoteleiros, e por Jorge Pissarra, [18], para edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculo. Por fim, foi desenvolvido o método CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras), de Ricardo Ferreira [4] (aluno que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2016, com o objetivo de introduzir uma maior facilidade e utilidade de cálculo por parte do utilizador, bem como o melhoramento do método anterior, passando de um método discreto para um método contínuo, permitindo analisar qualquer tipo de edifícios independentemente das suas características.

De seguida será feito um resumo do método em análise na presente dissertação.

2.5. MÉTODO CHICHORRO

2.5.1. INTRODUÇÃO

O método CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras) é um método desenvolvido por diversos estudantes do MIEC. Para o caso, registre-se que o nome atual passou a vigorar com Ricardo Ferreira (aluno que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2016), [4] e é o método precedente ao apresentado nesta dissertação.

Este método partilha muitas semelhanças, principalmente ao nível dos fatores globais e parciais, com o método MARIEE. Nos subcapítulos seguintes é feita uma análise ao método CHICHORRO, sendo recomendado a leitura das dissertações de André Correia, [17], e Jorge Pissarra, [18] para uma melhor compreensão dos fatores globais e parciais. Foram feitas alterações no *software* de cálculo de Risco de Incêndio, desenvolvido em *Visual Basic*, de modo a incorporar mais casos de estudo associados às utilizações-tipo II, VI e XI, visto serem utilizações ainda pouco estudadas pelo método em análise e,

complementarmente, os casos-tipo foram reorganizados e acrescentados. Esta parte do trabalho é exposta no Capítulo 4.

Será feita uma exposição mais pormenorizada dos aspetos que distinguem o estudo usado nos métodos anteriormente descritos, uma vez que será a partir deste método que será feita a avaliação de Risco de Incêndio.

2.5.2. FATORES GLOBAIS DO MÉTODO

O método proposto assenta na definição de quatro fatores globais de Risco de Incêndio:

- POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio;
- CTI – Consequências Totais do Incêndio;
- DPI – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio;
- ESCI – Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio.

Transitam do método MARIE&FEUP, três dos quatro fatores globais: POI, DPI e ESCI, o fator global CTI transita do método MARIEE, sendo feito um desenvolvimento deste fator nas dissertações de Correia [17], Pissarra [18] e mais recentemente de Ferreira [4].

Através dos quatro fatores globais, pretende abranger-se todos os aspetos que intervêm no cálculo do Risco de Incêndio e, conseqüentemente, traduzir o risco para as pessoas, para o edifício e tudo aquilo que ele encerra.

Estes fatores globais são constituídos por fatores parciais que, por sua vez, são definidos por diversos descritores, representantes das condições intrínsecas dos edifícios.

2.5.3. DEFINIÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO

No método CHICHORRO, o conceito de Risco de Incêndio é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência de incêndio pela gravidade das suas consequências; equação 2.2.

$$RI = P \times G \quad (2.2)$$

Em que:

- RI – Risco de Incêndio;
- P – Probabilidade de ocorrência de incêndio;
- G – Gravidade das consequências resultantes da ocorrência de incêndio.

Deste modo, o método considera que o fator probabilidade (P) é definido pelo fator global POI, Probabilidade de Ocorrência do Incêndio; equação 2.3.

$$P = POI \quad (2.3)$$

Em que:

- POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio.

A gravidade (G) é traduzida pelas consequências decorrentes do incêndio, dado que no método o resultado é o produto entre o fator global CTI, Consequências Totais do Incêndio e a média ponderada entre o fator global DPI, Desenvolvimento e Propagação do Incêndio, e o fator global ESCI, Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio; equação 2.4.

$$G = CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (2.4)$$

O fator CTI traduz, através da ponderação apresentada na equação 2.5, as consequências parciais no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE).

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + \frac{CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{2}}{3} \quad (2.5)$$

Devido à possibilidade da não existência de vias de evacuação, são ainda apresentadas duas variantes da equação anterior, sendo a equação 2.6 correspondente à inexistência de uma das vias de evacuação e a equação 2.7 correspondente à possibilidade de não existir qualquer tipo de via de evacuação (VE).

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + CPI_{VE}}{3} \quad (2.6)$$

$$CTI = CPI_{CI} \quad (2.7)$$

Em que:

- CPI_{CI} – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio;
- CPI_{VHE} – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Horizontais de Evacuação;
- CPI_{VVE} – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Verticais de Evacuação;
- CPI_{VE} – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias de Evacuação.

As consequências parciais de incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam de um balanço entre o perigo potencial decorrente do incêndio e a exposição a esse perigo; equação 2.8

$$CPI = \frac{P}{E} \tag{2.8}$$

Em que:

- *CPI* – Consequências Parciais de Incêndio;
- *P* – Perigo potencial;
- *E* – Exposição ao perigo.

O perigo potencial é quantificado em função dos produtos que se formam no decurso do incêndio, nomeadamente, a potência calorífica, o fumo e os gases libertados.

A exposição depende do tempo necessário para a evacuação ser realizada do cenário de incêndio até ao exterior.

Assim, no método CHICHORRO, o valor do Risco de Incêndio (RI) é obtido através da equação 2.9.

$$RI = POI \times CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \tag{2.9}$$

Na Figura 2.2 apresentam-se os fatores intervenientes no método CHICHORRO, para o cálculo do valor do Risco de Incêndio (RI).

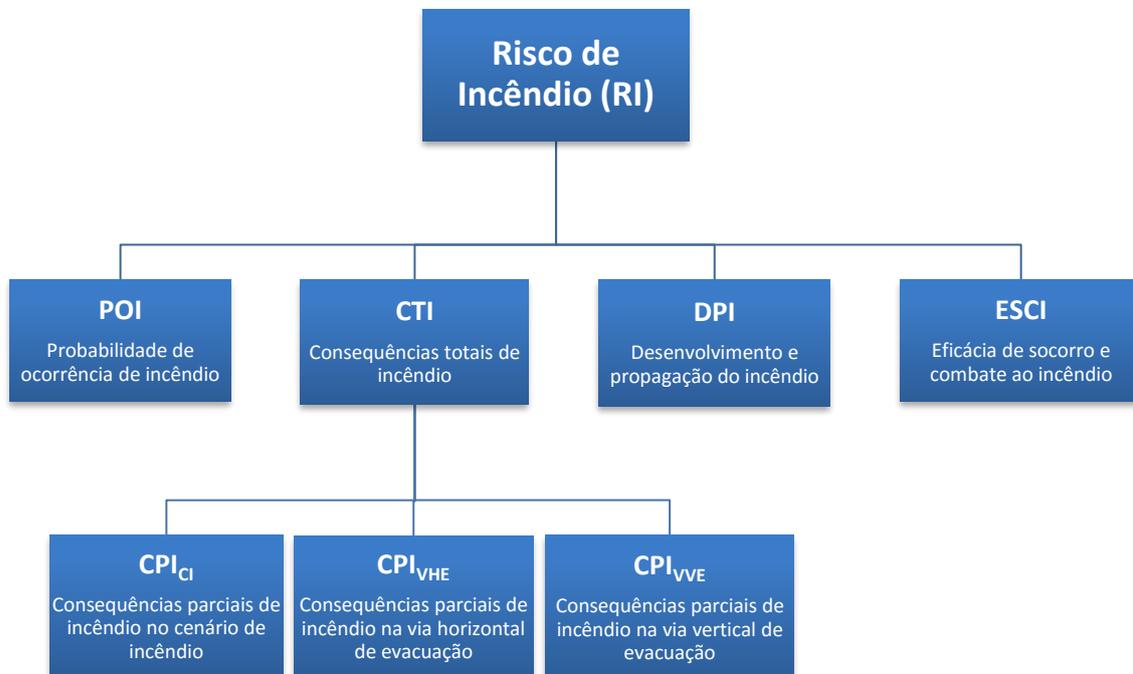


Fig. 2.2 - Estrutura do método CHICHORRO, [4]

2.5.4. FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO INCÊNDIO (POI)

2.5.4.1. Fatores parciais associados ao fator global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI)

O fator global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI) é constituído por 12 fatores parciais a seguir descritos. Por sua vez, cada um desses fatores é constituído por vários descritores.

- **Caracterização da Construção (POI_{CC}):** pretende traduzir a possível contribuição do estado de conservação do edifício na origem de curto-circuitos, bem como, a ocupação anormal do mesmo. Foram considerados como fatores chave a infiltração de água e o tipo de constituição da laje (material incombustível ou combustível).
- **Instalações de Energia Elétrica (POI_{IEE}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Foram considerados como fatores chave a proteção elétrica dos quadros, o estado de conservação da aparelhagem e circuitos e, ainda, a relação entre a potência instalada e a potência contratada.
- **Instalações de Aquecimento (POI_{IA}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Foram consideradas três situações distintas quando estas instalações não cumprem a Legislação Regulamentar (LR¹): a primeira relativa a centrais térmicas, a segunda a aparelhos autónomos e, finalmente, uma terceira relativa à combinação das duas anteriores.
- **Instalações de Confeção de Alimentos (POI_{ICONFA}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Foram consideradas três situações distintas quando estas instalações não cumprem a LR: a primeira relativa à instalação dos aparelhos, a segunda à ventilação e extração dos gases de combustão e, finalmente, uma combinação das duas anteriores.
- **Instalações de Conservação de Alimentos (POI_{ICONSA}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Relativamente a estas instalações considerou-se, exclusivamente, se cumprem ou não a legislação.
- **Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar (POI_{IVCA}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Foram consideradas quatro situações distintas quando estas instalações não cumprem a LR: uma relativa às condições de instalação, outra relacionada com o armazenamento, uma terceira relativa às condições de utilização e, finalmente, uma combinação das anteriores.
- **Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis (POI_{ILGC}):** pretende traduzir a possível contribuição destas instalações para o início do incêndio. Foram consideradas três situações distintas quando estas instalações não cumprem a LR: uma relativa às condições de armazenamento, outra relativa às condições de utilização e, finalmente, uma combinação das anteriores.
- **Edifícios Fronteiros (POI_{EF}):** pretende traduzir a possível contribuição para o início de um incêndio num edifício fronteiro devido à radiação através das aberturas que estão em confronto, decorrente da reduzida largura da rua que serve os edifícios. Foram consideradas duas situações distintas: se cumpre a LR em relação à distância entre edifícios fronteiros ou o caso de ser edifício isolado.
- **Edifícios Adjacentes (POI_{EA}):** pretende traduzir a possível contribuição dos edifícios para o início de um incêndio num outro edifício devido à passagem do incêndio pela parede de empena, quando esta não tem qualificação de resistência ao fogo.

¹ LR – Legislação que se encontra em vigor.

- **Frações Adjacentes (POI_{FA}):** pretende traduzir a contribuição que frações adjacentes podem dar para o início de um incêndio na fração em análise devido à passagem do incêndio.
- **Procedimentos ou Planos de Prevenção (POI_{PPP}):** pretende traduzir a possível contribuição dos procedimentos e planos de prevenção no evitar do início do incêndio.
- **Atividade (POI_{ATIV}):** pretende traduzir a importância do tipo de atividade desenvolvida no edifício para o início de um incêndio.

2.5.4.2. Descrição geral do fator global probabilidade de ocorrência do incêndio (POI)

Conforme referido anteriormente, este fator transita do método MARIEE, ainda que neste apenas com 11 fatores, pretendendo aferir a probabilidade de ocorrência de um incêndio no edifício. Este é obtido, agora, através da média aritmética de 12 fatores parciais que traduzem as características intrínsecas do edifício e do seu equipamento; equação 2.10.

$$POI = \frac{POI_{CC} + POI_{EE} + POI_{IA} + POI_{CONFA} + POI_{CONSA} + POI_{VCA} + POI_{LGC} + POI_{EF} + POI_{EA} + POI_{FA} + POI_{PPP} + POI_{ATIV}}{12} \quad (2.10)$$

Quando qualquer dos fatores parciais se torna igual a zero implica que no cálculo da média se reduza correspondentemente o denominador.

Apresentam-se, na Figura 2.3, todos os fatores parciais do POI, bem como, todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais													
POI _{CC} - Caracterização da construção						1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60	1,70		
POI _{EE} - Inst. Energia eléctrica						1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80	
POI _{IA} - Instalações de aquecimento				0	0,85	1,00	1,05	1,10	1,20	1,25	1,35	1,40	1,60	1,80
POI _{CONFA} - Instalações de confecção de alimentos				0	1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60			
POI _{CONSA} - Instalações de conservação de alimentos				0	1,00	1,10								
POI _{VCA} - Instalações de ventilação e condicionamento de ar				0	1,00	1,10	1,20	1,30						
POI _{LGC} - Instalações de líquidos e gases combustíveis				0,00	1,00	1,10	1,20	1,40						
POI _{EF} - Edifícios Fronteiros				0	1,00	1,05	1,10	1,20	1,40					
POI _{EA} - Edifícios Adjacentes				0	1,00	1,10	1,20	1,30						
POI _{FA} - Frações Adjacentes (mm edifício)	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10							
POI _{PPP} - Procedimentos ou planos de prevenção				0	0,80	1,00	1,10	1,20						
POI _{AT} - Atividade						1,00	1,20	1,40						

Fig. 2.3 – Resumo dos valores dos Fatores Parciais do POI, [4]

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global POI assume como valor mínimo 0,93 e como valor máximo 1,425. O valor de 1,0, destacado na Figura 2.3, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

2.5.5. FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI)

2.5.5.1. Fatores parciais associados ao fator global Consequências Totais de Incêndio (CTI)

O fator global Consequências Totais de Incêndio (CTI) é constituído por sete fatores parciais, três associados ao cenário de incêndio, dois às vias horizontais de evacuação e outros dois associados às vias verticais de evacuação. Por sua vez, cada um desses fatores é constituído por vários descritores.

Os fatores parciais são definidos separadamente para o cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação que servem o cenário de incêndio.

➤ **Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio (CPI_{CI})**

Os descritores do CPI_{CI} são os seguintes:

- **Potência (CPI_{CIP}):** pretende quantificar a contribuição da potência calorífica libertada, no cenário de incêndio, para as consequências totais de incêndio;
- **Fumo (CPI_{CIF}):** pretende quantificar a contribuição do fumo produzido, no cenário de incêndio, para as consequências totais de incêndio;
- **Materiais de revestimento (CPI_{CIMR}):** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento do cenário de incêndio, para as consequências totais de incêndio. Foram consideradas classes admitidas, distintas das correspondentes às classes mínimas constantes na atual legislação, em relação às quais é feita a avaliação dos materiais de revestimento existentes no cenário de incêndio.

➤ **Consequências Parciais de Incêndio na Via Horizontal de Evacuação (CPI_{VHE})**

Os descritores do CPI_{VHE} são os seguintes:

- **Fumo (CPI_{VHEF}):** pretende quantificar a contribuição do fumo presente, na via horizontal de evacuação, para as consequências totais de incêndio;
- **Materiais de revestimento (CPI_{VHEMR}):** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento da via horizontal de evacuação, para as consequências totais de incêndio. Foram consideradas classes admitidas, distintas das correspondentes às classes mínimas constantes na atual legislação, em relação às quais é feita a avaliação dos materiais de revestimento presentes na via horizontal de evacuação.

➤ **Consequências Parciais de Incêndio na Via Vertical de Evacuação (CPI_{VVE})**

Os descritores do CPI_{VVE} são os seguintes:

- **Fumo (CPI_{VVEF}):** pretende quantificar a contribuição do fumo presente, na via vertical de evacuação, para as consequências totais de incêndio;
- **Materiais de revestimento (CPI_{VVEMR}):** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento da via vertical de evacuação, para as consequências totais de incêndio. Foram consideradas classes admitidas, distintas das correspondentes às classes mínimas constantes na atual legislação, em relação às quais é feita a avaliação dos materiais de revestimento existentes na via vertical de evacuação.

2.5.5.2. Descrição geral do fator global consequências totais de incêndio (CTI)

Segundo Correia [31], as consequências do incêndio resultam de uma relação entre o perigo potencial do incêndio e a exposição a esse perigo. O perigo potencial é quantificado em função dos produtos que se formam no decurso do incêndio, nomeadamente, a potência calorífica, o fumo e gases libertados. A exposição depende, essencialmente, do tempo de evacuação dos locais. Estes dois conceitos, perigo e exposição, estão de tal forma interligados que a sua análise e respetivo cálculo são feitos em conjunto.

A atribuição de valores aos fatores parciais associados ao fator global CTI, assenta em critérios cujo objetivo primeiro é o da salvaguarda da vida humana e da manutenção de condições ambientais compatíveis com a evacuação do edifício. Com base nestes critérios, são estabelecidos tempos de referência. Da comparação destes com o tempo de evacuação dos locais, resultam os valores dos fatores parciais.

Os fatores parciais do CTI são definidos separadamente para o cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação e dependem das seguintes características do edifício, seus equipamentos e sistemas de segurança:

- Área do cenário de incêndio (CI);
- Efetivo do cenário de incêndio (CI);
- Largura das saídas do cenário de incêndio (CI);
- Sistema de deteção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de extinção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo na via vertical de evacuação (VVE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento do cenário de incêndio (CI);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via vertical de evacuação (VVE);
- Comprimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Largura da via vertical de evacuação (VVE);
- Distância a percorrer na via vertical de evacuação (VVE), traduzida através da posição do cenário de incêndio no edifício (número de pisos acima e número de pisos abaixo);
- Sinalização de emergência no cenário de incêndio, na via horizontal de evacuação (VHE) e na via vertical de evacuação (VVE).

Em síntese, apresenta-se na Figura 2.4 um esquema elucidativo das consequências parciais de incêndio resultantes de cada um dos locais: cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação.

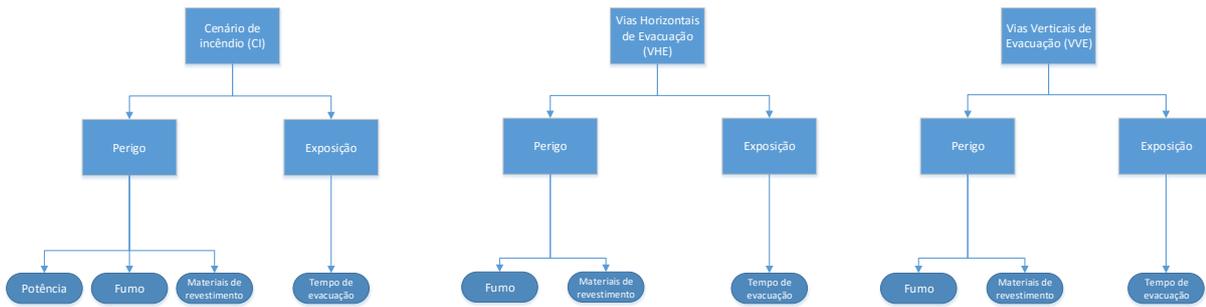


Fig. 2.4 – Consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio e nas vias horizontais e verticais de evacuação, [4]

O CPI_{CI} expressa-se então pela expressão 2.11:

$$CPI_{CI} = \frac{3 \times CPI_{CIP} + 2 \times CPI_{CIF} + CPI_{CIMR}}{6} \tag{2.11}$$

Na Figura 2.5 sintetiza-se todos os valores possíveis para os fatores parciais do fator parcial CPI, bem como, todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial		Limites dos fatores parciais											
CPI _{CI}	CPI _{CIP} - Cenário de Incêndio - Potência	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40				
	CPI _{CIF} - Cenário de Incêndio - Fumo	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60			
	CPI _{CIMR} - Cenário de Incêndio - Materiais de Revestimento					0,90	1,00	1,05	1,10	1,15	1,30		
CPI _{VHE}	CPI _{VHEF} - VHE - Fumo				0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18
	CPI _{VHEMR} - VHE - Materiais de Revestimento					0,90	1,00	1,05	1,10	1,15	1,30	1,40	
CPI _{VVE}	CPI _{VVEF} - VVE - Fumo				0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18
	CPI _{VVEMR} - VVE - Materiais de Revestimento					0,90	1,00	1,05	1,10	1,15	1,30	1,40	

Fig. 2.5 – Resumo dos valores dos Fatores Parciais do CTI, [4]

2.5.6. FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI)

2.5.6.1. Fatores parciais associados ao fator global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI)

O fator global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI) é constituído por cinco fatores parciais a seguir descritos.

- **Resistência, Estanquidade e Isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação (DPI_{REIC}):** pretende traduzir o nível de proteção do cenário de incêndio, das vias verticais e estrutura, do ponto de vista da resistência ao fogo REI. Foram considerados como fatores chave a REI da estrutura e da caixa de escada.
- **Estanquidade e Isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio (DPI_{EI}):** pretende traduzir o nível de proteção do cenário de incêndio, paredes e portas, do ponto de vista da resistência ao fogo EI ou E. Foram considerados como fatores chave o EI ou E das paredes e portas do cenário de incêndio.
- **Afastamento entre Vãos exteriores (DPI_{AV}):** pretende traduzir o nível de proteção através das condições exteriores, nomeadamente o afastamento entre vãos do mesmo edifício. Foram

considerados como fator chave o afastamento superior ou inferior a 1,10 m entre vãos em pisos sucessivos.

- **Proteção das Paredes Exteriores (DPI_{PE}):** pretende traduzir o nível de proteção das paredes exteriores do ponto de vista da reação ao fogo. Foram considerados como fatores chave a reação ao fogo das paredes exteriores e o sistema de construção.
- **Organização e Gestão da Segurança (DPI_{OGS}):** pretende traduzir a possível contribuição dos planos de emergência no evitar de incidentes e prejuízos decorrentes do incêndio. Foram considerados como fatores chave a existência de planos de emergência, registos de segurança e formação. Os planos de prevenção foram considerados, anteriormente, no fator global POI.

2.5.6.2. Descrição geral do fator global desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI)

Este fator global pretende traduzir a contribuição das características inerentes ao edifício para evitar o desenvolvimento e propagação do incêndio ao restante edifício. Este fator estabelece como critério primordial a preservação do património edificado, ao contrário do fator global de consequências totais de incêndio onde a salvaguarda da vida humana é o objetivo basilar.

Este fator é, assim, definido pela equação 2.12.

$$DPI = \frac{DPI_{REIC} + DPI_{EI} + DPI_{AV} + DPI_{PE} + DPI_{OGS}}{5} \quad (2.12)$$

Em que:

- *DPI* – Fator global desenvolvimento e propagação de incêndio;
- *DPI_{REIC}* – Fator parcial proteção, resistência, estanquidade e isolamento dos locais e das VVE;
- *DPI_{EI}* – Fator parcial proteção estanquidade e isolamento das paredes e portas do local de incêndio;
- *DPI_{AV}* – Fator parcial afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada;
- *DPI_{PE}* – Fator parcial proteção das paredes exteriores;
- *DPI_{OGS}* – Fator parcial organização e gestão de segurança.

Quando qualquer dos fatores parciais se torna igual a zero implica que no cálculo da média se reduza correspondentemente o denominador.

Apresentam-se na Figura 2.6 todos os fatores parciais do fator global DPI e os respetivos valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais								
DPI _{REIC} -Proteção isolamento e proteção REI do CI e VVE		0,00	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	
DPI _{EI} - Proteção isolamento e proteção EI das paredes e portas do CI	0,00	0,50	1,00	1,20	1,40				
DPI _{AV} - Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada		0,00	1,00	1,20					
DPI _{PE} - Proteção das paredes exteriores e guarda fogo		0,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40
DPI _{OGS} - Organização e gestão da segurança - Planos de emergência	0,00	0,80	1,00	1,10	1,20				

Fig. 2.6 - Resumo dos valores dos Fatores Parciais do DPI, [4]

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global DPI assume como valor mínimo 0,86 e como valor máximo 1,34. O valor de 1,00, destacado na Figura 2.6, representa o cumprimento regulamentar dos respectivos fatores parciais. Os fatores parciais são zero, quando estes não se aplicam ao caso.

2.5.7. FATOR GLOBAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)

2.5.7.1. Fatores parciais associados ao fator global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio (ESCI)

O fator global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio (ESCI) é constituído por sete fatores parciais a seguir descritos.

- **Grau de Prontidão dos bombeiros (ESCI_{GP}):** pretende traduzir o tempo que medeia entre o início do incêndio e o começo das ações de combate e salvamento. Quanto mais tarde ocorrer a intervenção dos bombeiros maior será a dificuldade de extinção do incêndio. Este tempo depende de diversos fatores como a existência de deteção automática de incêndio, a transmissão do alerta, o tempo de deslocação dos bombeiros, a necessidade de estender lanços de mangueira ou não, etc. Foram considerados como fatores chave a existência de deteção automática ou manual, a chegada ao local em menos de 10 minutos, entre 10 a 20 minutos e mais de 20 minutos.
- **Sinalização, Iluminação e Deteção nas zonas comuns (ESCI_{SD}):** Pretende traduzir o tempo que medeia entre o início do incêndio e o começo das ações de combate através dos efeitos mitigadores da sinalização, iluminação e deteção nas zonas comuns e ainda se há OGS.
- **Vias de Acesso ao Edifício (ESCI_{AE}):** as vias de acesso podem dificultar a atuação dos bombeiros. Nos descritores associados a este fator parcial consideram-se situações em que se combinam as características das vias com as características dos meios de intervenção dos bombeiros. Foram considerados como fator-chave o acesso das viaturas dos bombeiros, com ou sem constrangimento (posicionamento do carro) e a altura do edifício.
- **Hidrantes Exteriores (ESCI_{HE}):** a existência de água é fundamental para a eficácia do combate ao incêndio por parte dos bombeiros. Foram considerados como fator-chave a existência de hidrantes exteriores, a fiabilidade destes e a distância entre o hidrante exterior e o edifício em estudo.
- **Extintores (ESCI_{EXT}):** os extintores podem representar, nos instantes iniciais do incêndio um meio de extinção importante. Contudo, para que tal aconteça é necessário que sejam corretamente manuseados, nomeadamente, quando se trata de incêndios de líquidos. Para tal é necessária formação. Considera-se que, se não existe uma equipa de segurança, a sua utilização pode ser menos eficaz ou nem sequer ocorrer pelo que, se faz intervir a existência de OGS nos descritores.
- **Redes de Incêndio Armadas (ESCI_{RIA}):** a rede de incêndio armada pode representar, nos instantes iniciais do incêndio, um meio de extinção importante. Contudo, para que tal aconteça é necessário fazer uma utilização correta, nomeadamente através de formação. Foram considerados como fatores chave: existência de OGS e da RIA, cumprindo ou não o regulamento.
- **Corpo Privado de Bombeiros (ESCI_{CPB}):** como a organização e gestão de segurança já foi considerada noutros meios de intervenção (extintores, redes de incêndio armadas, etc.), considera-se que em matéria de organização e gestão de segurança só falta considerar a

eventualidade de existência de corpos privativos de bombeiros. Foram considerados como fator-chave a existência ou não de CPB.

2.5.7.2. Descrição geral do fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio (ESCI)

Este fator traduz a eficácia do combate ao incêndio, podendo este ser feito não só por parte dos bombeiros, mas também pelos próprios ocupantes e pelos corpos de bombeiros privados.

Este fator global, constituído por 7 fatores parciais, é obtido pela equação 2.13.

$$ESCI = \frac{ESCI_{GP} + ESCI_{SID} + ESCI_{AE} + ESCI_{HE} + ESCI_{EXT} + ESCI_{RIA} + ESCI_{CPB}}{7} \tag{2.13}$$

Em que:

- ESCI – Fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio;
- $ESCI_{GP}$ – Fator parcial associado ao grau prontidão dos bombeiros;
- $ESCI_{SID}$ – Fator parcial associado à sinalização, iluminação e deteção nas zonas comuns;
- $ESCI_{AE}$ – Fator parcial associado às vias de acesso ao edifício;
- $ESCI_{HE}$ – Fator parcial associados aos hidrantes exteriores;
- $ESCI_{EXT}$ – Fator parcial associado aos extintores;
- $ESCI_{RIA}$ – Fator parcial associado às redes de incêndio armada;
- $ESCI_{CPB}$ – Fator parcial associado ao corpo privado de bombeiros.

Quando qualquer dos fatores parciais se torna igual a zero implica que no cálculo da média se reduza correspondentemente o denominador.

Apresentam-se na Figura 2.7 todos os fatores parciais do fator global ESCI, bem como todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais														
$ESCI_{GP}$ - Grau de prontidão						0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50		
$ESCI_{SID}$ - Sinalização Iluminação e deteção	0,00	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30				
$ESCI_{AE}$ - Acessibilidade ao edifício								1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
$ESCI_{HE}$ - Hidrantes exteriores							0,00	1,00	1,05	1,20	1,30	1,60			
$ESCI_{EXT}$ - Extintores				0,00	0,70	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20				
$ESCI_{RIA}$ - Redes de incêndio armadas				0,00	0,70	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20				
$ESCI_{CPB}$ - Corpo privado de bombeiros						0,00	0,50	1,00	1,50						

Fig. 2.7 - Resumo dos valores dos Fatores Parciais do ESCI, [4]

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global ESCI assume como valor mínimo 0,73 e como valor máximo 1,41. O valor de 1,00, destacado na Figura 3.15, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais. Os fatores parciais são 0, quando estes não se aplicam ao caso.

2.6. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.6.1. INTRODUÇÃO

A introdução do regime jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios recomenda que se proceda à avaliação, em tempo oportuno, do seu impacto na efetiva redução do número de ocorrências, das vítimas mortais, dos feridos, dos prejuízos materiais, dos danos patrimoniais, ambientais e de natureza social, decorrentes dos incêndios urbanos e industriais que se venham a verificar. Tal avaliação é particularmente pertinente face a novos fatores de risco, decorrentes do progressivo envelhecimento da população e da constante migração populacional para as cidades, apesar da tendência positiva resultante da entrada em vigor dos primeiros regulamentos de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

2.6.2. DECRETO-LEI Nº224/2015, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS, RJ-SCIE

Foi publicado na Iª Série do Diário da República o Decreto-Lei n.º 224/2015, [3], que procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, que estabelece o regime jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

O presente diploma reflete a necessidade de proceder a ajustamentos relativos à periodicidade das inspeções, de acordo com a experiência prática e o ciclo de manutenção dos equipamentos e instalações e dar um tratamento específico à matéria relativa aos recintos itinerantes e provisórios, que se encontra desenquadrada e excessivamente regulamentada.

Para além disso, visa acautelar a possibilidade de se apresentarem projetos relativos a edifícios existentes, de acordo com o estipulado no regime jurídico da urbanização e edificação, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, mas cujo cumprimento das condições de segurança contra incêndio em edifícios se torna impraticável, desde que devidamente fundamentadas e aprovadas pela ANPC, assim como a necessidade de alteração do articulado relativo às medidas de autoproteção, clarificando a necessidade de a ANPC emitir parecer sobre as mesmas, representam muitas das alterações e dos ajustamentos que se tornam necessários e que esta alteração vem permitir.

O Decreto-Lei n.º 224/2015 entrou em vigor em 23 de novembro 2015.

2.6.2.1. Utilizações-Tipo (UT)

A cada edifício é atribuída uma ou mais utilizações-tipo, em função do seu uso. As doze utilizações-tipo, que englobam todos os tipos de edifícios e recintos, encontram-se listadas de seguida [19]:

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

É também complementada na legislação a caracterização de edifícios mistos e a sua restrição na simultaneidade do uso num único edifício.

2.6.2.2. Locais de Risco

Os locais dos edifícios, com exceção dos fogos de habitação e dos espaços afetos a circulações, são classificados de acordo com a natureza do Risco de Incêndio em 6 classes (A a F), descritas sucintamente em seguida, [19]:

- **Local de risco A:** Presença dominante de pessoal afeto ao estabelecimento, em pequena quantidade;
- **Local de risco B:** Presença dominante de pessoas (pessoal e/ou público), em grande quantidade;
- **Local de risco C:** Risco agravado de incêndio, devido a atividades, equipamentos ou materiais (carga de incêndio);
- **Local de risco D:** Presença de pessoas de mobilidade ou percepção reduzidas (idosos, acamados, crianças);
- **Local de risco E:** Locais de dormida, em estabelecimentos, que não caibam na definição de local de risco D;
- **Local de risco F:** Com meios essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes.

2.6.2.3. Categorias de risco (CR)

Cada UT pode ser classificada, quanto ao Risco de Incêndio, numa de quatro categorias de risco (1ª, 2ª, 3ª ou 4ª categorias, numa escala ascendente de risco), [19].

A categoria de risco de cada UT é a mais baixa que satisfaz integralmente os critérios. Por exemplo, é atribuída a 4ª categoria de risco a uma dada UT, quando algum dos critérios para a 3ª categoria de risco não for satisfeito.

2.6.3. PORTARIA Nº 1532/2008, REGULAMENTO TÉCNICO DA SCIE, RT-SCIE

Uma vez identificadas as utilizações-tipo do edifício e determinadas as respetivas categorias de risco, o RT-SCIE, [20], especifica uma série de disposições construtivas, instalações e equipamentos.

Para aplicar e ajustar as exigências do RJ-SCIE aos diversos aspetos do edifício, o RT-SCIE formula os seguintes critérios de segurança:

- Condições exteriores;
- Comportamento ao fogo, isolamento e proteção;
- Condições de evacuação;
- Instalações técnicas;
- Equipamentos e sistemas de segurança;
- Organização e gestão da segurança.

De seguida é feita uma breve descrição de cada um destes critérios.

2.6.3.1. Condições exteriores

Os edifícios devem ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio. Deverá, ainda, existir disponibilidade de água nas suas imediações para permitir o abastecimento desses veículos. Além disso, a localização e implantação, na malha urbana, de novos edifícios deve ser condicionada, em função das respetivas categorias de risco, pelas distâncias a que se encontram de um quartel de bombeiros devidamente equipado.

Por outro lado, as características dos edifícios, tais como, a sua volumetria, a resistência e a reação ao fogo de coberturas, paredes exteriores e seus revestimentos, os vãos abertos nas fachadas e a distância de segurança entre eles e com os edifícios vizinhos, devem ser estabelecidas de forma a evitar a propagação do incêndio pelo exterior, no próprio edifício, ou entre este e outros vizinhos.

2.6.3.2. Comportamento ao fogo, isolamento e proteção

Este grupo reúne uma série de exigências de elevada relevância para garantir a minimização dos danos em caso de incêndio, definindo nomeadamente as características de resistência ao fogo dos elementos estruturais, os casos que obrigam a adoção de compartimentos corta-fogo, o isolamento e proteção das vias de evacuação, dos locais de risco e das canalizações ou condutas e, finalmente, a reação ao fogo dos materiais aplicados.

Os elementos estruturais de um edifício devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo, ou seja, devem conservar a estabilidade com que foram projetados, quando sujeitos a um processo de aquecimento normalizado e durante um período de tempo determinado. Do mesmo modo, os elementos de compartimentação devem garantir, durante um certo período de tempo, a satisfação das exigências de resistência ao fogo que lhes são aplicáveis (estanquidade, isolamento térmico, etc.).

Por outro lado, para além das exigências de compartimentação e de isolamento dos locais, os materiais devem apresentar uma determinada reação ao fogo, definida em função do seu local de aplicação e do tipo de edifício. A reação ao fogo é a resposta dada por um material ao contribuir pela sua própria decomposição (e combustão) para o início e desenvolvimento de um incêndio, avaliada com base num conjunto de ensaios normalizados.

2.6.3.3. Condições de evacuação

Os espaços interiores dos edifícios devem ser organizados de forma a permitir que, em caso de incêndio, os ocupantes possam alcançar um local seguro no exterior pelos seus próprios meios, de modo fácil, rápido e seguro.

Na prática, esta exigência traduz-se nos seguintes aspetos: existência de saídas em número e largura suficientes, convenientemente distribuídas e devidamente sinalizadas, vias de evacuação desobstruídas e com largura adequada (quando necessário, protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão) e distâncias a percorrer limitadas. Em situações particulares, a evacuação pode processar-se para espaços temporariamente seguros, designados “zonas de refúgio”.

2.6.3.4. Instalações técnicas

As instalações técnicas dos edifícios devem ser concebidas, instaladas e mantidas, nos termos legais, de modo que não constituam causa de incêndio nem contribuam para a sua propagação.

2.6.3.5. Equipamentos e sistemas de segurança

Este título inclui a exigência de diversos equipamentos e sistemas de segurança nos edifícios, em função das suas utilizações e categorias de risco, bem como, o respeito por certas regras. Em seguida, mencionam-se algumas exigências genéricas relativas a estes equipamentos.

A informação contida na sinalização de emergência deve ser disponibilizada a todas as pessoas a quem essa informação é essencial numa situação de perigo ou de prevenção relativamente a um perigo.

Além da iluminação normal, os espaços dos edifícios devem ser dotados de sistemas de iluminação de emergência. Estes, quando existirem, devem ter fontes de alimentação distintas.

Devem também ser equipados com instalações que permitam detetar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e acionar os sistemas e equipamentos de segurança. De igual modo, devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior de fumos e gases da combustão, reduzindo a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente, nas vias de evacuação.

Os edifícios devem, ainda, dispor, no seu interior, de meios próprios de intervenção que permitam a atuação imediata sobre os focos de incêndio pelos seus ocupantes e facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

2.6.3.6. Organização e gestão da segurança

No decurso da exploração dos respetivos espaços, os edifícios devem ser dotados de medidas de organização e gestão da segurança (medidas de autoproteção). Estas devem ser adaptadas às condições reais de exploração de cada utilização-tipo e proporcionadas à respetiva categoria de risco.

Em edifícios existentes, onde as características construtivas se revelarem significativamente afastadas das disposições do RJ-SCIE e do RT-SCIE, podem ser exigidas medidas compensatórias de autoproteção, para além das que seriam normalmente exigíveis nos casos conformes à citada regulamentação.

3

CENTRO HISTÓRICO DO PORTO CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO NAS FREGUESIAS DE VITÓRIA E CLÉRIGOS

3.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo fazer a caracterização geral duma parte do edificado do Centro Histórico do Porto (CHP) correspondente à Associação das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória. Caracterização essa que será essencial para a avaliação do Risco de Incêndio que se fará posteriormente, nomeadamente nas zonas de Vitória e Clérigos. Na secção 2 é feita a caracterização do CHP, fazendo-se uma breve síntese da sua história, passando pela descrição da fase de reabilitação que esta atravessa. É ainda feita a sua caracterização ao nível das suas infraestruturas, nomeadamente das vias rodoviárias, rede elétrica e de gás. Na secção 3 faz-se o levantamento da zona em estudo no que se refere à análise do estado de conservação dos edifícios, identificação das utilizações-tipo, localização dos hidrantes exteriores e caracterização do seu acesso por veículos dos bombeiros. Numa fase posterior é exposto o método de cálculo do Risco de Incêndio adotado neste trabalho e a respetiva classificação que os edifícios desta zona da cidade, CHP, freguesias de Vitória e Clérigos obtiveram. Faz-se uma breve explicação do processo de obtenção do RI considerando os casos-tipo envolvidos. Por último, será apresentada a carta de Risco de Incêndio do CHP e a sua respetiva análise. Para este efeito foram consideradas outras avaliações feitas noutras Dissertações para poder apresentar a carta de Risco de Incêndio completa do CHP.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO CHP

3.2.1. INTRODUÇÃO

A cidade do Porto tem uma história de mais de 2000 anos. Desde o rio Douro é possível ver uma variedade de edifícios, desde a Catedral de estilo romano à Igreja de Santa Clara de estilo Manuelino.

Em 1996 a UNESCO considerou o Centro Histórico do Porto, Património Cultural da Humanidade pelo valor cultural intrínseco aos edifícios que constituem, como por exemplo a Casa dos Maias, a Igreja de São José das Taipas, o Palácio da Bolsa ou a Sé do Porto. Como zona de interesse, o CHP sofreu várias obras de conservação dos seus mais de 3000 prédios de habitação e comércio, com estilos desde o românico ao gótico ou neoclássico.

O objetivo desta secção é caracterizar as zonas de Vitória e Clérigos a nível de infraestruturas e construção do edificado, de modo a possibilitar encontrar soluções que minimizem o Risco de Incêndio e evitem o impedimento do acesso aos serviços de emergência.

3.2.2. SITUAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA DA CIDADE DO PORTO

Numa breve análise à cidade do Porto, verifica-se que na década de 2001/2011 esta urbe perdeu 26.000 habitantes, ou seja, a uma média de 2.600 habitantes por ano [1]. Ao invés, nos Concelhos dormitórios vizinhos, Gaia, Matosinhos, Gondomar, Maia e Valongo a população aumentou para 45.000 habitantes.

A esta perda importante de população está aliado o facto de que o Porto, enquanto cidade, não ter conseguido dar resposta à crescente procura de habitação, principalmente por casais novos. A oferta habitacional que existe é cara e os bairros tradicionais não foram objeto de políticas de regeneração. Por outro lado os concelhos vizinhos construíram desenfreadamente e, com esse aumento substancial de oferta, o preço de mercado baixou atraindo assim novos habitantes. Muitos daqueles habitantes venderam as próprias habitações no centro do Porto e adquiriram outras na periferia, a preços mais económicos. O número significativo de centros comerciais que abriram e a deslocalização de algumas Escolas superiores para a periferia podem também ter sido um fator que contribuiu para essa desertificação do centro histórico da cidade do Porto.

Mas este paradigma tenderá a inverter-se num futuro próximo fruto de investimentos diversos muitos deles nos últimos 30 anos, a saber:

- Em 1991, o Porto candidata o centro histórico da cidade à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, UNESCO, para a classificação como Património Cultural da Humanidade. O centro histórico corresponde ao tecido urbano que se apoia no casco velho medieval e inclui as freguesias da Sé, de São Nicolau, da Vitória e de Miragaia, ocupando uma área de 49 hectares. A 4 de dezembro de 1996 em Mérida (México) foi tomada a decisão de aprovação. Desde essa data o número de turistas vem aumentando e calcula-se que só na última década tenha registado um aumento de 1 milhão de visitantes;
- O Porto é capital Europeia da Cultura, em 2001 tendo consequentemente dado muita visibilidade à cidade, permitindo dizer que “lançaram-se as raízes de uma nova urbe”. “Depois surgiu uma geração jovem, criativa e original que se substituiu às instituições e não se cansa de abrir espaços e fazer coisas” Bernard Despomadere [21];
- O aeroporto Francisco Sá Carneiro aliado aos voos de baixo custo (*low-cost*) colocaram a cidade nas “bocas” do mundo. O aeroporto foi considerado um dos três melhores aeroportos da Europa tendo sido premiado pela Universidade de Harvard. A excelente gastronomia e estadia económica aliada à típica hospitalidade Portuense tem, em pouco tempo, conquistado o mundo;
- É assim sem surpresas que o Porto é considerado o melhor destino europeu por dois anos consecutivos (2014/2015) e a cidade foi eleita o melhor destino emergente europeu e o terceiro a nível mundial, só ultrapassada por Tulum, no México e Cartagena, na Colômbia;
- Em 2015 abriu em Matosinhos o novo terminal de cruzeiros, que fará aumentar consideravelmente o número de turistas;

Porém a cidade só se regenera se voltar a cativar para o seu centro histórico novos habitantes e até aqueles que entretanto saíram. Para isso tem sido muito importante a participação pública da Câmara Municipal através de fundos comunitários não só para reabilitação do espaço público (estradas, jardins, praças e edifícios públicos), mas também para a recuperação dos edifícios dos particulares, tal como já aconteceu em muitas das ruas com no seu comércio tradicional, há ainda a considerar novos espaços multiculturais - mercearias antigas, tabernas, retrosarias, alfarrabistas, etc. sendo bom exemplo disso a Rua das Flores e a Rua dos Caldeireiros.

3.2.3. REABILITAÇÃO NA CIDADE DO PORTO

A renovação urbana começou a ter uma nova abordagem após a revolução de 25 de Abril, com a consciencialização do valor patrimonial global do centro histórico, que inclui valores históricos, arquitetónicos e estéticos, mas também uma realidade social e cultural.

Como consequência foi criado, em 1974, o Comissariado para a Renovação Urbana da Área de Ribeira/Barredo, CRUARB, sob a dependência do poder central e, a partir de 1982, sob a tutela da Câmara do Porto, sendo posteriormente indigitado à Direção de Projeto Municipal de Renovação Urbana do Centro Histórico, em 1985 [22].

Em 1990 constitui-se uma instituição de utilidade pública financiada pelo município e pelo governo, Fundação para o Desenvolvimento do Centro Histórico do Porto, FDZHP, que em articulação com o CRUARB, pretendia a recuperação urbana e a luta contra a pobreza no Centro Histórico.

Rui Rio com a sua entrada na Câmara Municipal, dissolve a CRUARB enquanto gabinete exclusivo ao centro histórico e integra-o nos serviços de urbanismo da própria câmara, em 2003 e extingue a FDZHP, em 2007 [22].

A partir desta data a recuperação física do centro histórico passou a ser assumida por uma nova entidade, a Porto Vivo – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa do Porto (SRU), mas baseada num modelo oposto aos anteriores, ou seja de incentivo ao investimento privado, em alternativa ao investimento exclusivamente público.

É com esta nova filosofia de investimento que muitos prédios do centro histórico se vão recuperar, aproveitando o novo quadro comunitário “Portugal 2020”. Se os proprietários dos prédios acederem aos fundos comunitários em situação vantajosa, não deixarão perder uma das últimas oportunidades de recuperação do seu património e com isso colocá-lo no mercado de arrendamento, a preços controlados nos primeiros 5/7 anos mas depois disso em mercado aberto.

Paralelamente a este mercado de arrendamento, muitos destes edifícios estão a ser recuperados e postos no mercado, principalmente o Francês que está em franco crescimento. Calcula-se ainda que no corrente ano abrirão 20 novas unidades hoteleiras e alojamentos locais dentro do centro histórico do Porto.

No entanto, é imperativo que a reabilitação não se foque apenas no edificado, já que um bom funcionamento dos Centros Históricos passa também pelas suas infraestruturas. É então muito importante fazer uma caracterização das infraestruturas, que numa operação de proteção civil, poderão ser consideradas indispensáveis para a prevenção, planeamento e socorro. Com a identificação e localização destas infraestruturas, e após delimitação dos locais de maior risco, é possível planear, em função do tempo de reposta, a alocação de meios materiais e humanos em situação de emergência com vista a minimizar a probabilidade de ocorrência de incêndio e as respetivas consequências.

3.2.4. INFRAESTRUTURAS

3.2.4.1. Introdução

O CHP, onde se incluem os dois bairros em estudo nesta dissertação, não apresenta uma situação de risco de degradação que o possamos considerar numa situação de património mundial em risco. É no entanto considerado pela UNESCO desde 1996 Património Cultural da Humanidade e como tal cabe a todos nós minimizar e evitar os riscos de declínio deste bem evitando a sua degradação irreversível quer seja, privado ou do domínio público como praças, ruas ou monumentos.

Os riscos inerentes ao CHP poderão originar graves consequências a todo este património e consequentemente colocar em risco toda a população deste centro histórico causando distúrbios sociais, anomalias nas atividades económicas e no próprio Património. Podem ser riscos de origem natural (sismos, desmoronamentos de edifícios, acidentes pontuais, incêndios), de origem tecnológica (sobrecargas anormais na rede elétrica, deficientes interligações entre regiões e sistemas, etc.), ou riscos de origem humana (como incêndios, etc.).

Nesta secção dar-se-á atenção às infraestruturas da zona da baixa do Porto, nomeadamente as Vias, Rede elétrica e Gás. O objetivo é entender em que medida estas infraestruturas contribuem para o Risco de Incêndio do CHP.

3.2.4.2. Vias rodoviárias

Nos centros históricos as vias rodoviárias são de primordial importância na gestão e segurança de toda a urbe. Atendendo ao seu passado histórico a característica e distribuição de toda a malha urbana assenta em vias estreitas, sinuosas e, neste caso em concreto, bastante íngremes. Visualiza-se, de igual modo, diariamente o estacionamento indevido e a colocação de artefactos na via pública sendo eles originados por contentores de obras em alguns edifícios ou artefactos do comércio tradicional nesta zona. Esta situação dificulta a passagem de veículos de bombeiros, as respetivas manobras que os mesmos tenham que fazer e, consequentemente, a quase impossibilidade de chegarem a tempo e em segurança a uma situação de catástrofe. Sabe-se que, por exemplo, numa situação de incêndio num edifício, o tempo de intervenção do corpo de bombeiros é muito importante dado que muito do material que constitui o edificado não resiste mais do que trinta minutos ao fogo.

Numa situação ideal e de modo a tornar eficiente e célere a intervenção dos bombeiros é necessário que:

- As vias sejam de acesso possível e desimpedido a qualquer veículo dos bombeiros;
- O quartel do corpo dos bombeiros esteja perto da zona e com as vias rodoviárias completamente desobstruídas;
- Vias rodoviárias de um só sentido, embora estreitas, mas sem carros ou outros equipamentos mal estacionados.

Sabendo que nos centros históricos a maior parte dos edifícios estão ocupados por pessoas idosas e por edifícios devolutos, o tempo de resposta dos bombeiros é muito importante pois tudo depende exclusivamente deles e, como tal, as vias têm obrigatoriamente de estar desimpedidas, de modo a possibilitar a circulação fluída, não sendo assim em causa a segurança de pessoas e bens.

Ilustra-se, na Figura 3.1, o sentido das vias rodoviárias na zona de Vitória e Clérigos. Como é possível ver na imagem, dentro destas zonas as ruas são de sentido único, apenas a Rua Campo de Mártires da Pátria apresenta dois sentidos.

3.2.4.4. Rede de gás

Estas duas zonas, objeto de estudo, são providas de infraestruturas de abastecimento de gás enterradas na própria via, encontrando-se esta rede em bom estado de utilização já que a mesma foi efetuada pela empresa fornecedora “EDP-GÁS” nos últimos anos. A rede construída é da responsabilidade do fornecedor até à entrada de cada edifício.

Pese embora o facto da existência desta rede pública de distribuição de gás se encontrar acessível a cada edifício, torna-se necessária a execução particular por parte do dono/condómino de cada edifício da execução de toda a coluna de distribuição domiciliária interna em cada um, o que na maior parte dos prédios o mesmo não acontece, ou por dificuldades financeiras ou por manifesto desinteresse por parte dos moradores nesses edifícios já que continuam a recorrer a garrafas de gás como solução de abastecimento domiciliário.

Esta situação causa grande perigosidade nas habitações por falta de manutenção na tubagem o que origina, por vezes, fuga de gás e conseqüente a possibilidade de explosão bem como o inadequado arejamento e ventilação dos locais onde se localiza a instalação do mesmo. Outro dos problemas que se deteta neste tipo de habitações é a inadequada instalação do esquentador, por vezes em sítios inapropriados e muitas vezes sem saída direta para o exterior dos produtos de combustão.

Este problema de falta de segurança na utilização de gás propano ou butano é transversal também aos edifícios do rés-do-chão destinados a comércio e restauração em que se deteta a mesma utilização deficiente suprarreferida, ou seja, condutas sem as respetivas inspeções periódicas e armazenamento deficiente de propano em caves ou pequenos armazéns inadequados.

Nos edifícios reabilitados esta situação já não se coloca, pois todos eles estão ligados à rede pública de distribuição de gás e as suas colunas interiores de distribuição foram inspecionadas antes da licença de utilização do prédio pelo que se encontram com todas as condições de segurança.

Nos edifícios antigos, a única solução para a resolução das precárias situações de utilização do gás em garrafa seria a obrigatoriedade do fornecedor do gás inspecionar a mesma instalação antes do fornecimento e, a partir daí, cumprir com a determinação da lei - fazer essas mesmas inspeções de cinco em cinco anos a essas instalações domésticas. Outra das situações possíveis seria através da Câmara Municipal ou através do fornecedor do gás de cidade instalarem, eles mesmos, a coluna de distribuição dentro do próprio edifício particular e, durante um período de tempo, esse custo ser repercutido na fatura mensal a pagar por cada utilizador. Esta seria uma solução que, a curto prazo, minimizaria potenciais acidentes causados por esta má utilização referida anteriormente.

3.3. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DOS EDIFÍCIOS NAS ZONAS DE VITÓRIA E CLÉRIGOS

3.3.1. INTRODUÇÃO

Para fazer um estudo eficaz e rigoroso foi feito um levantamento exaustivo de diversos parâmetros dos edifícios em estudo. Numa primeira fase fez-se uma abordagem mais global, apenas para identificar as zonas de estudo assim como os seus respetivos quarteirões. Numa fase mais localizada foi feita a recolha detalhada de dados de cada edifício inserido nas zonas a analisar. Estudaram-se os edifícios ao nível do seu estado de conservação, identificação da sua utilização-tipo, a localização de hidrantes exteriores e, por fim, a acessibilidade de cada arruamento. O especial foco foi feito para o estado de conservação dos edifícios pois permitiu identificar quais as zonas críticas que levarão a um maior Risco de Incêndio.

3.3.2. VISITA AO LOCAL

Para criar uma base de dados completa e atualizada, foram percorridos a pé os dezassete quarteirões que compõem a zona analisada da Vitória e dos Clérigos. Durante as cinco visitas às zonas foram recolhidos diferentes dados entre os quais a ocupação do edifício a nível da sua utilização-tipo condicionante, altura de cada utilização-tipo, estado de conservação, entre outros. Fotografou-se ainda cada edifício para sua identificação e posterior análise mais detalhada. Para além disso, foi tomada a atenção para a disposição e quantidade dos hidrantes exteriores, assim como outras medidas de segurança que cobrem as duas zonas em análise; Figura 3.2.



Fig. 3.2 - Fotografias de alguns edifícios em análise

3.3.3. ENQUADRAMENTO DA ÁREA EM ANÁLISE

O concelho do Porto está dividido em sete freguesias entre elas a União de Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, com um total de 5.43 km², uma população de 40440 habitantes e densidade de 7447,5 pessoas/km² [23]. A parcela em estudo correspondente à freguesia da Vitória subdividida em duas partes, Vitória e Clérigos, para facilitar a análise dos resultados; Figura 3.3.



Fig. 3.3 - Freguesias da cidade do Porto, [23]

A área considerada nestas duas zonas é de 0,31 km², uma população contabilizada no CENSOS de 2011 de 1901 habitantes, com uma densidade de 6132,3 pessoas/km² [1]. Mostra-se, na Figura 3.4, a delimitação da área em estudo.



Fig. 3.4 - Localização, a amarelo, da zona de estudo no Centro Histórico do Porto

3.3.4. FREGUESIAS DA VITÓRIA E CLÉRIGOS

As freguesias da Vitória e dos Clérigos são constituídas por 561 edifícios nas cinco categorias consideradas para o estado de conservação (Parágrafo 3.3.5): bom, médio, mau, devoluto e reabilitado;

destes somente 40 é que se encontram reabilitados, embora 155 se encontrem com a classificação de “bom”, mas apenas devido à sua situação estratégica privilegiada, pois liga o centro da Cidade (Av. Dos Aliados/Câmara do Porto) a um dos lugares mais emblemáticos do Porto - a “Ribeira”.

Esta zona está distribuída em 9 + 8 quarteirões: Cadela, Beneditinos, S. Miguel, Bateria, Belmonte, Misericórdia, S. Bento da Vitória e D. Lopo, referentes a Vitória, e por Caldeireiros, Quarteirão de Trás, Assunção, Clérigos, Bragança, Lóios, Flores e Cardoas, referentes aos Clérigos (Figura 3.5). É ainda constituída por 57 arruamentos.

Estas duas zonas possuem alguns dos edifícios mais emblemáticos da cidade do Porto e até do país, como sejam:

- Igreja da Misericórdia;
- Igreja da Nossa Sr^a da Vitória;
- Igreja do São Bento da Vitória;
- Palácio dos Maias;
- Palácio São Bento da Vitória;

O edificado nestas freguesias é constituído, na sua maioria, por casas centenárias com construção muito anterior à utilização do betão armado, constituídas essencialmente por paredes exteriores em alvenaria de granito, pisos em soalho de madeira e divisórias em paredes de tabique. Este tipo de construção, para além da grande perigosidade em situações sísmicas, oferece, de igual modo, um elevado Risco de Incêndio.

Em termos de “Segurança Contra Incêndios” (tema geral do trabalho), o bairro só estará protegido, quando todos os edifícios forem reabilitados, dado que a soma individual de cada recuperação não protege o próprio edifício, uma vez que basta um no meio de todos para por em risco todo o bairro.

Delimitam-se na Figura 3.5 as áreas de Vitória e Clérigos, assinaladas a azul e rosa respetivamente, assim como os quarteirões que lhes dizem respeito.

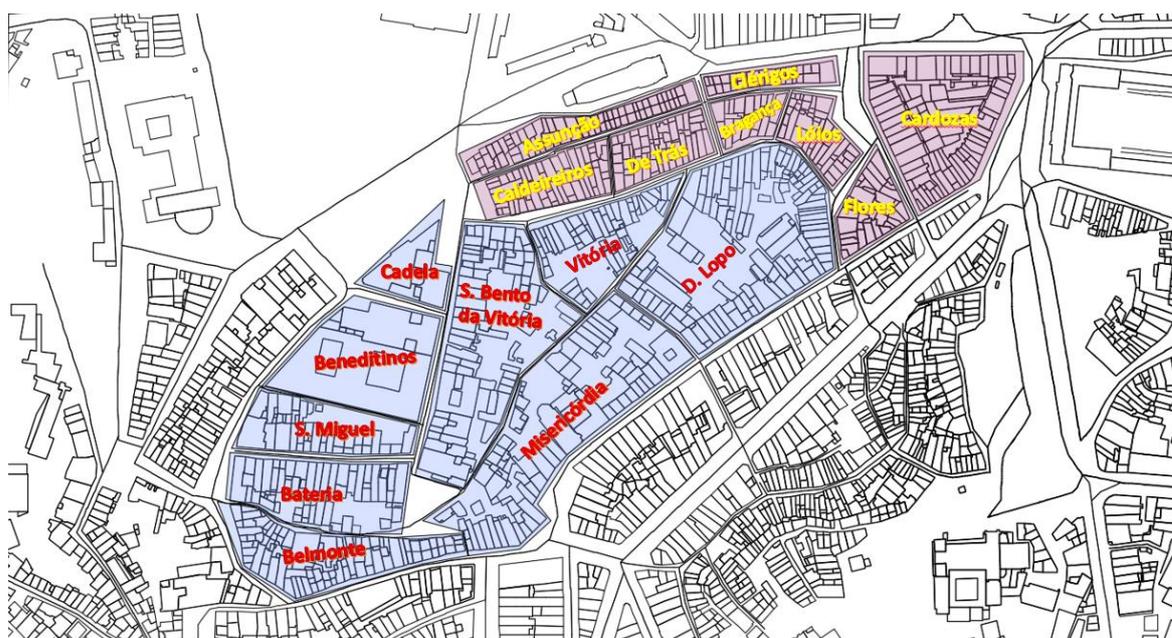


Fig. 3.5 - Delimitação das áreas de Vitória e Clérigos e identificação dos seus quarteirões

3.3.5. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

De modo a entender e determinar o Risco de Incêndio nestas áreas, o estado de conservação do edificado foi avaliado. Este último pode ser avaliado em Bom, Médio, Mau, Devoluto ou Reabilitado.

- **Bom:** Considera-se um edifício em bom estado de conservação aquele que nas suas fachadas necessita somente de pequenas intervenções a nível de correção de pequenas fissuras ou correção nos seus azulejos/tijoleiras, assim como pequenos arranjos estéticos. São ainda edifícios que, de momento, não necessitam de intervenções profundas ao nível de segurança, de pessoas e bens. Embora caracterizados anteriormente com fachadas em granito, já levaram intervenções no seu interior, nomeadamente ao nível de criação de estruturas em ferro ou em betão armado, bem como lajes maciças nos seus pavimentos e nas escadarias de acesso.
- **Médio:** São edifícios que apresentam nas suas fachadas deficiências de alguma gravidade nomeadamente fissurações acentuadas, patologias a nível de patamares de varandas, beirais e cornijas. Para além disso, necessitam de intervenções a curto prazo no seu interior, para solucionar os seus problemas de estabilidade e de segurança de pessoas e bens. Este tipo de edifícios começa a ter problemas agravantes de infiltrações de humidade.
- **Mau:** Edifícios que apresentam sérios problemas ao nível das suas fachadas, da sua cobertura e, conseqüentemente, do seu interior. E, caso não haja uma rápida intervenção nestas anomalias, põe-se em causa, por um lado, a sua estabilidade a curto e médio prazo; por outro como nestes edifícios há uma grande infiltração de humidade, estão igualmente em causa as madeiras, os tetos e as escadarias no seu interior, metendo em risco a habitabilidade destas frações.
- **Devoluto:** São edifícios que na generalidade estão em muito mau estado de conservação, sem ocupação humana, ameaçando ruína; muitos deles já não têm cobertura, as fachadas ameaçam ruir, pelo que põem em causa a segurança do bairro. São edifícios que urgentemente devem ser demolidos ou intervencionados de modo a minimizar esta situação de risco.
- **Reabilitado:** Estes prédios sofreram intervenção na última década ao abrigo dos programas Regime Especial de Participação na Recuperação de Imóveis Arrendados (RECRIA), CRUARB, entre outros, estando agora recuperados, cumprindo com toda a legislação em vigor, nomeadamente o Regulamento de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, RJ-SCIE [3] e RT-SCIE [20]. Todos estes edifícios possuem, assim, licença de utilização.

O estado de conservação dos edifícios em Vitória e Clérigos foi avaliado e os resultados encontram-se explicados nas próximas secções.

O estado de conservação dos edifícios foram analisados, através de visitas ao local, num total de 561. Apresentam-se os resultados da classificação para a freguesia da Vitória e dos Clérigos no Quadro 3.1 e na Figura 3.6.

Quadro 3.1 - Valores do estado de conservação dos edifícios da Vitória e dos Clérigos

Estado de Conservação	Vitória	Clérigos	Total
Bom	74	81	155
Médio	67	69	136
Mau	83	67	150
Devoluto	56	24	80
Reabilitado	6	34	40
Total	286	275	561

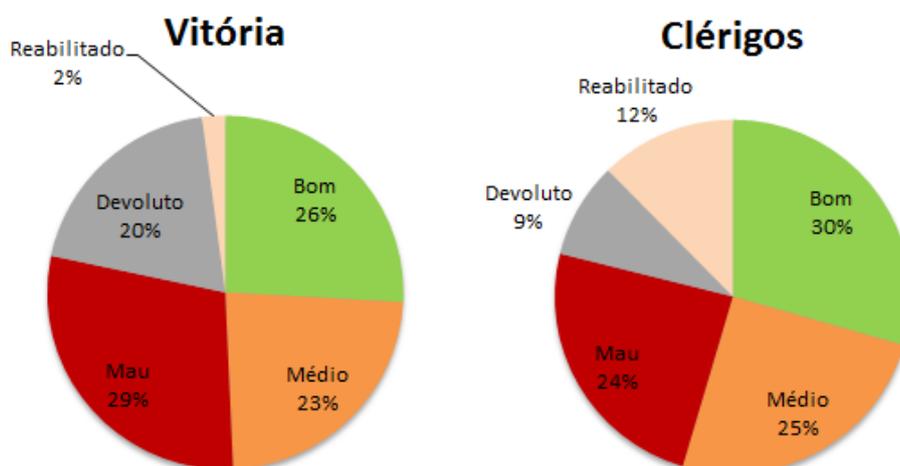


Fig. 3.6 - Análise estatística do estado de conservação dos edifícios da Vitória e dos Clérigos

Pela análise dos resultados é possível concluir que a zona dos Clérigos possui melhores resultados em termos de estados de conservação dos seus edifícios apresentando apenas 9% de habitações devolutas contra os substanciais 20% da zona da Vitória. Estes dados são suportados não só pelo facto desta zona ter melhor acesso, como também por ser uma zona de interesse turístico o que aumenta o investimento feito nesta área para a manutenção dos edifícios. Ao contrário da zona da Vitória que apresenta piores acessos em todas as suas vias rodoviárias. Não se deixa de salientar os 12% de edifícios reabilitados na zona dos Clérigos, em destaque para o quarteirão das Cardozas que é praticamente todo ele reabilitado. Isto deve-se ao facto de ser um quarteirão com boa acessibilidade, e pela atração turística que oferece, através do seu comércio.

Com o estado de conservação atribuído a cada edifício, foi possível realizar um mapa do estado de conservação de cada zona - Figuras 3.7 e 3.8.



Fig. 3.7 - Estado de Conservação dos edifícios de Vitória



Fig. 3.8 - Estado de conservação dos edifícios dos Clérigos

3.3.6. UTILIZAÇÃO-TIPO

É a classificação de uso do edifício, distribuída em doze utilizações-tipo de acordo com a legislação de SCI [19], que serão expostas no subcapítulo 3.4. Caso um edifício exiba mais que uma utilização-tipo, a utilização-tipo correspondente ao edifício é aquela que for mais condicionante para efeitos do cálculo do Risco de Incêndio. Entende-se por condicionante, aquela que apresenta uma maior categoria de Risco de Incêndio. Já esta última é uma classificação feita em quatro níveis de Risco de Incêndio de qualquer utilização-piso de um edifício ou recinto, atendendo a diversos fatores de risco, como a sua altura, o efetivo, o efetivo em locais de risco, a carga de incêndio e a existência de pisos abaixo do plano de referência, entre outros, e de acordo com aquela mesma legislação [19]

Assim, tal como foi analisado no estado de conservação, foi possível elaborar um mapa com a identificação da respetiva utilização-tipo condicionante de cada edifício inserido nas zonas de Vitória e Clérigos - Figuras 3.9 e 3.10.

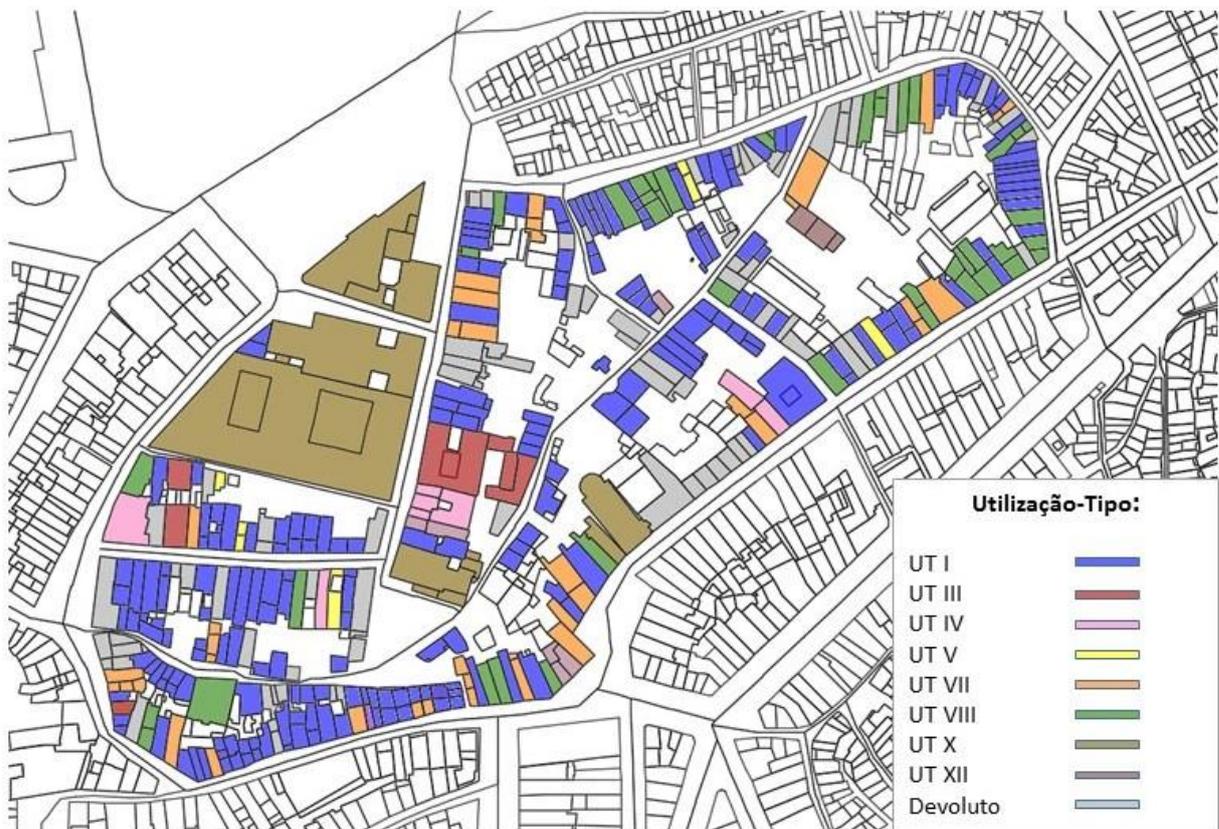


Fig. 3.9 - Utilização-Tipo condicionante para edifício inserido na zona de Vitória



Fig. 3.10 - Utilização-Tipo condicionante para edifício inserido na zona dos Clérigos

É possível analisar, nos dois mapas apresentados nas Figuras 3.9 e 3.10, que a zona de Vitória é aquela onde se verifica mais a utilização-tipo habitação, enquanto que nos Clérigos se observa uma ocupação maior por parte da utilização-tipo comerciais.

3.3.7. HIDRANTES EXTERIORES

Na zona de estudo, a rede de abastecimento de água bem como os hidrantes exteriores encontram-se em mau estado de conservação, provavelmente até sem água. Apresentando-se também uma insuficiência em número de hidrantes exteriores, o que em caso de incêndio prejudicará gravemente a atuação do corpo dos bombeiros sapadores e voluntários. Só na área recentemente intervencionada é que esta rede foi substituída por uma nova e com novos hidrantes exteriores estando, naturalmente, em bom estado de conservação. É pois urgente tomar medidas nesta área substituindo esta rede caduca por uma nova rede, assim como um maior número de hidrantes exteriores e não esperar que esta rede seja substituída apenas com a recuperação de edifícios.

3.3.8. ACESSO PELOS BOMBEIROS

No centro histórico do Porto as vias de comunicação são de sentido único, maioritariamente vias estreitas, que diariamente se encontram obstruídas por veículos mal estacionados. E se por um lado, as ruas de sentido único permitem um trânsito mais fluído e menos ruidoso, por outro, considerando as características destas ruas (inclinação, largura, etc.), podem representar dificuldades à rápida resposta do corpo de bombeiros em caso de emergência, uma vez que poderão encontrar dificuldades de acesso.

É possível distinguir a acessibilidade do ponto de vista rodoviário em três categorias:

- **Fácil acessibilidade:** arruamentos que permitem o acesso a todo o tipo de veículos de combate ao incêndio, ligeiro ou pesado, sem qualquer tipo de dificuldade;
- **Difícil acessibilidade:** arruamentos que permitem o acesso a veículos de combate ao incêndio, ligeiros ou pesados, embora de forma condicional (em alguns casos, só são acessíveis por veículos ligeiros), quer pela sua reduzida largura ou pela existência de estacionamento abusivo;
- **Sem acessibilidade:** arruamentos que não permitem o acesso a veículos de combate ao incêndio, devido normalmente ao facto de possuírem degraus ou larguras demasiado reduzidas.

Tanto na zona de Vitória como nos Clérigos, os arruamentos e vias são maioritariamente de difícil acessibilidade em que só é possível a circulação de Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio, AVLCI; Figura 3.11.



Fig. 3.11 - Arruamentos em análise com vias estreitas e carros mal estacionados

3.4. RISCO DE INCÊNDIO

3.4.1. INTRODUÇÃO

A existência de um método que permita calcular o Risco de Incêndio e, imediatamente, transformar esse valor numa Classe de Incêndio é de uma enorme vantagem pois permite fazer uma listagem de cada edifício com o seu valor de RI e respetiva classificação para, numa fase posterior, elaborar um mapa de Risco de Incêndio das zonas em estudo. Nesta secção explicar-se-á, o modo de funcionamento desse método e quais os dados e processos de cálculo para a elaboração do valor do Risco de Incêndio.

3.4.2. ESQUEMA DO MÉTODO CHICHORRO ATRAVÉS DA FOLHA DE CÁLCULO MICROSOFT EXCEL

O método utilizado na classificação do edificado da zona da Vitória e Clérigos é o método CHICHORRO que utiliza diversas ferramentas, entre as quais, uma folha de cálculo *Microsoft Excel* programada para calcular o Risco de Incêndio a partir dos casos-tipo. Para esse cálculo é necessária uma inspeção exterior dos edifícios em estudo de modo a determinar oito parâmetros que caracterizam o edificado. Após a recolha, os dados são introduzidos na folha de cálculo *Microsoft Excel*, na qual serão identificados com o caso-tipo correspondente. Posteriormente à análise dos oito parâmetros de entrada, passa-se a uma fase posterior dos casos-tipo referente aos fatores de Risco de Incêndio, conforme referido no Capítulo 2, o método proposto assenta na definição de quatro fatores globais de Risco de Incêndio: POI, CTI, DPI e ESCI, em que cada um dos quatro fatores globais é constituído por diversos fatores parciais. Por sua vez, cada fator parcial é constituído por vários descritores. Tal como na fase anterior, é feita a identificação dos dados do caso em estudo com os vários descritores de cada fator parcial referentes ao fator global correspondente. Definindo o valor para cada fator global, a folha de cálculo utiliza a equação 3.1 do Risco de Incêndio referente ao Método CHICORRO:

$$RI = POI \times CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (3.1)$$

Assim, obtido o valor do Risco de Incêndio, será atribuída um Classificação de Risco de Incêndio correspondente.

Ilustra-se, na Figura 3.12, o processo de cálculo do valor do Risco de Incêndio recorrendo aos casos-tipo e posterior Classificação de Risco de Incêndio através dos oito parâmetros obtidos na inspeção prévia. As próximas secções descrevem, com detalhe, os parâmetros e processos utilizados.

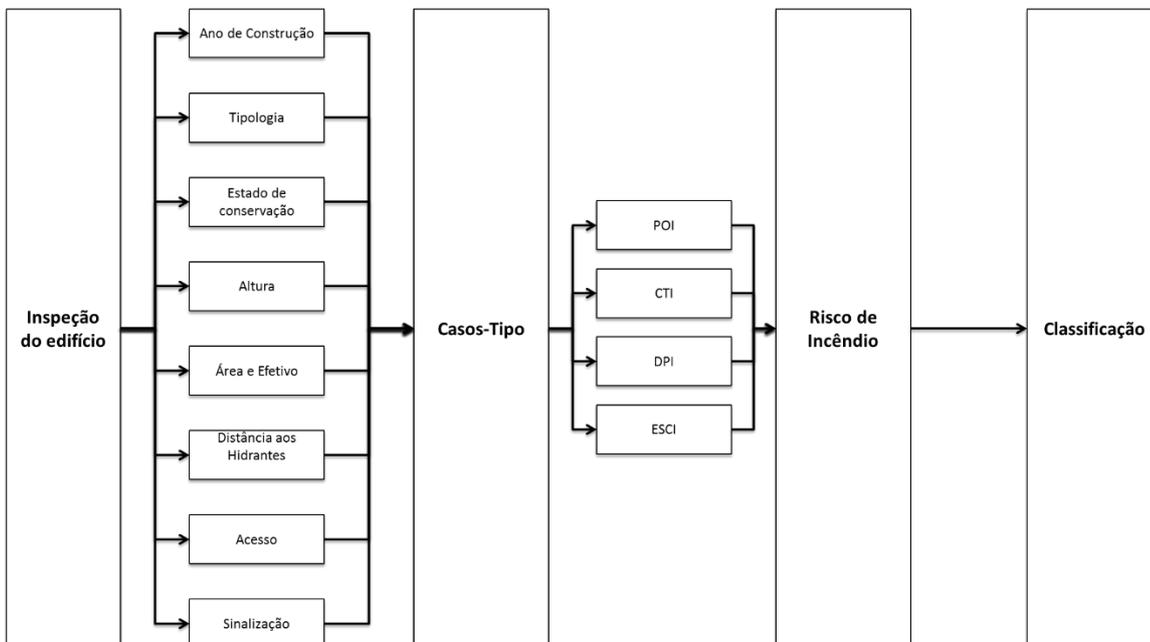


Fig. 3.12 - Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva Classificação

3.4.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO

Tal como se observa na Figura 3.12, na inspeção dos edifícios há que fazer a interpretação para cada edifício dos seguintes fatores:

- **Ano de construção:**

Este dado tem influência no valor máximo de Risco de Incêndio Aceitável pois este valor varia conforme o ano do edifício devido aos diferentes métodos construtivos e materiais utilizados, assim como a legislação de SCIE em vigor à data do seu licenciamento; Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Valor máximo do Risco de Incêndio Aceitável para cada edifício, função de Ano de Construção, [4]

Ano de Construção ou reabilitação do edifício a intervir	Valor máximo do Risco de Incêndio Aceitável
Depois de 2008	1,00
Entre 1991 a 2008	1,05
Entre 1975 a 1990	1,10
Entre 1968 a 1974	1,15
Entre 1951 a 1967	1,20
Anterior a 1951	1,25

- **Estado de Conservação:**

Como já foi explicado anteriormente, considera-se o estado de conservação numa, de entre as cinco categorias: Bom, Médio, Mau, Devoluto e Reabilitado. A avaliação é atribuída por inspeção da fachada do edifício.

- **Utilização-Tipo:**

Classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto, incluindo os estacionamento, os diversos tipos de estabelecimentos que recebem público, os industriais, oficinas e armazéns. Enquadra-se numa lista de doze possíveis utilizações-tipo [19];

- I. Habitacionais
- II. Estacionamentos
- III. Administrativos
- IV. Escolares
- V. Hospitalares e Lares de Idosos
- VI. Espetáculos e Reuniões publicas
- VII. Hoteleiros e Restauração
- VIII. Comerciais e Gares de Transportes
- IX. Desportivos e de Lazer
- X. Museus e Galerias de Arte

XI. Bibliotecas e Arquivos

XII. Industriais, Oficinas e Armazéns

- **Altura:**
A altura de um edifício corresponde à diferença de cota entre o plano de referência e o pavimento do último piso acima do solo, suscetível de ocupação por essa utilização-tipo.
- **Tipologia**
Casos-Tipo agrupam as utilizações-tipo em três tipologias, conforme a taxa de desenvolvimento de um incêndio, segundo o Eurocódigo 1, parte 1.2 [24];Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Diferentes tipologias dos Casos Tipo [4]

Tipologia		Descrição	Taxa de desenvolvimento de incêndio
Tipologia A	A1	Habitacionais, Administrativos e Hoteleiros	$t\alpha = 300$ segundos
	A2	Escolas/ Infantários, Lares, Hospitais e Enfermarias	
Tipologia B	B1	Restaurantes	$t\alpha = 150$ segundos
	B2	Espectáculos, Bibliotecas e Industriais	
Tipologia C	C1	Armazéns	$t\alpha = 75$ segundos

- **Área do Cenário de Incêndio:**
Considera-se área do cenário de incêndio a superfície total de um dado piso ou fração, delimitada pelo perímetro exterior das paredes exteriores e pelo eixo das paredes interiores separadoras dessa fração, relativamente às restantes.
- **Efetivo:**
É o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto.
- **Distância aos Hidrantes:**
Limita a distância das saídas de evacuação do edificado ao hidrante mais próximo.
- **Acesso:**
A acessibilidade a veículos de socorro, nomeadamente bombeiros, foi subdividido em três subcategorias: Acesso Possível (AP), Sem Acesso (SA), Acesso ao Veículo Ligeiro Contra Incêndio (AVLCI).
- **Sinalização:**
Este descritor inclui a Sinalização (horizontal e vertical), a iluminação, a extinção e a deteção interna.

Sinalização e Iluminação: este descritor traduz a existência ou não de sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio. A sua existência traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, conseqüentemente, no tempo de evacuação.

Extinção automática: este descritor traduz a existência ou não de sistema de extinção automática no cenário de incêndio. O objetivo da atuação dos *sprinklers* não passa por extinguir o incêndio, mas sim proceder ao seu controlo, reduzindo a potência calorífica libertada.

Deteção: este descritor traduz a existência ou não de sistema de deteção automática no cenário de incêndio. Em caso de existência, este pode ser termo-velocimétrico ou ótico. A cada um deles está associado o respetivo tempo de deteção.

Representa-se, nas Figura 3.13 e 3.14 um excerto da folha de cálculo *Microsoft Excel* utilizada neste estudo para o cálculo do Risco de Incêndio e respetiva Classificação. A folha completa do ficheiro *Excel*, CHICHORRO 2.0, encontra-se disponível no CD anexo à dissertação (devidamente identificado); Anexo A.

CHICHORRO 2.0 - Ficha de edifícios - PORTO										SCIE										Ri	Classificação		
Preenchimento obrigatório										Fatores de classificação da CR da UT mais condic.													
Nº de Edifício	Freguesia	Quantidade	Signif.	Parcela	Urbanização	Morada	Nº de portas	UT	Canal Tipo	Área H	Área CI	Erhebe	DCIM	Hidrantes	Piso	Acceso	211 Inada	S + I + E + D					
29	Vitória	Vitória	VIT-VIT-29	10302	MAU	Travessa do Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AVLCl					1,72		F	
30	Vitória	Vitória	VIT-VIT-30	10302	MEDIO	Travessa do Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AVLCl					1,42		D	
31	Vitória	Vitória	VIT-VIT-31	10302	MEDIO	Travessa do Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AVLCl					1,42		D	
32	Vitória	Vitória	VIT-VIT-32	10302	MEDIO	Travessa do Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	6		< 30			AVLCl					1,42		D	
1	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-01	10305	BOM	Rua das Flores	23/24	VII	A1(Hoteleiros)	12	50	20	< 30		AP					0,95		A+	
2	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-02	10305	BOM	Rua das Flores	25/27	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AP					1,08		B	
3	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-03	10305	BOM	Rua das Flores	29/30	VII	B1(Comerciais)	15	50	20	< 30		AP		Sim			0,99		A	
4	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-04	10305	BOM	Rua das Flores	31/32	VII	B1(Comerciais)	12	50	20	< 30		AP		Sim			0,99		A	
5	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-05	10305	BOM	Rua das Flores	33/35	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AP					1,08		B	
6	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-06	10305	MAU	Rua das Flores	38/37	VII	B1(Comerciais)	12	50	20	< 30		AP					2,11		F	
7	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-07	10305	MEDIO	Rua das Flores	40	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AP					1,41		D	
8	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-08	10305	BOM	Rua das Flores	42	VII	B1(Comerciais)	15	50	20	< 30		AP		Sim			0,99		A	
11	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-11	10305	BOM	Rua das Flores	68/69	VII	A1(Hoteleiros)	15	50	20	< 30		AP					1,25		C	
12	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-12	10305	MAU	Rua das Flores	68/69	VII	B1(Comerciais)	12	50	20	< 30		AP					2,11		F	
13	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-13	10305	BOM	Rua das Flores	58/62	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AP					1,08		B	
14	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-14	10305	BOM	Rua das Flores	58/62	VII	A1(Hoteleiros)	12	50	20	< 30		AP					0,95		A+	
15	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-15	10305	MAU	Rua das Flores	64	I	A1(Hab, Adm)	18		< 30			AP					1,93		F	
16	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-16	10305	MEDIO	Rua das Flores	68/69	VII	B1(Comerciais)	15	50	20	< 30		AP		Sim			1,67		E	
17	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-17	10305	BOM	Rua das Flores	68/69	X	B2(Espec, Bib)	15	50	20	< 30		AP		Sim			0,89		A++	
18	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-18	10305	BOM	Rua das Flores	68/69	X	B2(Espec, Bib)	9	50	20	< 30		AP		Sim			0,89		A++	
23	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-23	10305	BOM	Rua das Flores	53/57	I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AVLCl					1,09		B	
24	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-24	10305	BOM	Rua das Flores	60/63	VII	A1(Hoteleiros)	9	50	20	< 30		AVLCl					0,95		A	
26	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-26	10305	BOM	Rua das Flores		I	A1(Hab, Adm)	6		> 30			AVLCl					1,13		B-	
27	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-27	10305	BOM	Rua Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	6		> 30			AVLCl					1,13		B-	
28	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-28	10305	BOM	Rua Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	6		> 30			AVLCl					1,13		B-	
29	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-29	10305	BOM	Rua Fenaz		I	A1(Hab, Adm)	9		> 30			AVLCl					1,13		B-	
30	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-30	10305	MAU	Rua das Flores	117	I	A1(Hab, Adm)	9		> 30			AVLCl					1,80		F	
31	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-31	10305	MEDIO	Rua da Vitória	121/123	I	A1(Hab, Adm)	9		> 30			AVLCl					1,48		D	
32	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-32	10305	BOM	Rua da Vitória	125	I	A1(Hab, Adm)	9		> 30			AVLCl					1,13		B-	
33	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-33	10305	BOM	Rua da Vitória	129/141	I	A1(Hab, Adm)	6		> 30			AVLCl					1,13		B-	
35	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-35	10305	MAU	Rua da Vitória	210	I	A1(Hab, Adm)	6		< 30			AVLCl					1,72		F	
36	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-36	10305	MAU	Rua da Vitória	233	I	A1(Hab, Adm)	6		< 30			AVLCl					1,72		F	
37	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-37	10305	MAU	Rua da Vitória	233	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AVLCl					1,79		F	
38	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-38	10305	MAU	Rua da Vitória	249/245	I	A1(Hab, Adm)	12		< 30			AVLCl					1,79		F	
39	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-39	10305	MEDIO	Rua da Vitória		I	A1(Hab, Adm)	3		< 30			AVLCl					1,42		D	
40	Vitória	Misericórdia	VIT-MIS-40	10305	MEDIO	Rua da Vitória		I	A1(Hab, Adm)	6		< 30			AVLCl					1,42		D	
1	Vitória	D. Lopo	VIT-LDP-01	10333	MAU	Rua das Flores	77/61	VII	B1(Comerciais)	9	50	20	< 30		AP					2,11		F	
2	Vitória	D. Lopo	VIT-LDP-02	10333	MEDIO	Rua das Flores	83/87	I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AP					1,37		D	
6	Vitória	D. Lopo	VIT-LDP-06	10333	BOM	Rua das Flores	99/101	I	A1(Hab, Adm)	15		< 30			AP					1,08		B	
7	Vitória	D. Lopo	VIT-LDP-07	10333	BOM	Rua das Flores	109/113	I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AP					1,05		B	
8	Vitória	D. Lopo	VIT-LDP-08	10333	BOM	Rua das Flores	161/115	I	A1(Hab, Adm)	9		< 30			AP					1,05		B	

Fig. 3.13 - Parâmetros de introdução, resultados do RI e respetiva Classificação

Potência						Fumo		
Sinalização de emergência	Iluminação de emergência	Simulacros	Sistema de deteção automática	Sistema de extinção automática	Área Efetivo	CPICI	Sistema de controlo de fumo	CPICF
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20
Não	Não	Não	Sem SADI	Não	120	3	Não	1,20

Fig. 3.14 - Exemplo de alguns descritores dos vários fatores parciais correspondentes

3.4.4. CASOS-TIPO

Como referido anteriormente, os casos-tipo são todas as combinações possíveis entre os vários dados do edifício em estudo. Esses dados são separados em parâmetros de entrada e dados para o cálculo dos fatores globais através dos fatores parciais e os descritores correspondentes. Os parâmetros de entrada são referentes à altura do edifício, estado de conservação, área, efetivo, distância aos hidrantes, acessos exteriores e sinalização. Por sua vez os dados para o cálculo dos fatores globais POI, CTI, DPI e ESCI são os descritores dos vários fatores parciais dos fatores globais correspondentes. Sendo que:

- POI – Inclui 12 fatores parciais e descritores correspondentes.
- CTI – Divide-se em Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio (CP_{CI}), Consequências Parciais de Incêndio na Via Horizontal de Evacuação (CPI_{VHE}) e Consequências Parciais de Incêndio na Via Vertical de Evacuação (CPI_{VVE}). Conta com 7 fatores parciais e descritores correspondentes.
- DPI – Inclui 5 fatores parciais e descritores correspondentes.
- ESCI – Inclui 7 fatores parciais e descritores correspondentes.

Porém, os casos-tipo apresentam restrições de cálculo, pois o valor do Risco de Incêndio, neste *Excel*, é o determinado pelos casos-tipo, independentemente dos valores da área do cenário de incêndio ou do efetivo, ao contrário do *software* apresentado no Capítulo 4, em que o cálculo é feito para o valor correto dos descritores do edifício. Isto acontece porque não foi possível uma programação integral do método CHICHORRO em *Microsoft Excel* de forma a ser utilizável por qualquer utilizador. Na dissertação de Correia, [17], e Pissarra, [18], a *macro* utilizada para o cálculo do Risco de Incêndio torna muito difícil a utilização por parte de um utilizador que não tenha uma maior experiência na área computacional, sendo este mesmo um dos objetivos da presente dissertação - aperfeiçoar um *software* já existente, introduzindo alterações ao modelo numérico bem como a introdução de novos casos-tipo não incluídos no modelo anterior, permitindo uma utilização fácil e intuitiva por parte de qualquer utilizador.

Apresentam-se, de seguida, as restrições dos casos-tipo da Tipologia correspondente; Figuras 3.15, 3.16, 3.17 e 3.18.

Tipologia A1	Altura	H < 9 m
		H = 18 m
Estado de Conservação		Bom
		Médio
		Mau
Hidrantes		< 30m
		> 30m
		Não existem Hidrantes
Acesso		Acesso Possível
		Sem acesso
		Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios
Comentário		Não se considera sinalização, iluminação, extinção e deteção.

Fig. 3.15 - Restrições dos casos-tipo na tipologia A1

Tipologia A2	Altura	H = 9 m
	Estado de Conservação	Médio
	Hidrantes	< 30m
		> 30m
		Não existem Hidrantes
	Área CI	50m ²
		125m ²
	Efetivo	20
50		
Acesso	Acesso Possível	
	Sem acesso	
	Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios	
Comentário	Não se considera: sinalização, estado de conservação Bom e Mau, alturas diferentes a 9 metros, outras áreas e outros efetivos.	

Fig. 3.16 - Restrições dos casos-tipo na tipologia A2

Tipologia B1 e B2	Altura	H = 9 m (R/C)
	Estado de Conservação	Bom
		Médio
		Mau
	Hidrantes	< 30m
		> 30m
		Não existem Hidrantes
	Área CI	50m ²
100m ²		
Efetivo	20	
	40	
Acesso	Acesso Possível	
	Sem acesso	
	Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios	
Sinalização	Para edifícios em Bom e Médio estado de conservação	
Comentário	Não se considera: alturas diferentes a 9 metros, sinalização para edifícios em Mau estado de conservação, outras áreas e outros efetivos.	

Fig. 3.17 - Restrições dos casos-tipo na tipologia B1 e B2

Tipologia C	Altura	H = 9 m (R/C)
	Estado de Conservação	Médio
		Mau
	Hidrantes	< 30m
		> 30m
		Não existem Hidrantes
	Área CI	100m ²
	Efetivo	20
	Acesso	Acesso Possível
		Sem acesso
Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndios		
Comentário	Não se considera: alturas diferentes a 9 metros, edifícios em Bom estado de conservação, outras áreas e outros efetivos. Considera que os edifícios não têm sinalização, iluminação, extinção e detecção.	

Fig. 3.18 - Restrições dos casos-tipo na tipologia C

CÁLCULO DE RISCO DE INCÊNDIO

O processo referente ao cálculo do Risco de Incêndio através do método CHICHORRO e aplicado nos edifícios em estudo das zonas Vitória e Clérigos foi descrito no subcapítulo 2.1.2.

3.4.5. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

Após obtidos os valores do Risco de Incêndio, esses valores são refletidos numa escala de Classificação do Risco de Incêndio, que permite uma melhor leitura e enquadramento da situação do edifício ou zona em estudo. A escala de Classificação do Risco de Incêndio é composta em doze classes que vai deste A++ até F, correspondendo a primeira a um Risco de Incêndio igual ou inferior a 0,9, a última a um Risco de Incêndio superior a 1,7; Figura 3.19.



Fig. 3.19 - Escala de Classificação de Riscos de Incêndio [4]

Devido às diferentes características construtivas ao longo dos anos, à evolução das tecnologias e materiais utilizados, nomeadamente a aparição do betão, o Risco de Incêndio mínimo aceitável deverá ser diferente consoante o ano de construção do edifício, evidenciando claramente que um edifício mais antigo, com as vulnerabilidades inerentes à tipologia construtiva dominante à época, assume um maior Risco de Incêndio.

Com este método, os dados recolhidos durante a Inspeção do Edifício são inseridos, os quais são automaticamente comparados aos casos-tipo existentes para cada tipologia. Com estes dados, obtém-se a nota do Risco de Incêndio e a respetiva Classificação. O quadro do valor máximo aceitável do Risco de Incêndio foi apresentado em 3.4.3.

3.5. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO

3.5.1. INTRODUÇÃO

A aplicação do método CHICHORRO na análise do Risco de Incêndio do edificado na zona em análise permitiu a elaboração de uma Carta de Risco de Incêndio através da utilização da folha de *Microsoft Excel*, referenciada anteriormente, programada para calcular o Risco de Incêndio para casos-tipo. Para a concretização dessa carta, foi necessário classificar os edifícios, com base no respetivo Risco de Incêndio.

O objetivo é ter uma carta completa do Risco de Incêndio do Centro Histórico do Porto, para avaliar a sua situação em termos de segurança contra incêndio, evidenciando as zonas mais críticas. Esta análise já teve início em dissertações anteriores, na qual cada aluno contribuiu com a análise de determinada zona. Através dos dados recolhidos nas dissertações de Nuno Pires, [25], zona do Eixo Mouzinho-Flores, Ana Louçano, [26], zona da Sé do Porto e Daniel Martins, [27], zona da Ribeira do Porto, foi possível, através de uma folha de *Microsoft Excel*, programar a mesma para calcular o valor do Risco de Incêndio, de acordo com todos os casos-tipo, e elaborar a carta de Risco de Incêndio das zonas anteriormente referidas, elaborado por Ferreira [4]. Dando sequência a esse projeto, a presente dissertação teve contribuição nas zonas de Vitória e Clérigos com um total de 561 edifícios analisados e devidamente classificados com a respetiva classe de Risco de Incêndio. Estes 561 edifícios estão assinalados na carta de Risco de Incêndio, Figura 3.20. Com esta contribuição, a carta de Risco de Incêndio fica praticamente completa; Anexo B.

A carta de Risco de Incêndio de uma zona da cidade é extremamente importante, pois permite o enquadramento e a identificação dos edifícios ou zonas de maior Risco de Incêndio. Após a análise da carta de Risco é possível perceber quais os edifícios que precisam mais urgentemente de reabilitação e implementação de medidas de autoproteção, nomeadamente: planos de segurança e alerta, assim como planos de mobilização de meios para potenciar o nível de acessibilidade. Poder-se-á então proceder a uma posterior análise da redução do Risco de Incêndio nas zonas mais críticas através da implementação de inúmeras medidas que o método incorpora.

De seguida será apresentada a Carta de Risco de Incêndio caracterizada pelos resultados do Risco de Incêndio através da aplicação do método CHICHORRO.

3.5.2. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO DO CHP

É apresentada, na Figura 3.20, a Carta de Risco de Incêndio para a zona do Centro Histórico do Porto, concebida através da folha de *Excel* anterior. Com o auxílio do programa *Autodesk AutoCAD 2015* foi possível assinalar a classificação do Risco de Incêndio para cada edifício analisado.



Fig. 3.20 - Carta de Risco de Incêndio das zonas de Vitória e Clérigos inseridas no Centro Histórico do Porto

3.5.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO RI DOS EDIFÍCIOS DAS FREGUESIAS VITÓRIA E CLÉRIGOS

No total foram analisados 561 edifícios, dos quais 120 não tem classificação de Risco de Incêndio por se tratarem de edifícios reabilitados, em obras ou devolutos. A Figura 3.21 representa, o gráfico de divisão por classes de Risco de Incêndio dos 441 edifícios classificados.

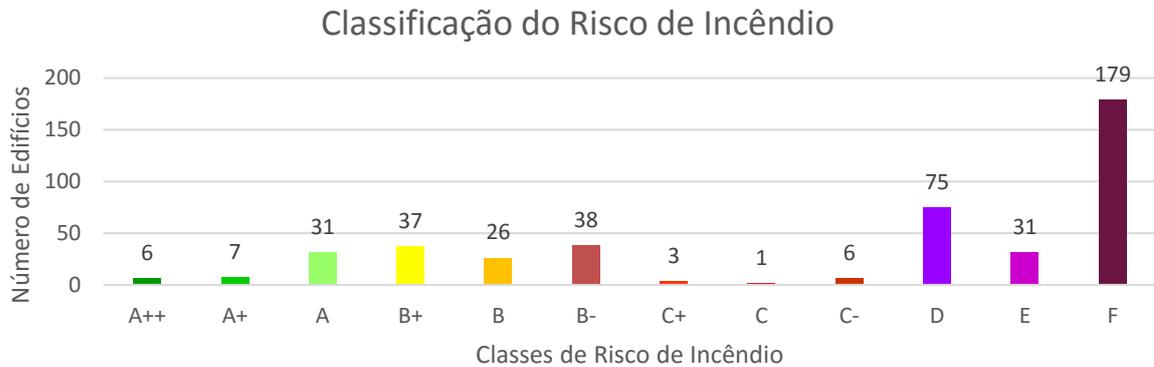


Fig. 3.21 - Distribuição da Classificação do Risco de Incêndio dos edifícios de Vitória e Clérigos

Percentagem da Classificação do Risco de Incêndio

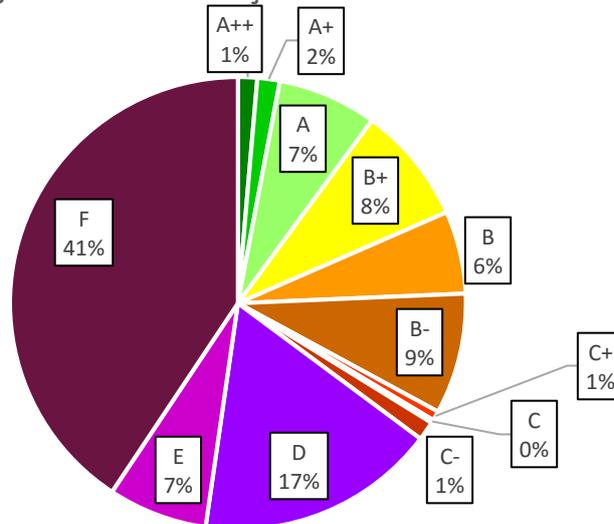


Fig. 3.22 - Percentagem da distribuição da Classificação do Risco de Incêndio

Através da análise das Figuras 3.21 e 3.22, é possível perceber que a maioria dos edifícios analisados tem elevado Risco de Incêndio de acordo com a metodologia aplicada dos quais 41% dos edifícios apresentam Risco de Incêndio iminente, classificação F, dado o mau estado de conservação dos mesmos, a dificuldade de acesso para a intervenção do corpo dos bombeiros no combate ao incêndio, entre outros parâmetros. O presente gráfico ilustra também que existe um aglomerado de edifícios com um Risco de Incêndio pequeno, classificados de A a B-, que corresponde a 33% do total de edifícios observados. Este

valor permite concluir que mesmo sendo edifícios situados na mesma zona, com praticamente os mesmos acessos, é possível baixar o Risco de Incêndio face ao pior cenário (D, E e F) através da implementação de medidas de segurança.

Não há uma distribuição do RI muito uniforme, notando-se poucos edifícios com classificação excelente, no intermédio alto existe um conjunto significativo, no intermédio baixo não existem praticamente edifícios e na classificação de elevado risco é onde se encontra o maior número, sendo mais do dobro da segunda classificação com mais edifícios.

4

ATUALIZAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO EXISTENTE

4.1. INTRODUÇÃO

Serve o presente Capítulo para apresentar a atualização efetuada no modelo numérico existente.

Nos primeiros subcapítulos é feita uma breve síntese da estrutura do modelo numérico em análise, sendo que nos restantes subcapítulos são expostas todas as modificações efetuadas no *software* de cálculo de Risco de Incêndio programado em *Visual Basic*, ao nível dos fatores globais CTI e ESCI, assim como a descrição das alterações efetuadas nos casos-tipo através da ferramenta *Microsoft Excel*. No fim de cada descrição da modificação feita no método é ilustrado um excerto do código referente a essas modificações.

Por último, é realizada uma síntese dos resultados referente às modificações dos casos-tipo.

4.2. SOFTWARE DE CÁLCULO DE RISCO DE INCÊNDIO

4.2.1. INTRODUÇÃO

Como foi referido anteriormente, um dos objetivos desta dissertação é apresentar uma proposta de melhoramento do *software* de cálculo de Risco de Incêndio, fazendo alterações no *software* para incorporar mais casos de estudo associados às utilizações-tipo que o método ainda não engloba e, complementarmente, reorganizar e acrescentar casos-tipo, permitindo analisar qualquer género de edifícios independentemente das suas características. Este *software* foi desenvolvido por diversos autores sendo o último Ferreira [4], usado como base o método CHICHORRO. O *software* foi desenvolvido através do auxílio do código programado em *Visual Basic*, obtido através de simulações, com valores verosímeis e compatíveis com o edificado urbano passível de ser reabilitado, tentando dar resposta à maior parte dos casos existentes. A realização das simulações foi possível com recurso ao *software* informático *Microsoft Excel*. Este *software* consiste num método de análise de Risco de Incêndio em edifícios existentes, que identifica as fragilidades do edifício no que respeita à segurança contra incêndios e permite encontrar as soluções mais adequadas de um edificado a preservar.

O executável deste *software* de cálculo de Risco de Incêndio encontra-se disponível no CD anexo à dissertação (devidamente identificado); Anexo B.

4.2.2. ESTRUTURA DO MODELO NUMÉRICO

O modelo numérico está organizado em quatro painéis: Introdução de dados de forma simplificada, Introdução de dados de forma pormenorizada (subdividido em separadores relacionados com os fatores globais do método CHICHORRO), Resultados do Risco de Incêndio para o edifício em análise e, por fim, um painel final de Intervenções e Risco de Incêndio intervencionado.

Nos subcapítulos subsequentes apresentam-se todos os painéis e para os quais se faz uma breve descrição dos respetivos fatores e descritores, sendo que os descritores representam as diferentes hipóteses com que o projetista poderá ser confrontado na avaliação do edifício.

O fluxograma da Figura 4.1 representa o funcionamento do programa.

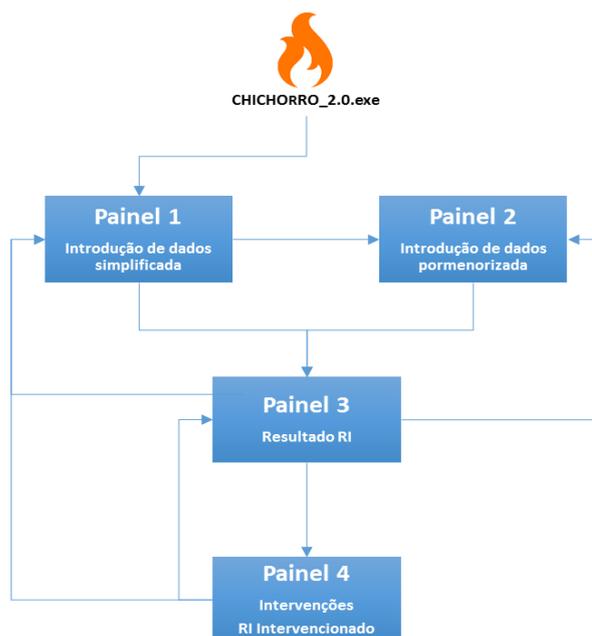


Fig. 4.1 – Fluxograma de funcionamento do *software* desenvolvido [4]

O modelo encontra-se organizado da seguinte forma:

Painel 1:

- Introdução simplificada de dados.

Painel 2:

- Introdução pormenorizada de dados relativos aos fatores globais:
 - Probabilidade de ocorrência de incêndio (POI);
 - Consequências totais no cenário de incêndio (CTI);
 - Desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI);
 - Socorro e combate ao incêndio (ESCI).

Painel 3:

- Resultado do Risco de Incêndio.

Painel 4:

- Intervenções e Risco de Incêndio intervencionado.

Na Figura 4.2 apresentam-se os quatro painéis do modelo.

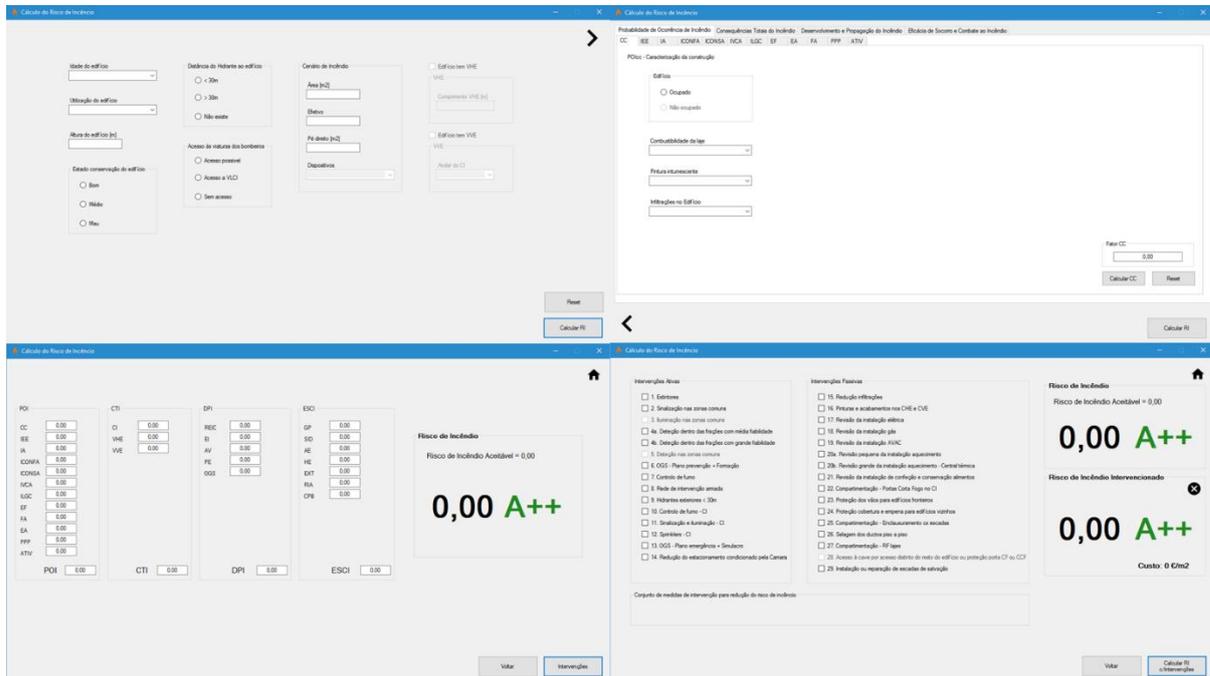


Fig. 4.2 – Painéis 1 e 2 em cima, Painéis 3 e 4 em baixo (ilustrativo)

4.2.2.1. Painel 1

O Painel 1 consiste numa folha de dados de entrada, em que após introdução das características do edifício em análise, torna possível, através de uma base de dados pré-selecionada de casos de estudo tipo, referidos no Capítulo 3, proceder ao cálculo do Risco de Incêndio do edifício, Figura 4.3.

As características do edifício a introduzir são:

- Idade do edifício;
- Utilização do edifício;
- Altura do edifício;
- Estado de conservação do edifício;
- Distância do hidrante ao edifício;
- Acesso às viaturas dos bombeiros;
- Área do cenário de incêndio;
- Efetivo do cenário de incêndio;
- Altura do pé direito do cenário de incêndio;
- Dispositivos presentes no cenário de incêndio;
- Se existem e qual o comprimento das VHE;
- Se existem VVE e qual o andar do cenário de incêndio;
- Parque subterrâneo (no caso de ser selecionada a utilização-tipo Estacionamentos).

As diferentes utilizações tipo não requerem a introdução do mesmo tipo de características e, assim, conforme a escolha da utilização tipo serão desbloqueadas, ou bloqueadas, opções de introdução de dados. No caso do edifício em análise ser da utilização-tipo Estacionamentos, é desbloqueada uma

“checkbox” que permite ao utilizador optar por parque de estacionamento subterrâneo. Esta opção terá influência na velocidade ascendente de evacuação (V_{AN}), que será descrita num dos subcapítulos seguintes. Esta opção foi adicionada no decorrer da presente dissertação.

Fig. 4.3 – Painel 1 do modelo numérico

Após a introdução dos dados, muitos dos valores dos fatores parciais são calculados à custa dos casos-tipo referidos no Capítulo 3.

4.2.2.2. Painel 2

No Painel 2 é possível fazer uma introdução de dados pormenorizada dos parâmetros de cada fator parcial (método pormenorizado). Este painel está organizado em quatro separadores referentes aos fatores globais. Dentro de cada um destes separadores apresentam-se os vários fatores parciais do fator global correspondente, na qual é permitido ao utilizador introduzir os descritores do edifício para todos os fatores parciais, ao contrário do método utilizado no Painel 1. Em alternativa, a partir da introdução dos dados iniciais no Painel 1, o Painel 2 será preenchido de uma forma “standard” tirando partido dos casos-tipo, previamente estabelecidos para essa utilização-tipo, na qual o utilizador poderá posteriormente alterar apenas alguns dos fatores parciais consoante o caso do edifício, de forma a complementar a introdução simplificada (método simplificado).

Os fatores globais e respetivos fatores parciais presentes no Painel 2 são:

- Probabilidade de ocorrência de incêndio (POI):
 - Caracterização da construção (POI_{CC});
 - Instalações de energia elétrica (POI_{IEE});
 - Instalações de aquecimento (POI_{IA});
 - Instalações de confeção de alimentos (POI_{ICONFA});
 - Instalações de conservação de alimentos (POI_{ICONSA});

- Instalações de ventilação e condicionamento de ar (POI_{IVCA});
- Instalações de líquidos e gases combustíveis (POI_{ILGC});
- Edifícios fronteiros (POI_{EF});
- Frações adjacentes (POI_{FA});
- Edifícios adjacentes (POI_{EA});
- Procedimentos ou planos de prevenção (POI_{PPP});
- Atividade (POI_{ATIV}).
- Consequências totais no cenário de incêndio (CTI):
 - Consequências no cenário de incêndio (CPI_{CI});
 - Consequências nas vias horizontais de evacuação (CPI_{VHE});
 - Consequências nas vias verticais de evacuação (CPI_{VVE}).
- Desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI):
 - Proteção resistência, estanquidade e isolamento do CI e VVE (DPI_{REIC});
 - Proteção, estanquidade e isolamento das paredes e portas do CI (DPI_{EI});
 - Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada (DPI_{AV});
 - Proteção das paredes exteriores (DPI_{PE});
 - Organização e gestão da segurança (DPI_{OGS}).
- Eficácia do socorro e combate ao incêndio (ESCI):
 - Grau de prontidão dos bombeiros ($ESCI_{GP}$);
 - Vias de acesso ao edifício ($ESCI_{AE}$);
 - Hidrantes exteriores ($ESCI_{HE}$);
 - Extintores ($ESCI_{EXT}$);
 - Rede de incêndio armada ($ESCI_{RIA}$);
 - Corpo privado dos bombeiros ($ESCI_{CPB}$).

Dentro de cada um destes fatores parciais são apresentados os descritores associados, que são o alvo de introdução ou alteração de dados neste Painel. Na Figura 4.4 é ilustrado um exemplo dos descritores associados ao fator parcial "Instalações energia elétrica" (POI_{IEE}).

The screenshot shows a software window titled "Cálculo do Risco de Incêndio" with a tabbed interface. The active tab is "POI_IEE - Instalações energia eléctrica". The interface contains several input fields and controls:

- Two checkboxes: "Respeita regulamentação" and "Existe ligação pirata à rede eléctrica", both currently unchecked.
- A dropdown menu labeled "Proteção de quadros".
- A dropdown menu labeled "Degradação do circuito eléctrico".
- Two radio buttons under the heading "Potência contratada / Potência instalada": "PC = PI" and "PC < PI".
- A text input field labeled "Fator IEE".
- Two buttons: "Calcular IEE" and "Reset".

At the bottom of the window, there is a navigation arrow on the left and a "Calcular RI" button on the right.

Fig. 4.4 – Subseparador POI_{IEE} relativo ao Painel 2

4.2.2.3. Painel 3

Após a introdução de todos os dados do edifício, pelo método simplificado ou pelo método pormenorizado, é então apresentado o painel de resultados, Figura 4.5.

Neste painel é possível verificar qual Risco de Incêndio do edifício em análise, qual a sua classificação e, o Risco de Incêndio Aceitável, atendendo à idade do edifício. É ainda possível verificar todos os valores dos descritores de cada fator parcial e o respetivo valor do fator global.

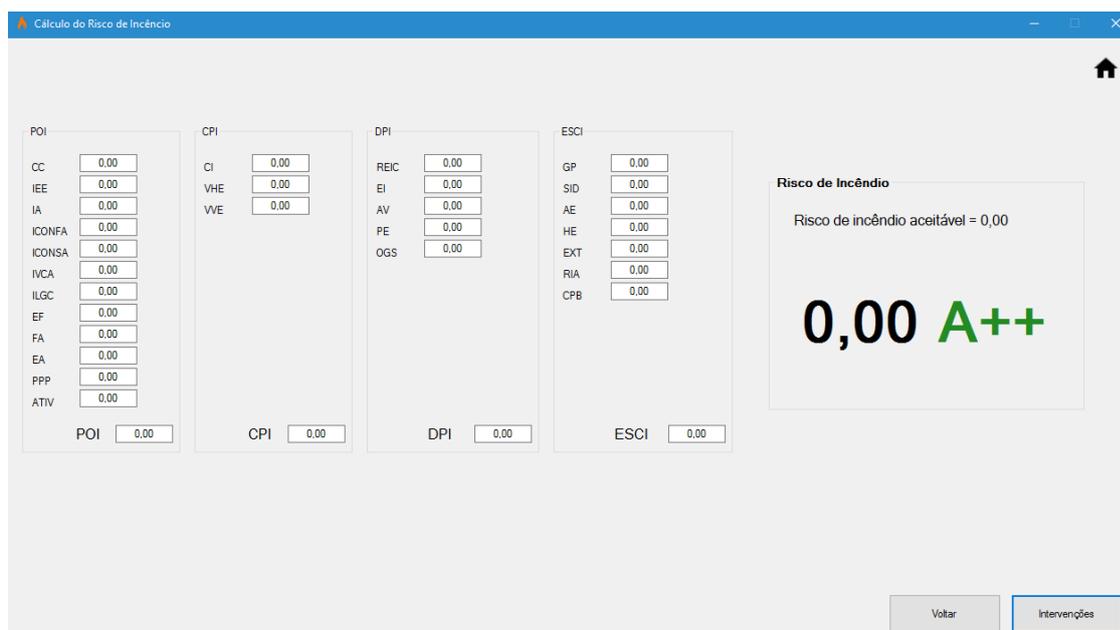


Fig. 4.5 – Painel 3 – Resultados do Risco de Incêndio

4.2.2.4. Painel 4

Por último, o valor do Risco de Incêndio pode ser reduzido através de intervenções no edifício, podendo essas ser escolhidas no Painel 4 de Intervenções, Figura 4.6.

As intervenções podem ser divididas em intervenções ativas e passivas.

As intervenções ativas caracterizam-se num conjunto de 15 medidas sendo elas:

- Extintores;
- Sinalização nas zonas comuns;
- Iluminação nas zonas comuns;
- Detecção dentro das frações com média fiabilidade;
- Detecção dentro das frações com grande fiabilidade;
- Detecção nas zonas comuns;
- OGS- Plano prevenção + Formação;
- Controlo de fumo;
- Rede de intervenção armada;
- Hidrantes exteriores /30m
- Controlo de fumo – CI
- Sinalização e iluminação – CI;

- *Sprinklers* – CI;
- OGS – Plano emergência + Simulacro;
- Redução do estacionamento condicionado pela Câmara.

Por sua vez, as intervenções passivas caracterizam-se num conjunto de 16 medidas:

- Redução infiltrações;
- Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE;
- Revisão da instalação elétrica;
- Revisão da instalação do gás;
- Revisão da instalação AVAC;
- Revisão pequena da instalação de aquecimento;
- Revisão grande da instalação de aquecimento – Central térmica;
- Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos;
- Compartimentação – Portas Corta-fogo no CI;
- Proteção doas vãos para edifícios fronteiros;
- Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos;
- Compartimentação – Enclausuramento caixa de escadas;
- Selagem dos ductos piso a piso;
- Compartimentação – RF lajes;
- Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF;
- Instalação ou reparação de escadas de salvação.

Fig. 4.6 – Painel 4 – Intervenções possíveis no edifício

4.2.3. MODELO NUMÉRICO

4.2.3.1. Introdução

Como referido anteriormente, um dos objetivos desta dissertação é apresentar uma proposta de melhoramento do *software* de cálculo de Risco de Incêndio. Uma dessas melhorias foi a introdução, com maior grau de pormenor, das utilizações-tipo Gares de Transporte e Estacionamentos, que implicaram alterações no fator global CTI referente às Tipologias dos edifícios, nomeadamente na nomenclatura, na respetiva curva característica de crescimento da potência calorífica libertada e no valor de t_a associado. Foram também feitas alterações no fator global ESCI através da consideração de parques de estacionamento subterrâneos, tendo consequências no CTI com a introdução da velocidade ascendente de evacuação para essa utilização-tipo. Por último, foram feitas melhorias nos casos-tipo, nomeadamente na subdivisão de cada grupo de edifícios considerados como sendo da mesma tipologia, apresentados agora singularmente, tendo cada utilização-tipo um caso-tipo associado. Complementarmente foram introduzidos novos casos-tipo em cada utilização-tipo e, conseqüentemente, a atualização dos vários descritores dos fatores parciais respetivos.

Nos subcapítulos seguintes é feita a descrição de cada alteração feita no modelo numérico CHICHORRO.

4.2.3.2. Alterações efetuadas no CTI e respetivo código

Segundo Ferreira [4], o tempo de evacuação nas vias verticais de evacuação traduz o tempo necessário para os ocupantes percorrerem as mesmas. Considera-se que a evacuação nas VVE se dá em fila indiana, não fazendo sentido considerar um tempo de atravessamento das saídas. Considera-se, então, que o valor da densidade adimensional é igual a $0,125 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

O cálculo das velocidades de evacuação é feito de acordo com o descrito de imediato e representado na Figura 4.7.

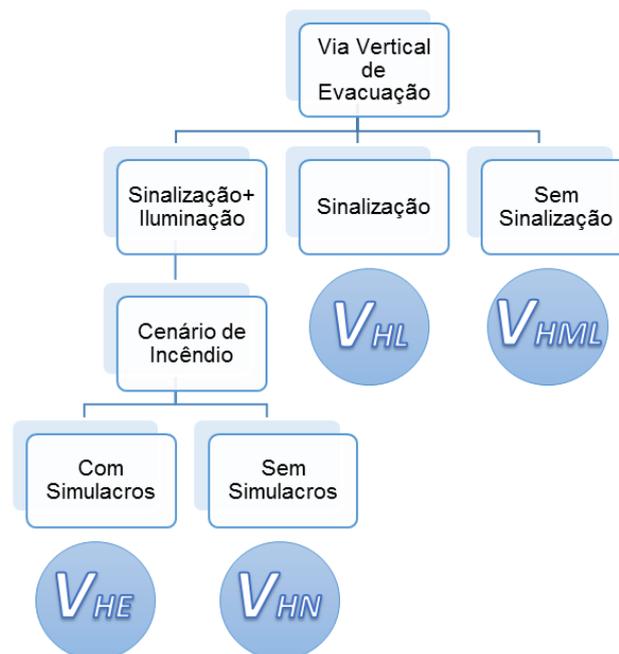


Fig. 4.7 - Esquema para cálculo das velocidades de evacuação nas VVE [4]

A velocidade descendente de evacuação depende da existência ou não dos seguintes descritores, nas vias verticais de evacuação:

- Sinalização de emergência;
- Iluminação de emergência;
- Realização de simulacros pelos ocupantes do edifício.

Assim, o método CHICHORRO considera 4 velocidades descendentes de evacuação diferentes:

Velocidade descendente para condições normais de movimento (V_{DN})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [14], equação 4.1.

$$V_{DN} = [0,775 + 0,44e^{-0,39Da} \times \text{sen}(5,61Da - 0,224)] \times V_{HN} \quad (4.1)$$

Em que:

- V_{DN} - Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s);
- V_{HN} - Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s), definida pela equação 4.10;
- Da - Densidade adimensional ($0,125 \text{ m}^2/\text{m}^2$).

Velocidade descendente para condições de movimento de emergência (V_{DE})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros por parte dos ocupantes do edifício. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [14], equação 4.2.

$$V_{DE} = 1,21 \times V_{DN} \quad (4.2)$$

Em que:

- V_{DE} - Velocidade descendente para condições de movimento de emergência (m/s);
- V_{DN} - Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade descendente para condições de movimento lento (V_{DL})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação apenas, sinalização de emergência. É calculada através da equação 4.3.

$$V_{DL} = 0,5 \times V_{DN} \quad (4.3)$$

Em que:

- V_{DL} - Velocidade descendente para condições de movimento lento (m/s);
- V_{DN} - Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (V_{DML})

A sinalização de emergência é fundamental para a segurança dos ocupantes, não existindo qualquer razão para que não seja implementada numa operação de reabilitação.

Assim, no método proposto, caso não exista sinalização de emergência a velocidade de deslocamento reduz-se em 90%, equação 4.4.

$$V_{DML} = 0,1 \times V_{DN} \quad (4.4)$$

Em que:

- V_{DML} - Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (m/s);
- V_{DN} - Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s).

Assim, o tempo de evacuação nas VVE é calculado pela equação 4.5.

$$T_{vVVE} = \frac{D_{VVE}}{V_D} \quad (4.5)$$

Em que:

- $T_{ev VVE}$ - Tempo de evacuação da VVE (s);
- D_{VVE} - Distância percorrida pelos ocupantes na VVE (m);
- V_D - Velocidade descendente de evacuação (m/s).

Por consequência de uma das alterações no método numérico feita nesta dissertação, ao introduzir os edifícios de estacionamento subterrâneos, surgiu a necessidade de fazer a distinção das velocidades ascendentes e descendentes nas vias verticais de evacuação, já que a evacuação ascendente através das mesmas é feita de uma forma mais lenta do que no caso de a evacuação ser descendente. Então, com o objetivo de ajustar o tempo de evacuação nas VVE foi introduzida, no método numérico, a velocidade ascendente de evacuação, ficando o método a considerar mais 4 velocidades ascendentes de evacuação diferentes.

Velocidade ascendente para condições normais de movimento (V_{AN})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência. É calculada através do método de Predtechenskii-Milinskii [14], equação 4.6.

$$V_{AN} = [0,785 + 0,09e^{-3,45Da} \times \text{sen}(15,7Da)] \times V_{HN} \quad (4.6)$$

Em que:

- V_{AN} - Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s);
- V_{HN} - Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s), definida pela equação 4.10;

- Da – Densidade adimensional (0,125 m²/m²).

Velocidade ascendente para condições de movimento de emergência (V_{AE})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros por parte dos ocupantes do edifício. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [14], equação 4.7.

$$V_{AE} = 1,21 \times V_{AN} \quad (4.7)$$

Em que:

- V_{AE} - Velocidade ascendente para condições de movimento de emergência (m/s);
- V_{AN} - Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade ascendente confortável (V_{AC})

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação apenas com, sinalização de emergência. É calculada através da equação 4.8.

$$V_{AC} = 0,5 \times V_{AN} \quad (4.8)$$

Em que:

- V_{AC} - Velocidade ascendente para condições de movimento confortável (m/s);
- V_{AN} - Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade ascendente para condições de movimento muito lento (V_{AML})

A sinalização de emergência é fundamental para a segurança dos ocupantes, não existindo qualquer razão para que não seja implementada numa operação de reabilitação.

Assim, no método proposto, caso não exista sinalização de emergência, a velocidade de deslocamento reduz-se em 90%, equação 4.9.

$$V_{AML} = 0,1 \times V_{AN} \quad (4.9)$$

Em que:

- V_{AML} - Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (m/s);
- V_{AN} - Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade horizontal para condições normais de movimento (V_{HN})

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio com sinalização e iluminação de emergência. A velocidade V_{HN} é calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [14], equação 4.10.

$$V_{HN} = \frac{112Da^4 - 338Da^3 + 434Da^2 - 217Da + 57}{60} \tag{4.10}$$

Em que:

- V_{HN} - Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s);

Da – Densidade adimensional (0,125 m²/m²).

Ilustra-se, na Figura 4.8, um excerto do código referente ao cálculo da velocidade de saída do edifício.

```

3524 If CheckBox71.Checked = False Then
3525     'Velocidade vertical descendente normal
3526     vdn = (0.775 + 0.44 * Math.Exp(-0.39 * 0.125) * Math.Sin(5.61 * 0.125 - 0.224)) * vhn
3527
3528 If ComboBox31.SelectedIndex = 0 Then
3529     'Velocidade muito lenta
3530     veld = 0.1 * vdn
3531 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 1 Then
3532     'Velocidade lenta
3533     veld = 0.5 * vdn
3534 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 2 Then
3535     'Velocidade normal
3536     veld = vdn
3537 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 3 Then
3538     'Velocidade emergencia
3539     veld = 1.21 * vdn
3540 End If
3541
3542 ElseIf CheckBox71.Checked = True
3543
3544     'Velocidade vertical ascendente normal
3545     van = (0.785 + 0.09 * Math.Exp(-3.45 * 0.125) * Math.Sin(15.7 * 0.125)) * vhn
3546
3547 If ComboBox31.SelectedIndex = 0 Then
3548     'Velocidade muito lenta
3549     veld = 0.1 * van
3550 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 1 Then
3551     'Velocidade lenta
3552     veld = 0.5 * van
3553 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 2 Then
3554     'Velocidade normal
3555     veld = van
3556 ElseIf ComboBox31.SelectedIndex = 3 Then
3557     'Velocidade emergencia
3558     veld = 1.21 * van
3559 End If
3560 End If
3561 Label176.Text = "velv = " + Str(FormatNumber(veld, 2)) + " m/s"
    
```

Fig. 4.8 - Código referente ao cálculo da velocidade ascendente

Ainda relativamente ao fator global CTI, foi feita a consideração, no método numérico, da utilização-tipo Estacionamentos que originou um rearranjo nas Tipologias, devido à divisão dos grupos de edifícios, assim como a atualização da respetiva curva característica de crescimento da potência calorífica libertada e do valor de t_{α} associado. Já existiam estas divisões, mas foram alteradas para uma melhor correspondência do valor do t_{α} , passando assim os grupos de edifícios da Tipologia A a corresponder ao maior valor de t_{α} e os grupos de edifícios da Tipologia D a corresponder ao menor valor de t_{α} . De seguida é feita a descrição das alterações feitas nas tipologias dos edifícios.

➤ Tipologias

Segundo a NP EN 1991-1-2, [24] a evolução da potência calorífica libertada durante o incêndio é dada por uma curva de crescimento parabólico. Ainda de acordo com a NP EN 1991-1-2, [24], apresenta-se, no Quadro 4.1, a correspondência das curvas características com as respetivas utilizações-tipo. Consta ainda do Quadro 4.1, o valor de t_{α} para cada uma das curvas, bem como, a taxa máxima de libertação de calor produzida por 1 m² de área de compartimento.

Quadro 4.1 - Taxa de crescimento de incêndio para diferentes tipos de ocupação de acordo com a NP EN 1991-1-2, [35]

Utilizações-Tipo	Taxa de crescimento de incêndio	t_{α} (s)	RHRf (kW/m ²)
Habituação	Média	300	250
Hospitalar	Média	300	250
Hotel	Média	300	250
Biblioteca	Rápida	150	500
Escritório	Média	300	250
Escola	Média	300	250
Comércio	Rápida	150	500
Teatro	Rápida	150	500
Transporte	Lenta	600	125
Armazém	Muito Rápida	75	1000
Estacionamentos	Muito Rápida	75	1000

Com a introdução da utilização-tipo Estacionamentos, correspondente a uma taxa de crescimento de incêndio muito rápida resultante num valor de t_{α} de 75s, o quadro referente à Taxa de crescimento de incêndio para diferentes tipos de ocupação de acordo com a NP EN 1991-1-2, [24] foi atualizado. Esta utilização-tipo está assinalada a negrito no Quadro 4.1.

Ilustra-se, na Figura 4.9, um excerto do código referente à introdução do valor do t_{α} de 75s no método numérico.

```

VB_R_Tese
2631      *talfa
2632      Select Case ComboBox15.SelectedIndex
2633      Case 9, 13
2634          talfa = 75
2635      Case 3, 6, 7, 10, 11, 12
2636          talfa = 150
2637      Case 0, 1, 2, 4, 5, 14
2638          talfa = 300
2639      Case 8
2640          talfa = 600
2641      End Select
2642      Label130.Text = "tα = " + Str(FormatNumber(talfa, 0)) + " s"

```

Fig. 4.9 - Código referente à introdução do valor do t_{α} de 75s no método numérico

Na Figura 4.10 representam-se as curvas características de crescimento da potência calorífica libertada, lenta, média, rápida e muito rápida, respetivamente correspondentes aos valores de t_a de 600, 300, 150 e 75s.

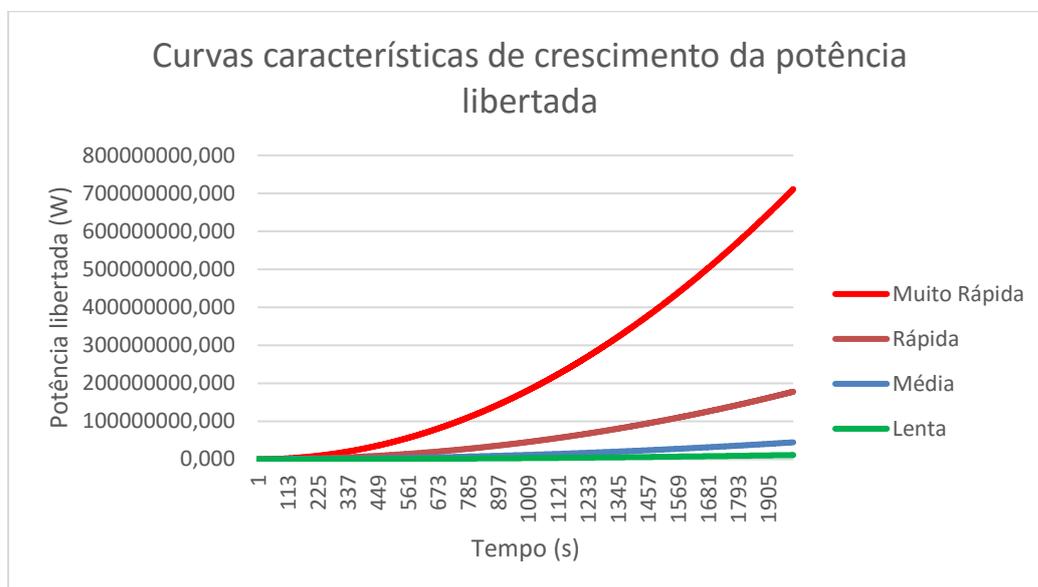


Fig. 4.10 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada

Devido à versão anterior do método numérico não considerar a utilização-tipo Estacionamentos, e apesar de o valor do t_a de 600 segundos e a respetiva curva característica de crescimento da potência calorífica libertada referentes à utilização-tipo Transportes estarem identificados nessa versão do método numérico CHICHORRO, o programa não calculava o valor do RI para estas tipologias. Assim sendo, na versão anterior eram contabilizados apenas três grandes grupos de tipologias de edifícios associadas às utilizações-tipo neste método, tendo em conta, de acordo com a NP EN 1991-1-2 [24] a taxa de desenvolvimento de um incêndio:

- Tipologia “A” com $t_a = 300$ segundos;
- Tipologia “B” com $t_a = 150$ segundos;
- Tipologia “C” com $t_a = 75$ segundos.

Na Tipologia “A” eram considerados dois grupos de edifícios:

- A1 (Habitacionais, Administrativos e Hoteleiros);
- A2 (Escolas/ Infantários, Lares, Hospitais e Enfermarias).

A Tipologia “B” podia ser dividida em dois grupos de edifícios:

- B1 (Restaurantes);
- B2 (Espetáculos, Bibliotecas).

Da Tipologia “C” faziam parte apenas os Armazéns.

No esquema da Figura 4.11 estão representadas as várias tipologias existentes na versão anterior do método numérico, bem como os casos que foram estudados para cada uma dessas tipologias.

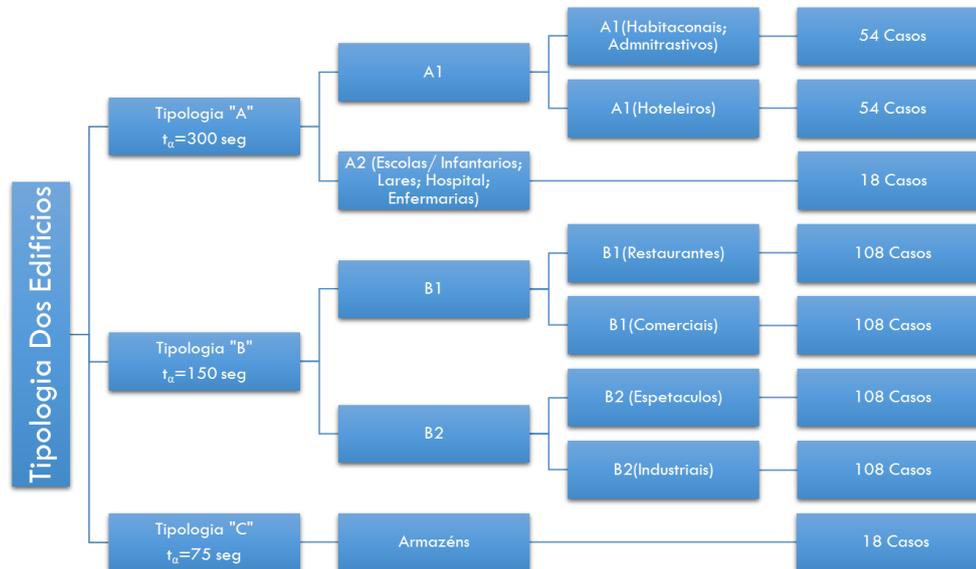


Fig. 4.11 – Esquema das Tipologias de Edifícios da versão anterior do método numérico

Ora, como cada tipologia tem as suas especificidades, outra modificação feita no método CHICHORRO foi a introdução do cálculo do RI para as tipologias Transportes e Estacionamentos no programa de cálculo na qual corresponde um valor de t_{α} de 600 segundos e um t_{α} de 75 segundos, respetivamente. Ao introduzir estas tipologias e ao acrescentar as curvas características de crescimento da potência calorífica libertada lenta e muito rápida, as letras de identificação das tipologias sofreram alterações, devidamente identificadas de seguida:

- Tipologia “A” com $t_{\alpha} = 600$ segundos;
- Tipologia “B” com $t_{\alpha} = 300$ segundos;
- Tipologia “C” com $t_{\alpha} = 150$ segundos;
- Tipologia “D” com $t_{\alpha} = 75$ segundos.

Como consequência da introdução da nova Tipologia “A” – Transportes no método, e da subdivisão das várias tipologias de forma a caracterizar os edifícios de forma fácil e, intuitivamente, atendendo às suas especificidades, surgiu uma nova modificação no método. Subdividiu-se não apenas as Tipologias, mas também os grupos de edifícios correspondentes a cada Tipologia, com o objetivo de individualizar cada utilização-tipo de forma a classificar um número de características que seja representativo das especificações dessas utilizações tipo e um número suficiente que permita verificar o equilíbrio do método CHICHORRO. O método contabiliza agora quatro grandes grupos de tipologias de edifícios associadas a catorze grupos de edifícios. De seguida é feita uma descrição da subdivisão de cada grupo de edifícios por Tipologia.

Na Tipologia “A” fazem parte apenas as Gares de Transporte:

- A1 (Transportes);

A Tipologia “B” pode ser dividida em seis grupos de edifícios:

- B1 (Habitações);
- B2 (Administrativos);
- B3 (Hoteleiros);
- B4 (Escolares);
- B5 (Hospitalares);
- B6 (Lares).

A Tipologia “C” foi dividida em cinco grupos de edifícios:

- C1 (Restaurantes);
- C2 (Comerciais);
- C3 (Sala de Espetáculos);
- C4 (Bibliotecas);
- C5 (Industriais).

Por último, a Tipologia “D” foi dividida em dois grupos de edifícios:

- D1 (Armazéns);
- D2 (Estacionamentos);

No esquema da Figura 4.12 estão representadas as várias tipologias existentes na mais recente versão do método numérico, já com a consideração dos novos casos-tipo referentes a cada tipologia.

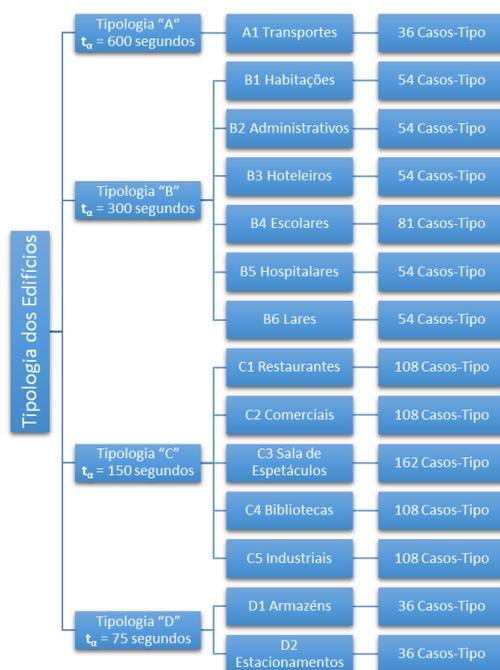


Fig. 4.12 – Esquema das Tipologias de Edifícios da versão atualizada do método numérico

De seguida é apresentado, na Figura 4.13, um excerto do código referente às funções utilizadas para a divisão das tipologias. Foram utilizadas cerca de 500 linhas de código só para estas funções.

```

R_Tese Form1
3858 'A1 Gares de Transportes
3859 Private Sub POIDif1() ...
3955 Private Sub DPIDif1() ...
4019 Private Sub ESCID1f1() ...
4066 Private Sub ESCID1f2() ...
4108 Private Sub CPIDif1() ...
4165
4166 'B1 Hab / B2 Admin
4167 Private Sub POIf1() ...
4232 Private Sub POIf2() ...
4296 Private Sub POIf3() ...
4360 Private Sub DPIf1() ...
4402 Private Sub ESCIf1() ...
4507 Private Sub CPIbase() ...
4568 Private Sub CPIf1() ...
4717
4718 'B3 Hotéis
4719 Private Sub POIf4() ...
4771 Private Sub POIf5() ...
4821 Private Sub POIf6() ...
4871 Private Sub DPIf2() ...
4929 Private Sub ESCIf2() ...
5024 Private Sub CPIf2() ...
5135
5136 'B4 Escolas / B5 Hospitais
5137 Private Sub POIA2f1() ...
5194 Private Sub POIA2f2() ...
5250 Private Sub POIA2f3() ...
5305 Private Sub DPIA2f1() ...
5322 Private Sub DPIA2f2() ...
5336 Private Sub DPIA2f3() ...
5349 Private Sub ESCIA2f1() ...
5392 Private Sub ESCIA2f2() ...
5435 Private Sub ESCIA2f3() ...
5478 Private Sub CPIA2f1() ...
5523 Private Sub CPIA2f2() ...
5568 Private Sub CPIA2f3() ...
5613
5614 'B6 Lares
5615 Private Sub POIA6f1() ...
5672 Private Sub POIA6f2() ...
5729 Private Sub POIA6f3() ...
5787 Private Sub DPIA6f1() ...
5813 Private Sub DPIA6f2() ...

```

Fig. 4.13 – Código referente às funções utilizadas para a divisão das tipologias

4.2.3.3. Alterações efetuadas no ESCI e respetivo código

O fator global ESCI foi objeto de alteração, nomeadamente no fator parcial Sinalização, Iluminação e Detecção nas zonas comuns (SID), ao fazer a distinção de parque de estacionamento subterrâneo e de parque acima do solo, uma vez que a versão anterior do método numérico não fazia a consideração de edifícios subterrâneos para a utilização-tipo Estacionamentos. Como tal, a programação para essa opção foi efetuada e é agora possível, ao utilizador do método numérico, considerar parques de estacionamento subterrâneos. Ao selecionar essa opção, o andar do cenário de incêndio referente às VVE é automaticamente considerado como “cave”. A consideração de parques subterrâneos faz todo o sentido devido às diferenças de especificidades em caso de incêndio face aos parques situados à superfície, nomeadamente na acumulação do fumo, no combate ao incêndio pelo corpo de Bombeiros, e pelo facto de a evacuação ser ascensional no caso do parque subterrâneo. A esta evacuação está associada a velocidade ascendente introduzida em 4.2.3.2. A vantagem que a introdução dos parques de estacionamentos subterrâneos traz ao método numérico é que este está agora preparado para qualquer edifício referente à utilização-tipo Estacionamentos. Ilustra-se, na Figura 4.14, um excerto do código de programação para a consideração dos parques de estacionamento subterrâneos.

```

R_Tese - Form1
1989 'Cave -1
1990 If RadioButton96.Checked Then
1991     flag = flag + numbers(9)
1992 End If
1993 'Cave -2
1994 If RadioButton89.Checked Then
1995     flag = flag + numbers(10)
1996 End If
1997 '> Cave -2
1998 If RadioButton97.Checked Then
1999     flag = flag + numbers(11)
2000 End If
2001 'Parque subterraneo
2002 If CheckBox73.Checked Then
2003     flag = flag + numbers(12)
2004 End If
2005
2006 Select Case flag
2007     Case 196
2008         SID = 0
2009     Case 139
2010         SID = 0.4
2011     Case 141, 269, 147, 267
2012         SID = 0.5
2013     Case 149, 138, 275
2014         SID = 0.6

```

Fig. 4.14 - Excerto do código referente à alteração do fator parcial SID para a consideração de parques de estacionamento subterrâneos

4.2.3.4. Alterações efetuadas nos casos-tipo e respetivo código

Devido às restrições que os casos-tipo apresentavam (referidas no Capítulo 3) era da maior necessidade a melhoria destes casos de estudo para uma maior robustez do método numérico face às diversas características e tipologias dos edifícios. Como tal, um dos grandes objetivos desta dissertação foi a atualização dos casos-tipo existentes e introdução de novos para cada utilização-tipo, já que foi feita a divisão dos diversos grupos de edifícios. Para isso, foi realizado um trabalho exaustivo, numa primeira fase com o auxílio da ferramenta *Microsoft-Excel*, em que foram introduzidos novos descritores e atualizados cada um dos descritores dos fatores parciais e globais associados, para cada grupo de edifícios das diversas tipologias, assim como a introdução de novas áreas e atualização das existentes (também para cada grupo de edifícios das diversas tipologias) e ainda a introdução de estados de conservação dos edifícios que não eram considerados em alguns grupos de edifícios. Numa segunda fase, todas essas alterações foram traduzidas em linhas de código através do software *Visual Basic*, de forma a atualizar o método numérico com os novos casos-tipo.

Dos grupos de edifícios indicados anteriormente, apenas as utilizações-tipo Habitações, Restaurantes e Comerciais é que não sofreram alterações nos valores dos descritores dos fatores parciais de cada fator global correspondente. De seguida é feita uma descrição das modificações nos casos-tipo de cada grupo de edifícios. A versão do ficheiro *Excel*, CHICHORRO 2.1, com todos os dados correspondentes a todos os casos-tipo, e já com todas as alterações efetuadas, encontra-se disponível no Anexo B.

❖ Descrição da Tipologia A1 (Transportes)

Como foi dito anteriormente, a versão anterior do método não apresentava casos-tipo para a tipologia referente aos Transportes. Como tal, foram criados 36 novos casos-tipo para esta tipologia.

A altura é fixa, sendo que é sempre considerado a altura de nove metros.

O POI nesta tipologia apresenta valores de descritores variáveis, dependendo de cada estado de conservação. Não se aplicaram para estes casos-tipo, independentemente do estado de conservação: Instalações de Aquecimento, Instalações de Confeção e Conservação de alimentos e Frações Adjacentes.

O CTI é fixo, considerando um cenário de incêndio de 2000 m² e um efetivo de 200. Dentro do “bom” estado de conservação foi feita a distinção entre casos-tipo equipados com sinalização, iluminação e extintores, já que é obrigatório por lei que tal aconteça neste tipo de edifício, e casos-tipo equipados com sinalização, iluminação, extinção e deteção, tendo por objetivo a comparação entre casos-tipo equipados com deteção e casos-tipo sem deteção, uma vez que apresentam resultados de Risco de Incêndio distintos. O detetor utilizado foi o termo-velocimétrico. Já para o estado de conservação “médio” e “mau”, é considerado que estes casos-tipo não possuem qualquer tipo de dispositivos. Considerou-se que esta tipologia não dispunha de vias horizontais e verticais de evacuação.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

No ESCI, para o “bom” estado de conservação foi feita também a distinção entre casos-tipo sem deteção e casos-tipo com deteção para o fator parcial Grau de Prontidão dos Bombeiros. Os restantes valores dos descritores variam dependendo do estado de conservação.

❖ Descrição da Tipologia B2 (Administrativos)

As modificações feitas nos casos-tipo referentes à utilização-tipo Administrativos foram feitas a partir da utilização-tipo Habitações, já que estes grupos eram considerados como sendo da mesma tipologia. Como tal, serão indicadas as modificações de uma utilização-tipo face à outra.

Nesta tipologia foram estudados 54 casos característicos deste tipo de edifício, e assumiu-se um cenário de incêndio para todos os casos de 100 m² e um efetivo de 10 pessoas, ao contrário dos 120 m² e das 3 pessoas de efetivo considerados para as Habitações.

Existem casos-tipo para altura até nove metros, e casos-tipo para altura de dezoito metros.

Relativamente ao POI, as duas utilizações-tipo diferenciam-se apenas pelas instalações de confeção e de conservação de alimentos na qual não se aplicaram nos Administrativos. Os restantes valores dos descritores variam dependendo do estado de conservação.

No CTI, para além da diferença da área e do efetivo, nos Administrativos aplicaram-se dispositivos de sinalização, iluminação, extinção e deteção, ao contrário das habitações que não estão equipadas com estes dispositivos. Em relação à deteção, é feita uma distinção deste dispositivo entre os três estados de conservação, considerando-se detetor ótico para o “bom” estado de conservação, detetor termo-velocimétrico para o “médio” e sem deteção para o “mau” estado de conservação. Preservou-se a existência de vias horizontais de evacuação (VHE) e vias verticais de evacuação (VVE) face às Habitações.

O DPI manteve-se igual, com valores variáveis dependendo do estado de conservação.

As diferenças no ESCI foram ao nível dos fatores parciais Grau de Prontidão dos Bombeiros e Sinalização, Iluminação e Deteção nas zonas comuns, na qual os Administrativos dispõem de dispositivos de deteção e alerta automáticos de bombeiros, e sinalização e iluminação nas zonas comuns, enquanto que as Habitações não.

❖ Descrição da Tipologia B4 (Escolares)

Como foi descrito anteriormente, um dos grupos de edifícios desta tipologia na versão anterior do método era Escolares, Hospitalares e Lares, na qual só foram apresentados 18 casos característicos para este grupo de edifícios. No entanto, com o objetivo de individualizar cada utilização-tipo, foram

divididas cada utilização-tipo presente no grupo de edifícios anteriormente descrito. Para as Escolares foi introduzido o “bom” e o “mau” estado de conservação, já que este grupo só possuía o “médio” estado de conservação. Esta tipologia conta, agora, com 81 casos-tipo face aos 18 da versão anterior do método.

A altura é fixa, sendo que é sempre considerado a altura de nove metros.

Especial atenção no POI para a introdução dos fatores parciais: Instalações de Aquecimento, Instalações de Confeção e Conservação de Alimentos e Edifícios Adjacentes. Os valores dos vários descritores são variáveis dependendo do estado de conservação.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 50 m², 125 m² ou 800 m² e um efetivo de 20, 50 ou 300, respetivamente. Também foi considerado que nesta tipologia, para o “bom” e “médio” estado de conservação, todos os casos possuíam sinalização, iluminação, extinção e deteção. O “mau” estado de conservação não considera estes dispositivos. Em relação à deteção, é feita uma distinção deste dispositivo entre os três estados de conservação, considerando-se detetor ótico para o “bom” estado de conservação, detetor termo-velocimétrico para o “médio” e sem deteção para o “mau” estado de conservação. Verifica-se, ainda, a existência de VHE e VVE com uma largura de três metros face ao um metro da versão anterior.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo do estado de conservação.

No ESCI, para o “bom” e “médio” estado de conservação foi feita a distinção no fator parcial Grau de Prontidão dos Bombeiros, na qual o “bom” estado de conservação está equipado com dispositivos de deteção e alerta automáticos sendo estes manuais para o caso do “médio” estado de conservação. Os restantes valores dos descritores variam dependendo do estado de conservação.

❖ Descrição da Tipologia B5 (Hospitalares)

Tal como nos Escolares, também foram introduzidos o “bom” e “mau” estado de conservação. Esta tipologia conta agora com 54 casos-tipo face aos 18 da versão anterior do método.

A altura é fixa, sendo que é sempre considerado a altura de nove metros.

O POI manteve-se igual em relação aos Escolares, com exceção do fator parcial Edifícios Adjacentes que não se aplica para este caso. Os valores dos vários descritores são variáveis dependendo do estado de conservação.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 50 m² ou 500 m² e um efetivo de 15 ou 50, respetivamente. Em relação à sinalização, iluminação, extinção e deteção as alterações no CTI são as mesmas que as dos Escolares. Dever-se-á acrescentar ainda que foi considerada a existência de simulacros para o “bom” estado de conservação. Em relação às vias de evacuação, considerou-se apenas a existência de VHE com uma largura de três metros face ao um metro da versão anterior.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo do estado de conservação.

Tal como para as Escolares, no ESCI, para o “bom” e “médio” estado de conservação foi feita a distinção no fator parcial Grau de Prontidão dos Bombeiros, na qual o “bom” estado de conservação está equipado com dispositivos de deteção e alerta automáticos, sendo estes manuais para o caso do “médio” estado de conservação. Ainda foram feitas modificações no fator parcial Sinalização, iluminação e deteção nas zonas comuns, na qual dispõem de dispositivos de sinalização e iluminação nas zonas comuns, e deteção no caso de este estar equipado com detetores. Os restantes valores dos descritores variam dependendo do estado de conservação.

❖ Descrição da Tipologia B6 (Lares)

Para os Lares foram, consideradas duas áreas: uma pequena em que os quatro fatores globais foram considerados como se estivesse a analisar a tipologia Habitações e uma grande como se fosse um pavilhão. A área pequena foi considerada como se fosse uma habitação, à exceção da sinalização e iluminação. Foram também introduzidos o “bom” e “mau” estado de conservação. Esta tipologia conta, agora, com 54 casos-tipo face aos 18 da versão anterior do método.

A altura é fixa, sendo que é sempre considerado a altura de nove metros.

As alterações feitas no POI foram no fator parcial Instalação de Aquecimento, aplicando aparelhos autónomos elétricos no “médio” e “mau” estado de conservação, face à aplicação de centrais térmicas para o “bom” estado de conservação, e também no fator parcial Edifícios Adjacentes, que para a menor área não cumpre e na área maior não se aplica. Os valores dos vários descritores são variáveis dependendo do estado de conservação.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 120 m² ou 500 m² e um efetivo de 25 ou 50, respetivamente. Também foi considerado que nesta tipologia, para o “bom” e “médio” estado de conservação, todos os casos possuíam sinalização, iluminação, extinção e deteção. O “mau” estado de conservação não considera estes dispositivos. Em relação à deteção também é feita a distinção do dispositivo entre os três estados de conservação, tal como nas duas tipologias anteriores. Em relação às vias de evacuação, como a área de 120 m² foi considerada como se fosse uma habitação, não se ponderaram quaisquer tipos de vias de evacuação, enquanto que para a área de 500 m² considerou-se apenas a existência de VHE com uma largura de três metros face ao um metro da versão anterior.

O DPI sofreu alterações no fator parcial Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI, não sendo aplicado para a área de 120 m². Os restantes valores dos descritores mantiveram-se como os Hospitalares, variando conforme o estado de conservação.

Para o ESCI foram feitas as mesmas alterações que na Tipologia Hospitalares, anteriormente referidas.

❖ Descrição da Tipologia C3 (Sala de Espetáculos)

De todos os grupos de edifícios das várias tipologias existentes na presente versão do método numérico, a divisão do grupo de edifícios Sala de Espetáculos e Biblioteca que se verificava na versão anterior do método, foi a que fez mais sentido dado as diferentes características de cada edifício. Como tal, para este caso foi onde se verificou a maior introdução de novos casos-tipo e atualização dos mesmos direcionados para cada utilização-tipo. Como foi descrito anteriormente, este grupo de edifícios apresentava na versão anterior do método 108, e conta agora com 162 casos-tipo na versão mais recente do método.

Para esta tipologia, não se aplicam no POI os seguintes fatores parciais: Instalações de confeção e conservação de alimentos, Instalações de líquidos e gases combustíveis e Frações Adjacentes. Os restantes descritores são variáveis dependendo do estado de conservação.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 150 m², 500 m² ou 2000 m² e um efetivo de 50, 500 ou 1000, respetivamente. Ao nível de dispositivos, para cada área, os casos-tipo, para esta tipologia, estão organizados da seguinte maneira:

- Bom estado de conservação:
 - Sinalização + Iluminação + Extinção

- Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção
- Médio estado de conservação:
 - CTI sem nada
 - Sinalização + Iluminação + Extinção
 - Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção
- Mau estado de conservação:
 - CTI sem nada

O “bom” e “médio” estado de conservação estão equipados com sinalização, iluminação, extinção e detecção. O “mau” estado de conservação não considera estes dispositivos. Em relação à detecção, o detector utilizado foi o detector termo-velocimétrico. Foi considerada a existência de simulacros para o “bom” e “médio” estado de conservação. Não se consideram, porém, quaisquer tipos de vias de evacuação.

A altura tem valores variáveis dependendo da área, tomando o valor de seis metros para a área de 150 m² e nove metros para as restantes áreas.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

No ESCI, foi feita a distinção do “bom” e do “médio” estado de conservação para o fator parcial Grau de Prontidão dos Bombeiros, e modificações no fator parcial Sinalização, iluminação e detecção nas zonas comuns, tal como nas tipologias anteriores. Ainda de referir a aplicação do fator parcial Rede de Incêndio Armada, e a não aplicação do fator parcial Corpo privado dos bombeiros. Os restantes valores dos descritores variam dependendo do estado de conservação.

❖ Descrição da Tipologia C4 (Bibliotecas)

Esta tipologia manteve duas áreas como na versão anterior do método, ou seja, 108 casos-tipo, mudando apenas o valor dessas áreas. Em relação à Tipologia Sala de Espetáculos, a diferença foi apenas no CTI resultante do valor de áreas e efetivo diferentes.

O POI é igual ao da Tipologia Sala de Espetáculos, descrito anteriormente.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 100 m² ou 1000 m² e um efetivo de 20 ou 100, respetivamente. Ao nível de dispositivos, para cada área, os casos-tipo, para esta tipologia, estão organizados da seguinte maneira:

- Bom estado de conservação:
 - Sinalização + Iluminação + Extinção
 - Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção
- Médio estado de conservação:
 - CTI sem nada
 - Sinalização + Iluminação + Extinção
 - Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção
- Mau estado de conservação:
 - CTI sem nada

Aplica-se, ainda, a ocorrência de simulacros, sendo as restantes modificações idênticas às que se verificam na Sala de Espetáculos.

A altura tem valores variáveis dependendo da área, tomando o valor de três metros para a área de 100 m² e nove metros a área de 1000 m².

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

O ESCI manteve-se em relação à Sala de Espetáculos

❖ Descrição da Tipologia C5 (Industriais)

A Tipologia Industriais, tal como a Tipologia Bibliotecas, apenas sofreu alterações no CTI, resultantes de valores diferentes de áreas e efetivos. Esta tipologia conta com 108 casos-tipo.

O POI é igual ao da Tipologia Sala de Espetáculos e Tipologia Bibliotecas, descrito anteriormente.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 100 m² ou 200 m² e um efetivo de 20 ou 40, respetivamente. Ao nível de dispositivos, para cada área, os casos-tipo, estão organizados como as duas tipologias anteriores, também foi considerado que nesta tipologia, para o “bom” e “médio” estado de conservação, todos os casos possuíam sinalização, iluminação, extinção, deteção e simulacros. O “mau” estado de conservação não considera estes dispositivos. O detetor utilizado foi o detetor termo-velocimétrico. Não se consideram quaisquer tipos de vias de evacuação.

A altura tem um valor fixo de nove metros.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

As modificações feitas no ESCI são as mesmas que se verificaram nas duas tipologias anteriores.

❖ Descrição da Tipologia D1 (Armazéns)

Esta tipologia, anteriormente, apresentava apenas 18 casos característicos para este grupo de edifícios, considerando apenas o “médio” e “mau” estado de conservação. No entanto, foi introduzido o “bom” estado de conservação, e esta tipologia conta, agora, com 36 casos-tipo face aos 18 da versão anterior do método.

Para o POI, o conjunto de valores da versão anterior do método relativamente ao “médio” estado de conservação foi utilizado como sendo o “bom” estado de conservação desta nova versão do método, já que este apresenta valores muito baixos para ser considerado “médio” estado de conservação. O “mau” estado de conservação manteve-se de uma versão para a outra sem sofrer qualquer alteração. Foi então introduzido o “médio” estado de conservação.

O CTI é fixo considerando um cenário de incêndio de 100 m² e um efetivo de 20. Apenas se consideraram dispositivos para o “bom” estado de conservação, fazendo a separação entre casos-tipo equipados com sinalização, iluminação e extinção, e casos-tipo equipados com sinalização, iluminação, extinção e deteção. O detetor utilizado foi o detetor termo-velocimétrico. Consideraram-se também simulacros para o “bom” estado de conservação. Não se consideram quaisquer tipos de vias de evacuação.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

No ESCI, apenas para o “bom” estado de conservação se considera que este está equipado com dispositivos de deteção e alerta automáticos. Ainda foram feitas modificações no fator parcial

Sinalização, iluminação e detecção nas zonas comuns, na qual dispõem de dispositivos de sinalização e iluminação nas zonas comuns, e detecção no caso de este estar equipado com detetores.

❖ Descrição da Tipologia D2 (Estacionamentos)

Como foi dito anteriormente, a versão anterior do método não apresentava casos-tipo para a tipologia referente aos Estacionamentos. Como tal, foram criados 36 casos-tipo para esta tipologia.

A altura é fixa, sendo que é sempre considerado a altura de nove metros. Os casos-tipo estão definidos como sendo um parque de estacionamento subterrâneo, logo esta altura corresponde a caves.

O POI, nesta tipologia, apresenta valores de descritores variáveis, dependendo de cada estado de conservação. Não se aplicaram para estes casos-tipo, independentemente do estado de conservação: Instalações de Aquecimento, Instalações de Confeção e Conservação de alimentos e Frações Adjacentes.

O CTI é variável considerando um cenário de incêndio de 200 m² ou 1000 m² e um efetivo de 10 ou 20, respetivamente, para o “bom” estado de conservação, e um cenário de incêndio fixo de 200 m² e um efetivo de 10, para o “médio” e “mau” estado de conservação. Apenas se consideraram dispositivos para o “bom” estado de conservação, considerando apenas casos-tipo equipados com sinalização, iluminação, extinção e detecção. O detetor utilizado foi o detetor termo-velocimétrico. Considera-se apenas a existência de vias verticais de evacuação com uma largura de três metros face ao um metro da versão anterior do método. Dentro deste fator parcial foi ainda introduzida a velocidade ascendente de evacuação, tal como explicado em 4.2.3.2.

O DPI nesta tipologia é variável, dependendo de cada estado de conservação.

No ESCI, apenas para o “bom” estado de conservação se considera que este está equipado com dispositivos de detecção e alerta automáticos. Ainda foram feitas modificações no fator parcial Sinalização, iluminação e detecção nas zonas comuns, na qual dispõem de dispositivos de sinalização e iluminação nas zonas comuns, e detecção no caso de este estar equipado com detetores.

Por fim, na Figura 4.15 representa-se um excerto das funções de cálculo dos casos-tipo correspondendo cada uma a cerca de 200 linhas de código referente aos casos-tipo, num total de cerca de 4000 linhas de código.

```

12702 'Funcao calcular RI metodo 2 - C3 Esp / C4 Bibli (bom)
12703 Private Sub calculateRIB2SalasBom() ...
12884
12885 'Funcao calcular RI metodo 2 - C3 Esp / C4 Bibli (med)
12886 Private Sub calculateRIB2SalasMed() ...
13154
13155 'Funcao calcular RI metodo 2 - C3 Esp / C4 Bibli (mau)
13156 Private Sub calculateRIB2SalasMau() ...
13252
13253 'Funcao calcular RI metodo 2 - C5 Indust (bom)
13254 Private Sub calculateRIB2IndBom() ...
13436
13437 'Funcao calcular RI metodo 2 - C5 Indust (med)
13438 Private Sub calculateRIB2IndMed() ...
13706
13707 'Funcao calcular RI metodo 2 - C5 Indust (mau)
13708 Private Sub calculateRIB2IndMau() ...
13804
13805 'Funcao calcular RI metodo 2 - D1 Arm
13806 Private Sub calculateRIC1Arm() ...
14088
14089 'Funcao calcular RI metodo 2 - D2 Estacionamento
14090 Private Sub calculateRIC2Est() ...
14270
    
```

Fig. 4.15 - Excerto do código referente aos casos-tipo

❖ **Síntese de Resultados**

Em suma, pode-se verificar que os casos-tipo na versão anterior do método numérico eram 576 e passaram a ser 1053 na presente versão. Ou seja, foram introduzidos 477 novos casos-tipo e atualizados 306, já que as Habitações, Restaurantes e Comerciais não sofreram qualquer alteração.

Relativamente à divisão dos grupos de edifícios, é possível concluir que foi um sucesso já que apresentam variações no valor do Risco de Incêndio face aos casos-tipo anteriores, ou seja, de quando estes grupos de edifícios ainda estavam agrupados. Os valores do Risco de Incêndio, dos agora 14 grupos de edifícios, são valores aceitáveis e fazendo, agora, mais sentido já que neste momento cada um dos grupos de edifícios (cada utilização-tipo) tem o seu próprio conjunto de valores de casos-tipo associados.

Nas Figuras 4.16 e 4.17, apresentam-se excertos dos resultados do valor do Risco de Incêndio da versão anterior dos casos-tipo, quando as utilizações-tipo ainda se encontravam agrupadas, e os valores do Risco de Incêndio dos novos casos-tipo após a separação dos grupos de edifícios. A Figura 4.16 é referente ao conjunto das utilizações-tipo Habitações e Administrativos (à esquerda), e apenas os Administrativos após a divisão (à direita). Já a Figura 4.17 refere-se ao conjunto das utilizações-tipo Sala de Espetáculos e Bibliotecas (à esquerda), e apenas às Bibliotecas após a divisão (à direita).

A1 - Habitação e Administrativos				i		B2 - Administrativos				i										
				RI						RI										
H < 9m	Bom estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,05	B	Bom estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	A	H < 9m	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,00	A				
			Hidrantes > 30m	1,09	B			Hidrantes > 30m	1,00	A				Hidrantes > 30m	1,03	B+				
			Não existem hidrantes	1,13	B-			Não existem hidrantes	1,03	B+				Não existem hidrantes	1,06	B				
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,09	B		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,00	A			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03	B+	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03	B+
			Hidrantes > 30m	1,13	B-			Hidrantes > 30m	1,03	B+				Hidrantes > 30m	1,06	B		Hidrantes > 30m	1,06	B
			Não existem hidrantes	1,16	C+			Não existem hidrantes	1,06	B				Não existem hidrantes	1,09	B		Não existem hidrantes	1,09	B
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,12	B-		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03	B+			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,28	C-	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,39	D
			Hidrantes > 30m	1,16	C+			Hidrantes > 30m	1,06	B				Hidrantes > 30m	1,34	D		Hidrantes > 30m	1,40	D
			Não existem hidrantes	1,20	C+			Não existem hidrantes	1,09	B				Não existem hidrantes	1,40	D		Não existem hidrantes	1,43	D
	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,37	D	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,28	C-	H < 9m	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,67	E				
			Hidrantes > 30m	1,43	D			Hidrantes > 30m	1,34	D				Hidrantes > 30m	1,74	F				
			Não existem hidrantes	1,49	D			Não existem hidrantes	1,40	D				Não existem hidrantes	1,81	F				
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,42	D		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,33	D			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,72	F	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,72	F
			Hidrantes > 30m	1,48	D			Hidrantes > 30m	1,39	D				Hidrantes > 30m	1,80	F		Hidrantes > 30m	1,80	F
			Não existem hidrantes	1,54	E			Não existem hidrantes	1,45	D				Não existem hidrantes	1,87	F		Não existem hidrantes	1,87	F
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,47	D		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,39	D			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,39	D	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,78	F
			Hidrantes > 30m	1,53	E			Hidrantes > 30m	1,45	D				Hidrantes > 30m	1,45	D		Hidrantes > 30m	1,85	F
			Não existem hidrantes	1,59	E			Não existem hidrantes	1,51	E				Não existem hidrantes	1,59	E		Não existem hidrantes	1,93	F
Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,67	E	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,97	F	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,97	F						
		Hidrantes > 30m	1,74	F			Hidrantes > 30m	2,06	F			Hidrantes > 30m	2,06	F	Hidrantes > 30m	2,06	F			
		Não existem hidrantes	1,81	F			Não existem hidrantes	2,14	F			Não existem hidrantes	2,14	F	Não existem hidrantes	2,14	F			
	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,72	F		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	2,05	F		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	2,05	F	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	2,05	F		
		Hidrantes > 30m	1,80	F			Hidrantes > 30m	2,13	F			Hidrantes > 30m	2,13	F		Hidrantes > 30m	2,13	F		
		Não existem hidrantes	1,87	F			Não existem hidrantes	2,22	F			Não existem hidrantes	2,22	F		Não existem hidrantes	2,22	F		
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,78	F		Sem acesso	Hidrantes < 30m	2,12	F		Sem acesso	Hidrantes < 30m	2,12	F	Sem acesso	Hidrantes < 30m	2,12	F		
		Hidrantes > 30m	1,85	F			Hidrantes > 30m	2,20	F			Hidrantes > 30m	2,20	F		Hidrantes > 30m	2,20	F		
		Não existem hidrantes	1,93	F			Não existem hidrantes	2,29	F			Não existem hidrantes	2,29	F		Não existem hidrantes	2,29	F		

Fig. 4.16 – Valores do RI do conjunto das utilizações-tipo Habitações e Administrativos (à esquerda), e valores do RI da utilização Administrativos após a divisão (à direita)

Como foi dito anteriormente, a divisão do grupo de edifícios levou à variação de valores do Risco de Incêndio, e essas diferenças são notórias na Figura 4.16. Na imagem da esquerda, quando as utilizações-tipo Habitação e Administrativos ainda se encontravam agrupadas, os valores de Risco de Incêndio eram substancialmente altos para o “bom” estado de conservação, caso o edifício em estudo fosse do tipo Administrativo. Ora, o mesmo não acontece após a divisão das duas utilizações-tipo, pois os valores do Risco de Incêndio baixaram cerca de 10 décimas em todos os valores no “bom” e “médio” estado de conservação. A razão deste decréscimo de valores deve-se ao facto de os Administrativos estarem equipados com sinalização, iluminação, extinção e deteção para esses estados de conservação, que por sua vez, ao estarem munidos com estes dispositivos reduzem o valor do fator global CTI; consequentemente, reduz-se o valor do Risco de Incêndio.

O mesmo não se verifica para o “mau” estado de conservação, uma vez que se constata um acréscimo nos valores do Risco de Incêndio no Administrativos, face aos valores do Risco de Incêndio do conjunto Habitação e Administrativos. Esse acréscimo explica-se pelo facto de os dois conjuntos não estarem equipados com sinalização, iluminação, extinção e deteção no “mau” estado de conservação e, sem essa vantagem, os Administrativos apresentam um maior Risco de Incêndio porque, para a mesma área (100 m²) que o conjunto Habitação e Administrativos, apresentam um efetivo de 10 pessoas face aos 3 do conjunto da esquerda. O que mais uma vez terá implicações no fator global CTI.

B2 - Salas de espetáculo e Bibliotecas				viii		C4 - Bibliotecas				viii			
				RI						RI			
Bom estado de conservação	Área CI = 100m ² Efetivo = 20	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,89	A++	Área CI = 100m ² Efetivo = 20	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	A	
				Hidrantes > 30m	0,91	A+				Hidrantes > 30m	0,99	A	
				Não existem hidrantes	0,93	A+				Não existem hidrantes	1,01	B+	
			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,91	A+				Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99	A
				Hidrantes > 30m	0,93	A+					Hidrantes > 30m	1,02	B+
				Não existem hidrantes	0,96	A					Não existem hidrantes	1,04	B+
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,94	A+			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02	B+		
			Hidrantes > 30m	0,96	A				Hidrantes > 30m	1,05	B+		
			Não existem hidrantes	0,98	A				Não existem hidrantes	1,07	B		
		Sinalização + Iluminação + Extinção + Deteção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,76	A++			Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,81	A++	
			Hidrantes > 30m	0,78	A++				Hidrantes > 30m	0,83	A++		
			Não existem hidrantes	0,81	A++				Não existem hidrantes	0,85	A++		
	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,79	A++		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,83	A++				
		Hidrantes > 30m	0,81	A++			Hidrantes > 30m	0,85	A++				
		Não existem hidrantes	0,83	A++			Não existem hidrantes	0,87	A++				
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,81	A++		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,86	A++				
		Hidrantes > 30m	0,83	A++			Hidrantes > 30m	0,88	A++				
		Não existem hidrantes	0,85	A++			Não existem hidrantes	0,90	A++				
	Área CI = 200m ² Efetivo = 100	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,95	A	Área CI = 100m ² Efetivo = 100	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,68	A++	
				Hidrantes > 30m	0,98	A				Hidrantes > 30m	0,70	A++	
				Não existem hidrantes	1,00	B+				Não existem hidrantes	0,72	A++	
			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,98	A				Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,70	A++
				Hidrantes > 30m	1,01	B+					Hidrantes > 30m	0,72	A++
				Não existem hidrantes	1,03	B+					Não existem hidrantes	0,74	A++
Sem acesso		Hidrantes < 30m	1,01	B+		Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,72	A++			
		Hidrantes > 30m	1,03	B+				Hidrantes > 30m	0,74	A++			
		Não existem hidrantes	1,06	B				Não existem hidrantes	0,76	A++			
Sinalização + Iluminação + Extinção + Deteção		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,85	A++			Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,66	A++		
		Hidrantes > 30m	0,87	A++				Hidrantes > 30m	0,67	A++			
		Não existem hidrantes	0,89	A++				Não existem hidrantes	0,69	A++			
Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,87	A++		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,68	A++					
	Hidrantes > 30m	0,90	A++			Hidrantes > 30m	0,69	A++					
	Não existem hidrantes	0,92	A+			Não existem hidrantes	0,71	A++					
Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,90	A++		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,70	A++					
	Hidrantes > 30m	0,92	A+			Hidrantes > 30m	0,71	A++					
	Não existem hidrantes	0,94	A+			Não existem hidrantes	0,73	A++					

Fig. 4.17 – Valores do RI do conjunto das utilizações-tipo Sala de Espetáculos e Bibliotecas (à esquerda), e valores do RI da utilização Bibliotecas após a divisão (à direita).

Como se pode verificar através da Figura 4.17, para a mesma área de 100 m² e para o mesmo efetivo de 20 pessoas, os valores do Risco de Incêndio das Bibliotecas agravaram-se cerca de 8 décimas em todos os valores, face ao conjunto Salas de Espetáculo e Bibliotecas. Estas diferenças resultaram da

atualização dos casos-tipo, devido à alteração de alguns descritores; também porque estes apresentavam valores incorretos em alguns fatores parciais, nomeadamente associados aos fatores globais POI e CTI.

Já na segunda metade de valores verificam-se valores de Risco de Incêndio muito baixos no caso das Bibliotecas. Esse resultado deve-se ao facto da área de 1000 m² ser muito grande, comparativamente às 100 pessoas de efetivo, pelo que se considera que a evacuação seria efetuada de forma rápida, reduzindo significativamente o fator global CTI.

Estes valores de Risco de Incêndio diferem dos valores do conjunto Sala de Espetáculos e Bibliotecas, devido à diferença de áreas que resultam em valores diferentes no fator global CTI. A área de 200 m² do conjunto Sala de Espetáculos e Bibliotecas parece inadequada face à Tipologia dos edifícios associados, pelo que a alteração para 1000 m² parece mais credível.

5

CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO CHICHORRO A TRÊS EDIFÍCIOS DAS UTILIZAÇÕES-TIPO SALAS DE ESPETÁCULOS, BIBLIOTECAS E ESTACIONAMENTOS

5.1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista o ajuste do método de análise de Risco de Incêndio, CHICHORRO, é efetuada neste capítulo a aplicação desse método a três casos de estudo em três utilizações-tipo distintas, de forma a fazer uma avaliação qualitativa da sua aplicação e verificar a adequabilidade da metodologia.

Uma vez que foram efetuadas modificações no método, referidas no capítulo anterior, nas utilizações-tipo Salas de Espetáculos, Bibliotecas e Estacionamentos, o método foi aplicado em três edifícios correspondentes a cada uma dessas utilizações-tipo, com o intuito de fundamentar, a separação dos casos-tipo entre as Salas de Espetáculos e Bibliotecas, assim como a criação de novos casos-tipo referentes aos Estacionamentos.

Para efeito de estudo dos casos-tipo das utilizações-tipo correspondentes, através da aplicação do método, foram selecionados três casos de estudo: o Coliseu do Porto, a Biblioteca da FEUP e, por último, o Parque de Estacionamento dos Leões.

5.2. CASO DE ESTUDO 1 – COLISEU DO PORTO

5.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O Coliseu do Porto ocupa o coração da cidade, gozando de uma localização privilegiada, com excelentes acessos às principais redes viárias.

Arquiteticamente, o Coliseu é composto por quatro salas: a sala principal, o salão jardim, o salão ático e o cinema Passos Manuel. No entanto, apenas a sala principal foi alvo de estudo – trata-se de um espaço composto por três pisos de acesso ao público, com capacidade para 3500 pessoas em pé e 2995 pessoas sentadas.

A sala está organizada por plateia, tribunas, galeria reservada, balcão popular, camarotes e frisas. É um espaço não compartimentado, amplo e profundo. Cada zona deste espaço tem as devidas saídas de emergência, através das vias horizontais e verticais de evacuação, equipadas com sinalização, iluminação, extinção e deteção. O coliseu tem um acesso possível aos veículos dos bombeiros, assim como um hidrante exterior localizado à sua porta.

Ilustra-se na Figura 5.1 a disposição dos vários lugares do Coliseu para a devida identificação dos cenários de incêndio objeto de estudo, a saber: Plateia, Balcão Popular + Galeria Reservada e Frisa.

É ainda representada na Figura 5.2 a planta do Coliseu do Porto.

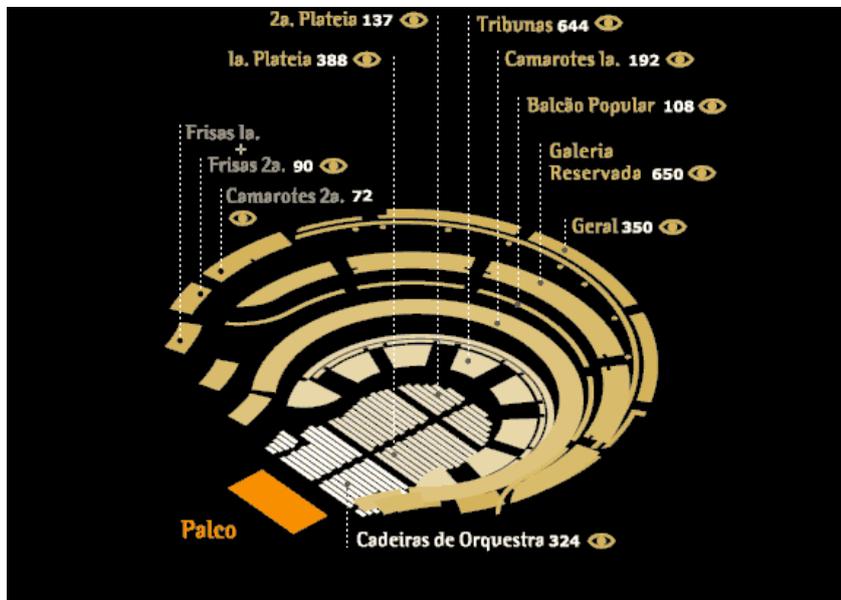


Fig. 5.1 - Disposição da sala principal do Coliseu do Porto [28]



Fig. 5.2 - Planta do Coliseu do Porto [29]

5.2.2. DESCRITORES DOS CENÁRIOS EM ANÁLISE

Caracterizam-se todos os descritores necessários para a utilização do modelo de cálculo do Risco de Incêndio, CHICHORRO, através do método simplificado, sendo eles:

- Idade do edifício;
- Tipo de utilização;
- Altura do cenário de incêndio;
- Estado de conservação do edifício;
- Distância do hidrante ao edifício;
- Acesso às viaturas dos bombeiros;
- Área do CI;
- Efetivo do CI;
- Pé direito do CI;
- Andar do CI;
- Comprimento da Via Horizontal de Evacuação;
- Andar da Via Vertical de Evacuação;
- Dispositivos.

Estes descritores em análise não são os mesmos que os oito parâmetros utilizados para a avaliação do Risco de Incêndio das zonas Vitória e Clérigos, pois os casos de estudo do presente Capítulo serão analisados recorrendo ao *software* do modelo numérico de cálculo do Risco de Incêndio, apresentado no Capítulo 4, e não através dos casos-tipo referidos no Capítulo 3.

Esta análise será feita em três cenários de incêndio distintos: plateia, balcão popular + galeria reservada do 2º andar e frisa do último piso, com uma altura de 18 metros, 6 metros e 12 metros respetivamente, e todos considerados com bom estado de conservação. Relativamente ao pé direito, este será igual à altura, exceto no 3º cenário de incêndio, uma vez que os dois primeiros estão isentos de compartimentação. Já o ano de construção será considerado entre 1991-2008, uma vez que esta sala sofreu obras de recuperação e modernização ao nível dos equipamentos e das infraestruturas após o enorme incêndio de 1996.

5.2.3. DESCRIÇÃO GERAL DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO

O cenário de incêndio 1, referente à plateia, encontra-se em bom estado de conservação. Apresenta uma área útil de 549,7 m² com capacidade para 849 pessoas sentadas e é um espaço não compartimentado. O cenário de incêndio 2 é o conjunto do balcão popular com a galeria reservada que dá uma área total de 207 m² e com um efetivo de 758 pessoas sentadas [28]. Tal como o cenário 1, é um espaço não compartimentado e também se encontra em bom estado de conservação. Já o cenário de incêndio 3 é referente apenas à pequena frisa localizada no último andar, uma vez que se contabiliza o pior cenário para o cálculo do RI. Tem uma área de 11,8 m² e um efetivo de 6 pessoas sentadas, compartimentado e com um pé direito de 3 metros.

Relativamente às vias de evacuação:

- O primeiro cenário é disposto por cinco saídas com uma via horizontal de evacuação (VHE) com um comprimento considerado para o cálculo do RI de 20m. Apresenta duas vias verticais de evacuação (VVE) e localiza-se no 1º andar.

- O segundo cenário tem seis saídas e uma VHE, também com comprimento de 20m, tem ainda cinco VVE e localiza-se no 2º andar.
- Por último, o cenário 3 tem apenas uma saída com uma VHE de 6m, uma VVE e encontra-se no 3º andar.

Todos os cenários dão a saídas através de VVE que se encontram a uma distância inferior a 30 metros do hidrante exterior e equipados com sinalização, iluminação, extinção e deteção.

5.2.4. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI

Para proceder ao cálculo do Risco de Incêndio são introduzidos, no Painel 1, todos os parâmetros necessários do método simplificado, Figura 5.3 e Figura 5.4.

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo (m ²)	Efetivo	Andar CI	Pé Direito Andar (m)	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos
1	1991-2008	Salas de Espetáculos	18	Bom	< 30m	AP	549,7	849	1º	18	20	1º	Sinalização Iluminação Extinção Deteção
2	1991-2008	Salas de Espetáculos	9	Bom	< 30m	AP	336,5	758	2º	9	20	R/C	Sinalização Iluminação Extinção Deteção
3	1991-2008	Salas de Espetáculos	12	Bom	< 30m	AP	11,8	6	3º	3	20	3º	Sinalização Iluminação Extinção Deteção

Fig. 5.3 - Preparação de dados dos vários cenários de incêndio para introduzir no software de cálculo do RI

The screenshot shows the 'Cálculo do Risco de Incêndio' software interface. It features several input sections:

- Idade do edifício:** Dropdown menu set to '1991 - 2008'.
- Utilização do edifício:** Dropdown menu set to 'Salas de espetáculo'.
- Altura do edifício [m]:** Text input field containing '18'.
- Estado conservação do edifício:** Radio buttons for 'Bom' (selected), 'Médio', and 'Mau'.
- Distância do Hidrante ao edifício:** Radio buttons for '< 30m' (selected), '> 30m', and 'Não existe'.
- Acesso às viaturas dos bombeiros:** Radio buttons for 'Acesso possível' (selected), 'Acesso a VLCl', and 'Sem acesso'.
- Cenário de Incêndio:** A sub-panel with:
 - Área [m²]:** Text input field containing '549,7'.
 - Efetivo:** Text input field containing '849'.
 - Pé direito [m2]:** Text input field containing '18'.
 - Dispositivos:** Dropdown menu set to 'Sin + Ilumi + Ext + Det'.
- Edifício tem VHE:** Checked checkbox. Sub-panel with:
 - VHE:** Text input field containing '20'.
- Edifício tem VVE:** Checked checkbox. Sub-panel with:
 - VVE:** Dropdown menu set to 'R/C'.

At the bottom right, there are 'Reset' and 'Calcular RI' buttons.

Fig. 5.4 - Introdução de dados para o cenário de incêndio 1

5.2.5. RISCO DE INCÊNDIO DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO

Após a introdução de dados é apresentado o Painel 3, com os respectivos valores dos fatores parciais, totais, bem como, o valor do Risco de Incêndio calculado para o cenário de incêndio 1.

Na Figura 5.5 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio.

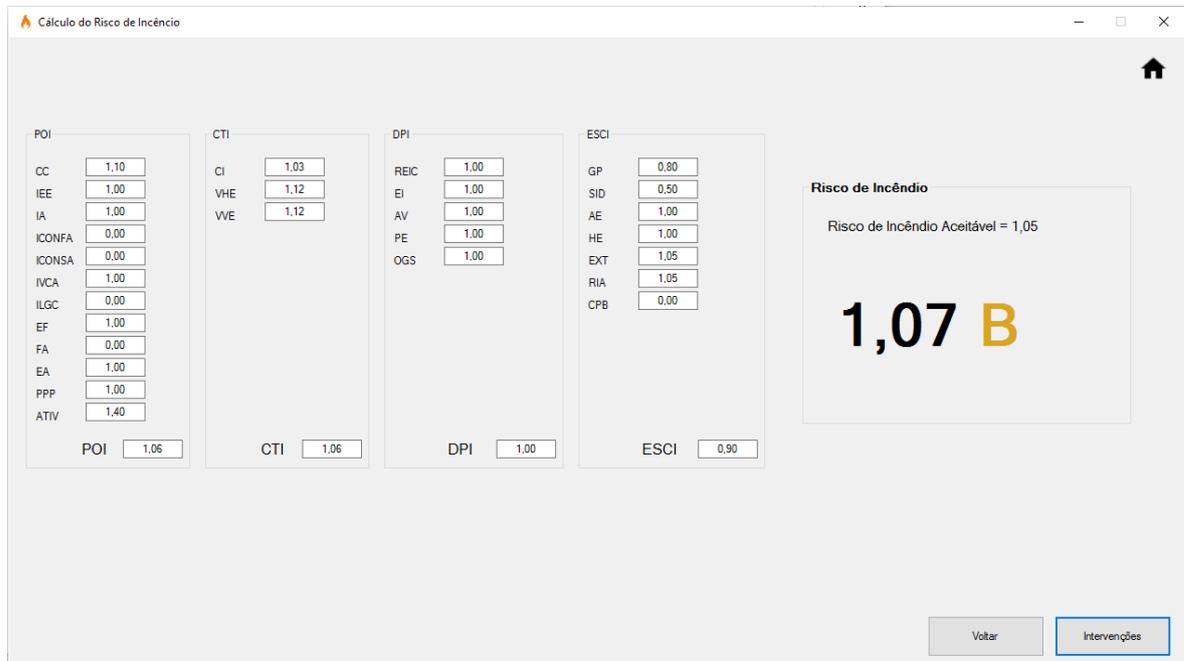


Fig. 5.5 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 1

Como é possível observar através da Figura 5.5, o valor do Risco de Incêndio é de 1,07 e corresponde a uma classificação de Risco de Incêndio “B”. Este valor é superior ao valor do Risco de Incêndio Aceitável, 1,05 e, assim passa-se para o Painel 4, de Intervenções, no sentido de verificar que são as necessárias para atingir o Risco de Incêndio Aceitável de 1,05.

O mesmo processo foi feito para o cenário de incêndio 2 e após a introdução de dados é apresentado o valor do Risco de Incêndio calculado para o cenário de incêndio 2.

Na Figura 5.6 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio.

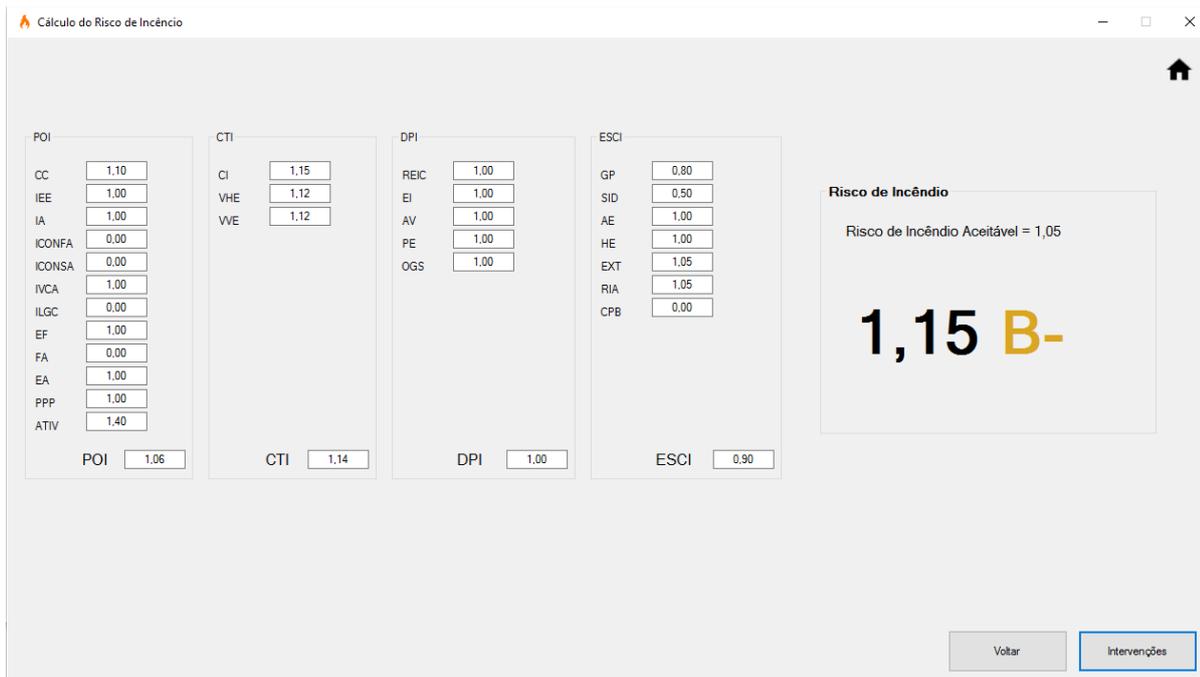


Fig. 5.6 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 2

Através da Figura 5.6, é possível verificar que o valor do Risco de Incêndio aumentou relativamente ao cenário de incêndio 1, tendo um valor de 1,15 que corresponde a uma classificação de Risco de Incêndio “B-”. Este valor é superior ao valor do Risco de Incêndio Aceitável pelo que se torna necessário aplicar medidas de intervenção neste cenário. Para isso, recorre-se ao Painel 4, com o objetivo de reduzir o valor do Risco de Incêndio para valores iguais ou inferiores ao Risco de Incêndio Aceitável que tem o valor de 1,05.

Por último foi também feito o cálculo do Risco de Incêndio para o cenário de incêndio 3 através da introdução dos respetivos dados.

Na Figura 5.7 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio

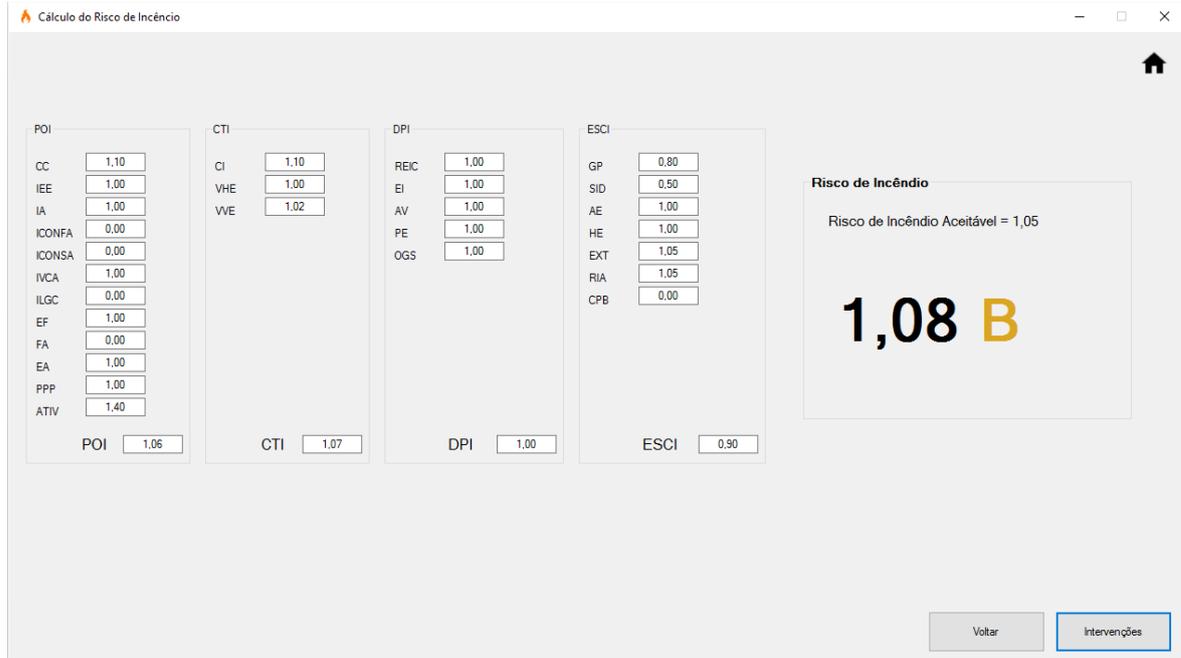


Fig. 5.7 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 3

Analisando a Figura 5.7, pode-se observar que este cenário de incêndio teve um valor de Risco de Incêndio de 1,08, o qual é muito próximo ao valor referente ao cenário 1. Este valor corresponde a uma classificação de Risco de Incêndio “B”. Mais uma vez, este valor é superior ao do Risco de Incêndio Aceitável, pelo que se tem que recorrer ao Painel 4, de Intervenções, no sentido de verificar que intervenções são necessárias para atingir o Risco de Incêndio aceitável de 1,05.

Com estes valores foi possível realizar uma tabela, apresentada de seguida na Figura 5.8, com a síntese de valores para a comparação dos valores de Risco de Incêndio dos três cenários.

Cenário de Incêndio	Risco de Incêndio do Cenário	Risco de Incêndio aceitável	Classificação de Risco de Incêndio
1	1,07	1,05	B
2	1,15	1,05	B-
3	1,08	1,05	B

Fig. 5.8 - Resultado do Risco de Incêndio e Classificação do RI dos vários cenários de incêndio

Um dos fatores que contribuiu para que os valores do Risco de Incêndio ultrapassassem o limite do Risco de Incêndio Aceitável, foi o facto de as áreas serem demasiado pequenas para os efetivos correspondentes, assim como as vias de evacuação serem estreitas para tantas pessoas. Tudo isto está relacionado com o CTI que tem, neste caso, um enorme peso no valor do Risco de Incêndio. Um exemplo disso é o cenário 2 que tem uma área de apenas 336,5 m² para a capacidade de 758 pessoas e que, em caso de incêndio, a velocidade de evacuação será mais baixa que a desejada.

Assim sendo, todos os cenários necessitariam de medidas de intervenção de modo a reduzir o valor do Risco de Incêndio para valores iguais ou inferiores ao Risco de Incêndio Aceitável; mas, uma vez que na presença de vários cenários o método aplica-se àquele que potencialmente é o de maior risco, o

cenário de incêndio 2 é o considerado de maior risco por ter o valor de Risco de Incêndio mais alto, 1,15, pelo que apenas este cenário de incêndio será intervencionado.

5.2.6. INTERVENÇÕES CENÁRIO DE INCÊNDIO

Feita uma análise geral ao Coliseu do Porto, desde cedo se percebe que a falta de compartimentação resultará em graves consequências em caso de incêndio, já que a sua ausência permitirá que o incêndio se propague livremente por toda a sala, daí o valor inflacionado do Risco de Incêndio. Segundo os representantes do Coliseu, os planos de prevenção, de evacuação e sinalização existem, no entanto encontram-se desatualizados, e urge a sua renovação. Posto isto e tendo em conta o bom estado geral de conservação do edifício, assim como os bons valores de cálculo no que respeita à caracterização construtiva e elementos estruturais, as instalações elétricas, de ventilação e de aquecimento, as vias de evacuação e proteção das mesmas, os isolamentos, planos de organização e gestão de segurança, entre outros, ficam, deste modo, as intervenções limitadas à eficácia de socorro e combate ao incêndio, nomeadamente nos planos de organização e gestão de segurança nos extintores e rede de incêndio armada, corpo privado de bombeiros presente para intervir a qualquer momento (dois homens por exemplo) e principalmente intervenções a nível de medidas de autoproteção. Poder-se-á ainda intervir no CTI aplicando sistemas de extinção automática e sistemas ativos de controlo de fumo.

Passando ao cenário de incêndio a intervencionar, este necessitará de diferentes conjuntos de intervenções, dependendo da resposta do valor do Risco de Incêndio a essas mesmas intervenções.

As intervenções aplicadas no cenário de incêndio 2 são apresentadas no subcapítulo seguinte.

5.2.6.1. Cenário de Incêndio 2

O valor calculado do Risco de Incêndio do cenário 2 é de 1,15, correspondendo a uma classificação “B-”. Este valor do Risco de Incêndio está acima do aceitável (1,05), pelo que necessitará de intervenções.

Ilustram-se, na Figura 5.9, as opções selecionadas, “Conjunto III”, bem como o valor do Risco de Incêndio Intervencionado.

Foram selecionadas 6 medidas de intervenção possíveis pelo botão “Conjunto III”:

- 6. OGS – Plano de prevenção + Formação;
- 10. Controlo de fumo – CI
- 12. *Sprinklers* – CI
- 13. OGS – Plano emergência + Simulacro
- 16. Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE
- 18. Revisão da instalação gás

Fig. 5.9 – Risco de Incêndio Intervencionado para o cenário de incêndio 2

Este é um caso crítico, pois só com o conjunto III de medidas de intervenção foi possível baixar o Risco de Incêndio para valores inferiores a um Risco de Incêndio Aceitável. Aplicando este conjunto de 6 medidas, o valor do Risco de Incêndio Intervencionado baixou para 1,00 e elevou a classificação do RI para “A”. Já o conjunto I e II apenas baixavam este valor para 1,12 e 1,11, respetivamente, uma vez que continuavam acima do valor de Risco de Incêndio Aceitável.

Como concluído anteriormente, as intervenções são maioritariamente ao nível do CTI e planos de OGS, emergência e simulacro, tendo estas 6 medidas um custo estimado de 235 €/m².

5.3. CASO DE ESTUDO 2 – BIBLIOTECA FEUP

5.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo correspondente à utilização-tipo Bibliotecas e Arquivos é constituído por 8 Pisos, 5 dos quais dedicados à disponibilização do fundo documental em regime de livre acesso de acordo com áreas temáticas diversas, e o piso -1 reservado para Bar. Encontra-se em bom estado de conservação e possui um hidrante exterior a uma distância inferior a 30 metros. Os pisos 1, 2, 3 e 4 são caracteristicamente idênticos e têm uma área útil aproximada de 660 m². O centro do edifício é composto por um pátio em forma de quadrado que vai deste o piso 2 até à cobertura, mas, este só é considerado interior até ao piso 4, onde está localizada a claraboia. Caso seja considerado pátio interior, os pisos envolventes seriam contabilizados como sendo o mesmo compartimento. Porém, essa verificação é importante uma vez que se está a avaliar o Risco de Incêndio do edifício e a compartimentação corta-fogo tem um papel considerável para diminuir este risco. Essa verificação está disposta na Portaria n° 1532 de 29 dezembro de 2008 do RT-SCIE, artigo 19° [20] referente ao isolamento e proteção de pátios interiores, em especial foco para o ponto 1 que diz:

“1 — Sem prejuízo do artigo anterior são permitidos os espaços livres interiores, designados por pátios interiores ou poços de luz, desde que:

- a) As suas dimensões em planta permitam inscrever um cilindro dimensionado em função da altura do pátio H , expressa em metro, cujo diâmetro seja igual ou superior a:
 - b) i) H , para $H \leq 7$ m, com um mínimo de 4 m;
 - c) ii) $\sqrt{7H}$, para $H > 7$ m;”

Ora, como o pátio interior está localizado entre o piso 2 e o piso 4, resulta numa altura, H , correspondente a 9 metros, direcionando assim para o ponto ii) que, segundo este, a largura desse pátio teria de ter no mínimo 7,93 metros. Verifica-se, na realidade, que essa largura é de 8,4 metros o que cumpre com o respetivo artigo, sendo então considerado pátio interior. Caso não se verificasse ser pátio interior, a compartimentação corta-fogo deveria ser feita piso a piso, por exemplo, com a aplicação de cortinas corta-fogo nas varandas de cada piso, impedindo, assim, a propagação do incêndio para pisos vizinhos.

Relativamente a medidas de segurança, o edifício está equipado com sinalização, iluminação, deteção, coluna seca, planos de emergência, tem um acesso possível aos veículos dos bombeiros e as vias verticais de evacuação do edifício são enclausuradas.

Na Figura 5.10 ilustra-se a planta referente ao piso 6 da Biblioteca, já que este se destaca dos restantes por ser composto por salas de estudo individuais.

Na Figura 5.11 representa-se o pátio interior da Biblioteca, referido anteriormente e por último, representa-se, na Figura 5.12 (à esquerda), o interior de uma das VVE enclausurada e na Figura 5.12 (à direita), alguns dispositivos de combate ao incêndio.



Fig. 5.10 - Planta do Piso 6 da Biblioteca da FEUP [30]

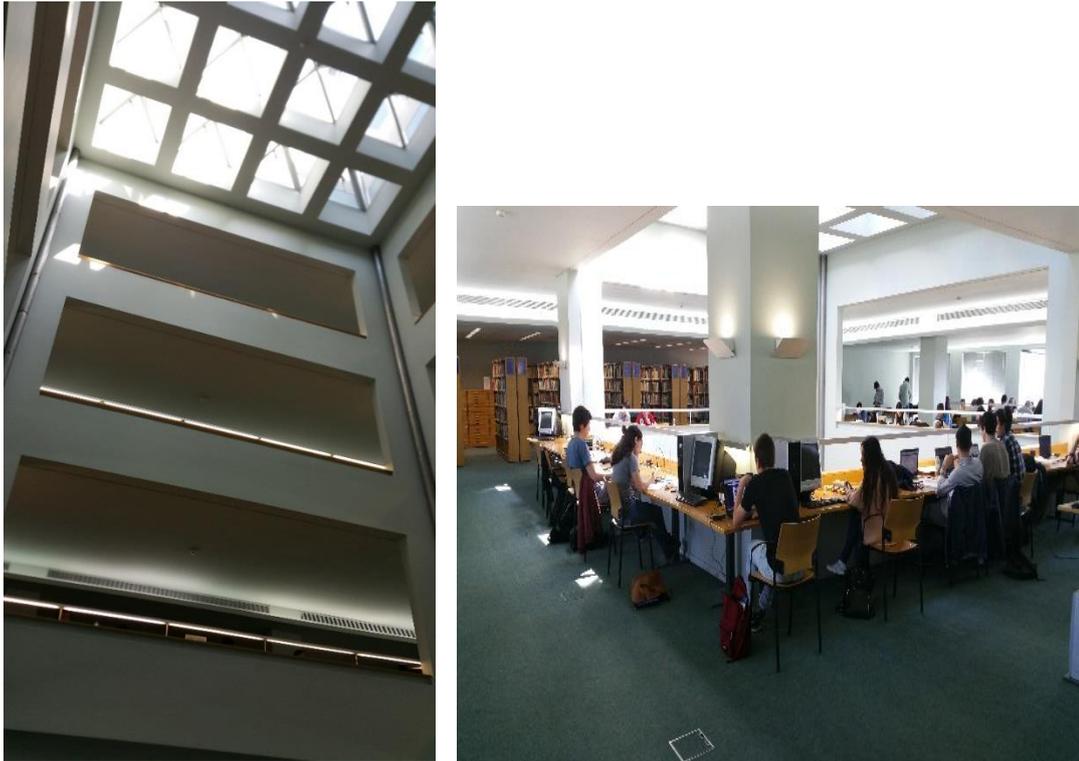


Fig. 5.11 - Pátio interior da Biblioteca da FEUP visto de diferentes perspetivas

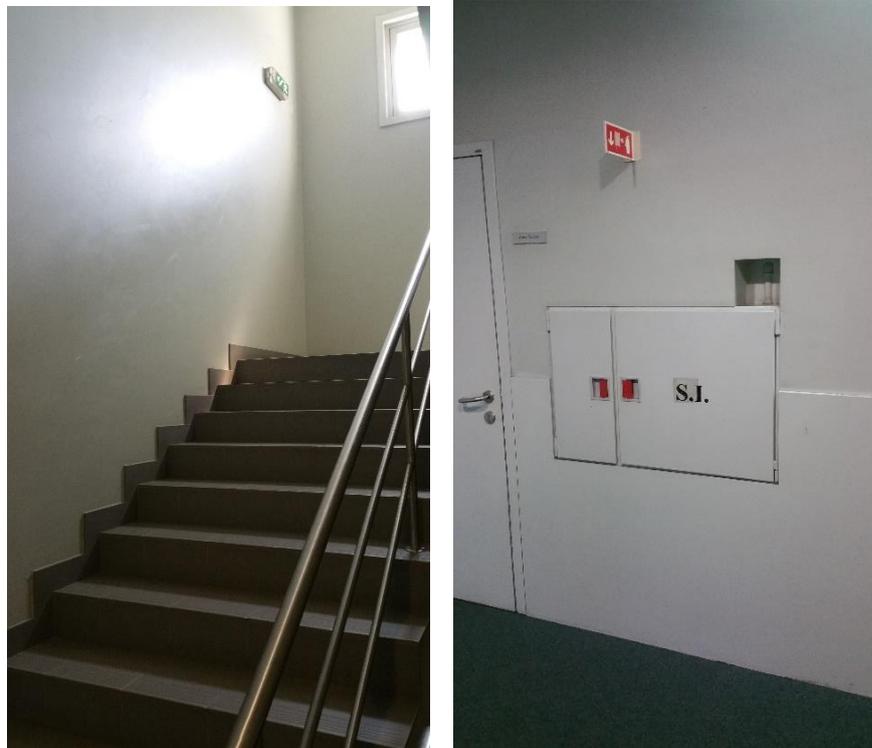


Fig. 5.12 - VVE da biblioteca (à esquerda) e alguns dispositivos de combate ao incêndio (à direita)

5.3.2. DESCRIÇÃO GERAL DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO

Para o efeito do estudo do Risco de Incêndio da biblioteca serão contabilizados dois cenários de incêndio dada a diferença de compartimentação entre os pisos até ao 4 e os dois últimos pisos. Isto porque até ao piso 4 os mesmos funcionam como sendo o mesmo compartimento. O cenário de incêndio 1 será, então, localizado no piso 4, com uma área de 631 m² e um efetivo de 100 pessoas sentadas.

O cenário de incêndio 2 será o último piso (o 6º isolado), que funciona como gabinetes de trabalho individuais e salas de formação. Tem uma área de 700 m² e um efetivo de 120 pessoas.

Os dois cenários partilham de duas vias verticais de evacuação enclausuradas, no entanto a via horizontal de evacuação é muito curta e estreita pelo que levaria à junção de um aglomerado de pessoas à porta da VVE em caso de incêndio.

5.3.3. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI

Os descritores dos cenários em análise serão os mesmos utilizados para o cálculo do Risco de Incêndio no Caso de Estudo 1 – Coliseu do Porto, e para proceder ao cálculo do Risco de Incêndio são introduzidos, no Painel 1, todos os parâmetros necessários do método simplificado (Figuras 5.13 e 5.14).

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo (m ²)	Efetivo	Andar CI	Pé Direito Andar (m)	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos
1	1991-2008	Bibliotecas	15	Bom	< 30m	AP	631	100	4º	3	2	4	Sinalização Iluminação Extinção Detecção
2	1991-2008	Bibliotecas	21	Bom	< 30m	AP	700	120	6º	3	2	6	Sinalização Iluminação Extinção Detecção

Fig. 5.13 - Preparação de dados dos vários cenários de incêndio para introduzir no software de cálculo do RI

Fig. 5.14 - Introdução de dados para o cenário de incêndio 1

5.3.4. RISCO DE INCÊNDIO DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO

Após a introdução de dados, é apresentado o Painel 3 com os respectivos valores dos fatores parciais e totais, bem como, o valor do Risco de Incêndio calculado para o cenário de incêndio 1.

Na Figura 5.15 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio.

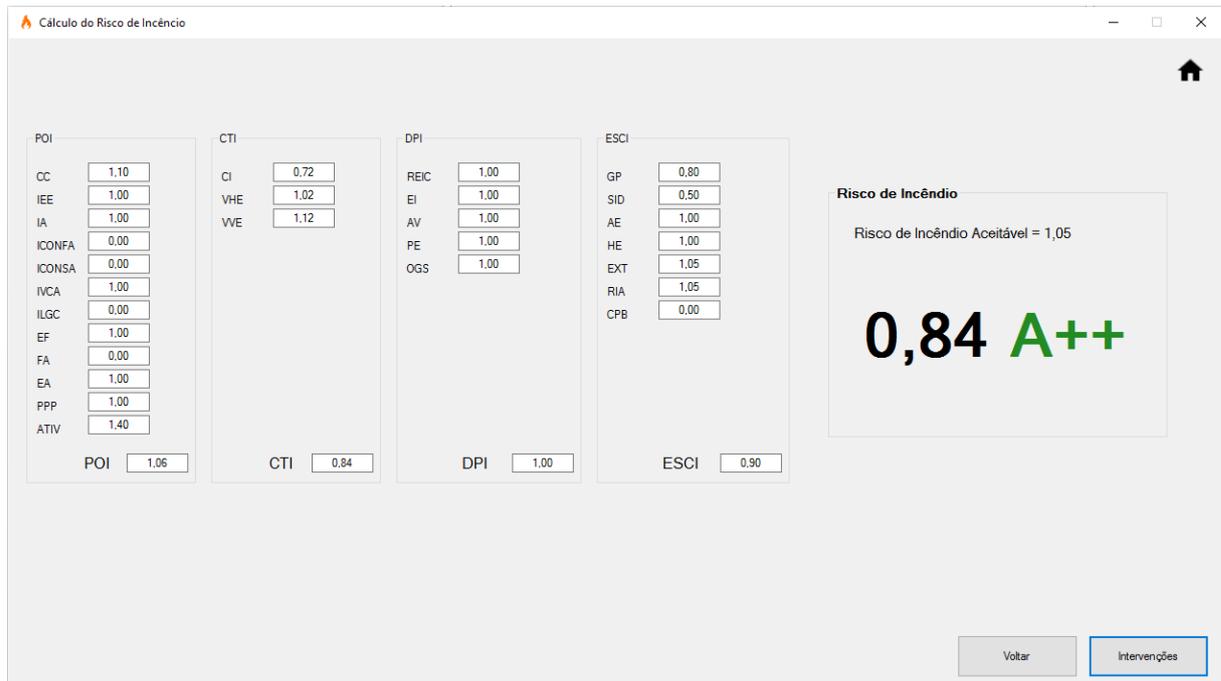


Fig. 5.15 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 1

Como é possível observar na Figura 5.15, este cenário de incêndio apresenta um valor do Risco de Incêndio de 0,84, que corresponde a uma excelente classificação de Risco de Incêndio “A++”. Este valor é muito inferior ao do Risco de Incêndio Aceitável para o Edifício, 1,05, pelo que não necessita de medidas de intervenção.

Para o cenário de incêndio 2 recorreu-se ao mesmo processo inicial que o cenário de incêndio 1 e introduziram-se os respetivos dados no Painel 1.

Na Figura 5.16 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio.

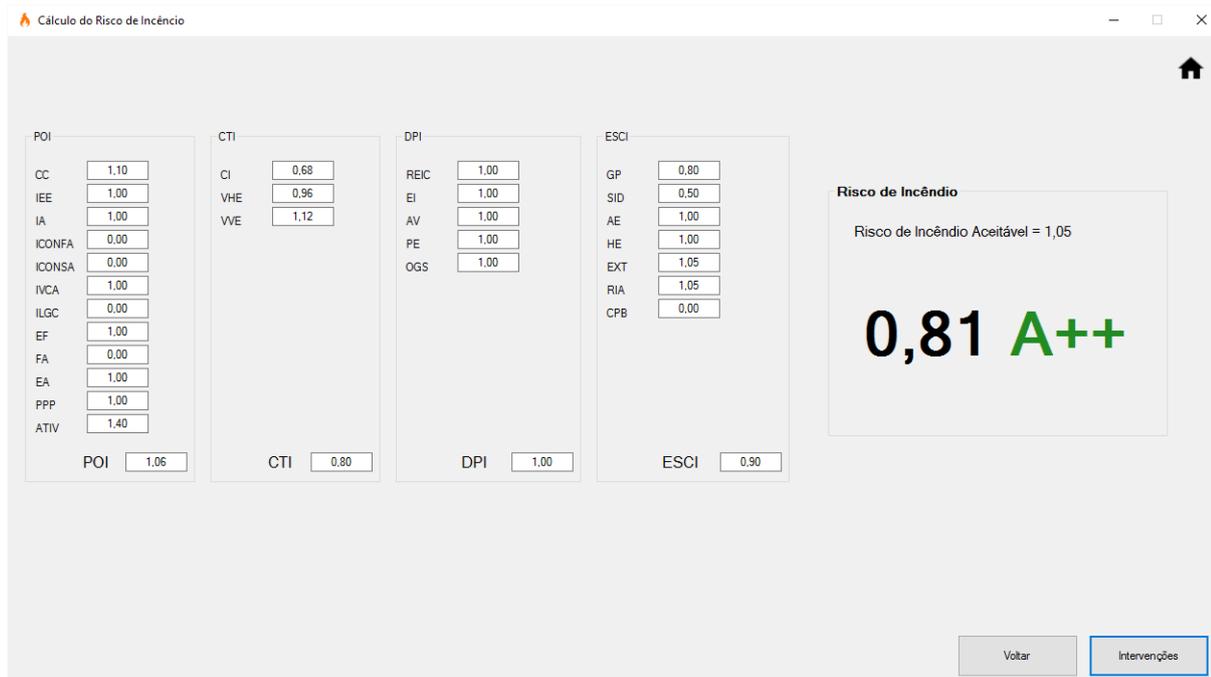


Fig. 5.16 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio 2

Através da Figura 5.16, pode-se observar que este cenário de incêndio apresenta um valor de Risco de Incêndio inferior ao cenário de incêndio anterior, mesmo estando localizado em pisos superiores. Este resultado justifica-se pela relação área/efetivo comparativamente ao cenário inferior, já que para o cenário 2 a área aumentou e o efetivo pouco se alterou. Esta relação implicou uma redução no fator global CTI que, por sua vez, reduziu o valor do Risco de Incêndio. O valor do Risco de Incêndio do cenário 2 foi de 0,81, correspondendo a uma classificação de Risco de Incêndio “A++”. Este valor é muito inferior ao do Risco de Incêndio Aceitável para o Edifício, 1,05, pelo que não necessita de medidas de intervenção.

Dados os valores muito próximos do Risco de Incêndio para os dois cenários, pode-se concluir que a separação do estudo da biblioteca em dois cenários de incêndio distintos não foi aquela que se esperava, já que a diferença entre os pisos é muito pequena, notando-se apenas diferenças no CTI, mais precisamente nas diferenças de área e efetivo, tal como referido anteriormente.

5.4. CASO DE ESTUDO 3 – PARQUE ESTACIONAMENTO PRAÇA DOS LEÕES

5.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O parque de estacionamento referente à Praça dos Leões está localizado numa zona central da cidade do Porto e faz ligação com duas zonas distintas - a Praça de Lisboa e a Praça Carlos Alberto. A particularidade desta ligação é a criação de um parque único com 880 lugares de estacionamento. As três áreas, com acessos de pessoas e veículos independentes, estão ligadas através de vias de acesso subterrâneas estreitas. Para a avaliação do Risco de Incêndio será apenas objeto de estudo o parque de estacionamento Praça dos Leões. Este possui tem dois pisos enterrados com rampas de acesso entre eles, por sua vez, cada piso possui uma estrutura de vão livre com 16 metros de largura. Tem sensivelmente uma área de 500 m² por piso. A ligação entre pisos e entre os outros dois parques é equipada com portões corta-fogo, que fecham em caso de incêndio de maneira a isolar o cenário de incêndio. Para além de

portas corta-fogo o parque dispõem também de equipamentos de desenfumagem, redes de incêndio armadas, e a devida sinalização, iluminação e detecção de incêndio.

Na Figura 5.17 representa-se a planta de emergência do parque de estacionamento dos Leões, enquanto que nas Figuras 5.18 e 5.19 ilustram-se alguns elementos de combate ao incêndio, assim como a VVE.



Fig. 5.17 - Planta de emergência do Parque de Estacionamento dos Leões

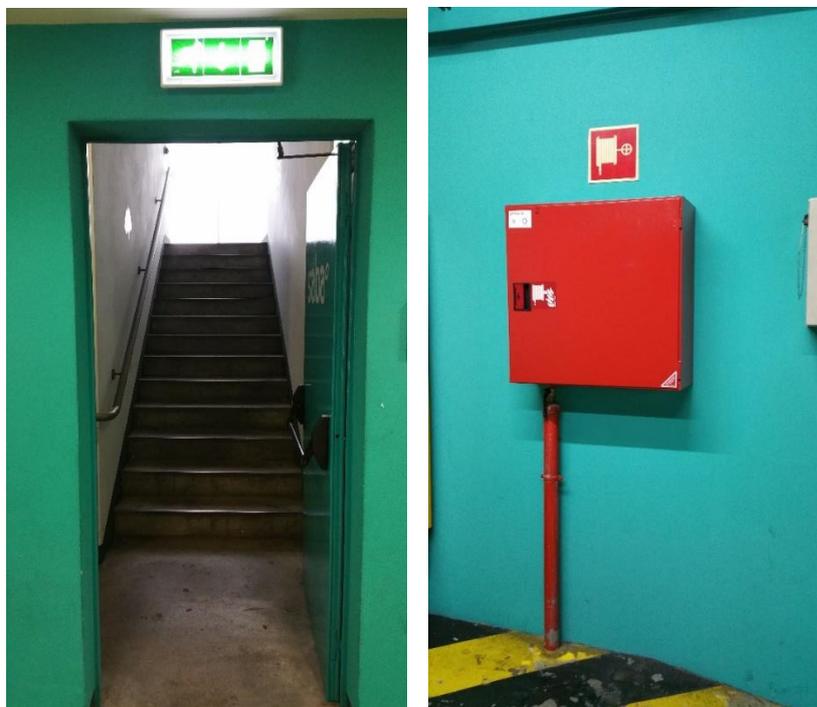


Fig. 5.18 - VVE do Parque de Estacionamento dos Leões (à esquerda) e elemento de combate ao incêndio (à direita)



Fig. 5.19 - Ventilação de ar e elementos de segurança contra incêndio do Parque de Estacionamento dos Leões

5.4.2. INTRODUÇÃO DE DADOS NO SOFTWARE DE CÁLCULO DO RI

Para este caso de estudo em particular será apenas considerado um cenário de incêndio, que será localizado na cave -2, com uma respetiva área de 500m² e um efetivo de 10 pessoas.

De forma a proceder ao cálculo do Risco de Incêndio são introduzidos, no Paine 1, todos os parâmetros necessários do método simplificado:

- Idade do edifício
 - 1991-2008
- Tipo de utilização
 - Estacionamentos
- Altura do cenário de incêndio
 - 6m
- Estado de conservação do edifício
 - Bom estado de conservação
- Distância do hidrante ao edifício
 - Inferior a 30 metros
- Acesso às viaturas dos bombeiros
 - Acesso Veículos Ligeiros de Combate de Incêndio
- Área do CI
 - 500m²

- Efetivo do CI
 - 10 pessoas
- Pé direito do CI
 - 3m
- Andar do CI
 - Cave -2
- Comprimento da Via Horizontal de Evacuação
 - Não existe
- Andar da Via Vertical de Evacuação
 - -2
- Dispositivos
 - Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção

5.4.3. RISCO DE INCÊNDIO DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Após a introdução de dados é apresentado o Painel 3, com os respectivos valores dos fatores parciais e totais, bem como, o valor do Risco de Incêndio calculado para o cenário de incêndio.

Na Figura 5.20 ilustra-se o resultado obtido através do *software* de cálculo do Risco de Incêndio.

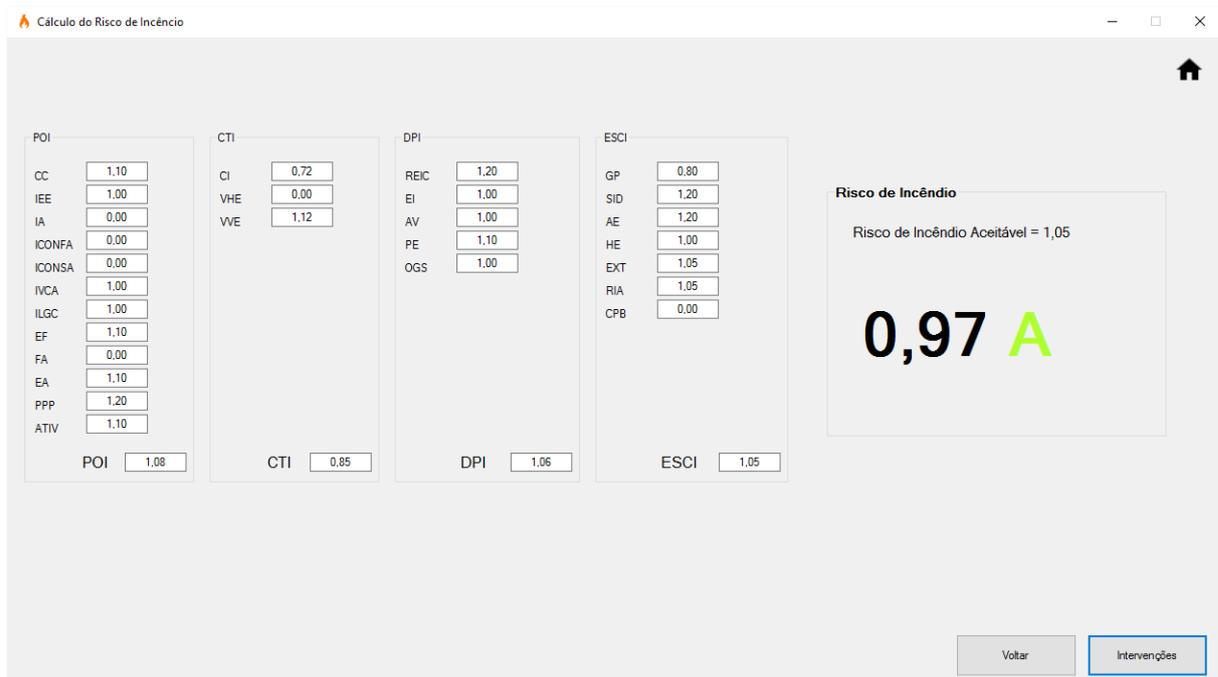


Fig. 5.20 - Resultado do Risco de Incêndio do cenário de incêndio

Como é possível observar na Figura 5.20, este valor do Risco de Incêndio de 0,97, corresponde a uma classificação de Risco de Incêndio “A”. Este valor é inferior ao valor do Risco de Incêndio Aceitável para o Edifício 1,05, pelo que não necessita de medidas de intervenção.

5.5. SÍNTESE DE RESULTADOS

5.5.1. INTRODUÇÃO

Uma vez obtidos os valores do Risco de Incêndio de todos os cenários (de incêndio) dos três casos de estudo, é então feita a comparação com os casos-tipo das utilizações-tipo correspondentes. Esta comparação tem como objetivo não só fundamentar o *software* de cálculo do Risco de Incêndio, bem como verificar se deste resultam valores próximos dos valores de Risco de Incêndio estipulados pelos casos-tipo modificados e acrescentados na versão mais recente do método numérico, referidos no Capítulo 4. O objetivo deste estudo foi fazer uma avaliação qualitativa da aplicação do método e verificar a adequabilidade da metodologia.

5.5.2. VALORES DO RISCO DE INCÊNDIO - SOFTWARE VS CASOS-TIPO

5.5.2.1. Caso de Estudo 1 – Sala de Espetáculos

Os valores do Risco de Incêndio são apresentados nas Figuras 5.21 e 5.22, calculados pelo *software* e pelos casos-tipo, respetivamente.

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo (m ²)	Efetivo	Andar CI	Pé Direito Andar (m)	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco de Incêndio
1	1991-2008	Salas de Espetáculos	18	Bom	< 30m	AP	549,7	849	1º	18	20	1º	Sinalização Iluminação Extinção Deteção	1,07
2	1991-2008	Salas de Espetáculos	9	Bom	< 30m	AP	336,5	758	2º	9	20	2º	Sinalização Iluminação Extinção Deteção	1,15
3	1991-2008	Salas de Espetáculos	12	Bom	< 30m	AP	11,8	6	3º	3	20	3º	Sinalização Iluminação Extinção Deteção	1,08

Fig. 5.21 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo *software*

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área Caso-Tipo (m ²)	Efetivo	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco Incêndio Caso-Tipo
1 e 2	1991-2008	Salas de Espetáculos	R/C	Bom	< 30m	AP	500	500	Não tem	Não tem	Sinalização Iluminação Extinção Deteção	0,93
3	1991-2008	Salas de Espetáculos	R/C	Bom	< 30m	AP	150	6	Não tem	Não tem	Sinalização Iluminação Extinção Deteção	0,86

Fig. 5.22 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo

Como se pode observar pelas Figuras 5.21 e 5.22, existe uma ligeira diferença nos valores de Risco de Incêndio. Note-se, contudo, que esta diferença deve-se ao facto de as áreas e efetivos estipuladas para os casos-tipo serem diferentes das áreas e efetivos reais do caso de estudo. A outra é que os casos-tipo não contabilizam vias de evacuação, enquanto no caso de estudo temos presente as vias de evacuação

horizontal e vertical. Estas diferenças têm impacto apenas no valor do fator global CTI, que resultou na diferença de valores de Risco de Incêndio entre o caso de estudo e os casos-tipo.

5.5.2.2. Caso de Estudo 2 – Bibliotecas

Os valores do Risco de Incêndio são apresentados nas Figuras 5.23 e 5.24, calculados pelo *software* e pelos casos-tipo, respetivamente.

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo (m ²)	Efetivo	Andar CI	Pé Direito Andar (m)	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco de Incêndio
1	1991-2008	Bibliotecas	15	Bom	< 30m	AP	631	100	4ª	3	2	4	Sinalização Iluminação Extinção Detecção	0,84
2	1991-2008	Bibliotecas	21	Bom	< 30m	AP	700	120	6ª	3	2	6	Sinalização Iluminação Extinção Detecção	0,81

Fig. 5.23 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo *software*

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área Caso-Tipo (m ²)	Efetivo	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco Incêndio Caso-Tipo
1 e 2	1991-2008	Bibliotecas	R/C	Bom	< 30m	AP	1000	100	Não tem	Não tem	Sinalização Iluminação Extinção Detecção	0,66

Fig. 5.24 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo

Através da análise da Figuras 5.23 e 5.24, pode-se verificar, mais uma vez, que a diferença entre valores de Risco de Incêndio é devida às diferenças de áreas e vias de evacuação. Neste caso em particular, o valor de Risco de Incêndio mais aceitável é o do *software* e não o do caso-tipo, pois este apresenta um valor de Risco de Incêndio muito baixo, 0,66, relacionado com o valor baixo do fator global CTI correspondente.

5.5.2.3. Caso de Estudo 3 – Estacionamento

Os valores do Risco de Incêndio são apresentados nas Figuras 5.25 e 5.26, calculados pelo *software* e pelos casos-tipo, respetivamente.

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo (m ²)	Efetivo	Andar CI	Pé Direito Andar (m)	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco de Incêndio
1	1991-2008	Estacionamentos	9	Bom	< 30m	AP	500	10	Cave -2	3	Não tem	-2	Sinalização Iluminação Extinção Detecção	0,97

Fig. 5.25 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelo *software*

Cenário de Incêndio	Ano Construção	UT	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área Caso-Tipo (m ²)	Efetivo	VHE (m)	VVE (Andar CI)	Dispositivos	Risco Incêndio Caso-Tipo
1	1991-2008	Estacionamentos	R/C	Bom	< 30m	AP	200	10	Não tem	2	Sinalização Iluminação Extinção Detecção	0,97

Fig. 5.26 - Valores do Risco de Incêndio de cada cenário calculados pelos casos-tipo

É possível observar através da análise das Figuras 5.25 e 5.26, que o Risco de Incêndio tem o valor de 0,97 e é igual tanto para o caso de estudo como para o caso-tipo. Mesmo havendo diferenças de áreas, e apesar de o *software* de cálculo fazer a distinção de parque subterrâneo e de parque acima do solo, já que o caso de estudo considera o cenário de incêndio como sendo num parque subterrâneo enquanto que o caso tipo o considera como sendo num parque acima do solo, o valor do Risco de Incêndio é o mesmo. Pode-se então concluir que foi por um mero acaso, já que essa igualdade se verificou apenas porque as diferenças de valores entre o caso de estudo e o caso-tipo não foram suficientes para alterar o valor de Risco de Incêndio.

5.5.3. CONCLUSÃO

Através da análise feita anteriormente pode-se concluir que, apesar da discrepância de valores entre os vários cenários de incêndio e os casos-tipo das utilizações-tipo correspondentes, pode-se dizer que o problema não reside no *software*, mas sim da diferença de valores dos dados de introdução. O programa calculou sem problemas os valores do Risco de Incêndio para as diferentes utilizações-tipo, apresentando valores aceitáveis, justificando-se assim que o *software* está perfeitamente funcional, preparado para o cálculo do valor de Risco de Incêndio de todas as utilizações-tipo. Verifica-se, deste modo, a adequabilidade da metodologia.

6

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1. CONCLUSÕES

A Segurança Contra Incêndios em Edifícios é uma matéria de enorme importância, sobretudo quando o objeto de análise e/ou intervenção são os edifícios mais antigos, cuja tipologia construtiva e menor exigência legislativa face à que vigora atualmente, lhe conferem uma maior vulnerabilidade. Estes edifícios devem ser intervencionados com base numa avaliação de Risco de Incêndio por forma a avaliar o grau de segurança e identificar as principais anomalias, para numa fase posterior adotar as medidas mais adequadas, com o objetivo de reduzir o Risco de Incêndio para valores considerados aceitáveis.

A presente dissertação consistiu, entre outros aspetos, na avaliação do Risco de Incêndio nas zonas do Centro Histórico do Porto, Vitória e Clérigos, aplicando o método de cálculo CHICHORRO. Depois de obtido o valor de Risco de Incêndio e a respetiva Classificação de Risco de Incêndio de cada edifício inseridos nas zonas em análise, elaborou-se com sucesso a carta de Risco de Incêndio que permite ter uma perceção real do Risco de Incêndio das zonas em estudo, fornecendo informações pertinentes para a elaboração de posteriores trabalhos, como os Planos de Emergência Externos de carácter Municipal e Regional bem como a adoção de medidas necessárias para Gestão de Segurança e Operacionalidade a nível Territorial e Administrativo.

Numa fase mais avançada do presente trabalho aprimorou-se o método de avaliação de Risco de Incêndio existente, apresentando uma nova proposta na organização das tipologias de edifícios existentes. Ainda se introduziram novos casos-tipo e atualizaram-se os existentes, assim como o melhoramento da introdução de dados do método, e complementarmente o ajuste do procedimento do cálculo do Risco de Incêndio.

Finalmente, após efetuadas as alterações no método numérico de cálculo do Risco de Incêndio, aplicou-se esse método a três edifícios referentes às utilizações-tipo Salas de Espetáculos, Bibliotecas e Estacionamento, uma vez que foram efetuadas alterações no método em relação às mesmas, com o intuito de avaliar o Risco de Incêndio, e ao mesmo tempo ratificar os valores resultantes da aplicação do método e verificar a adequabilidade da metodologia. Da aplicação do método proposto nos vários cenários de incêndio associados aos três edifícios em análise, resultaram valores de Risco de Incêndio inaceitáveis. No entanto, implementadas as medidas de intervenção ativa e passiva propostas, nomeadamente nos conjuntos pré-definidos e dependentes daquilo que se considerou de graus de intervenção G1, G2 e G3, verificou-se a efetiva redução daqueles valores. Das medidas de intervenção propostas destaca-se o papel absolutamente decisivo da sinalização e iluminação de emergência (excluindo UT I), do sistema de deteção automática e dos procedimentos ou planos de prevenção, para a redução dos tempos de evacuação dos edifícios.

Os resultados finais foram bastante satisfatórios concluindo-se que, o método está mais robusto e completo face à versão anterior, uma vez que calculou com sucesso o Risco de Incêndio dos edifícios propostos associados aos novos casos-tipo implementados no modelo numérico. Verificou-se assim a adequabilidade da metodologia, podendo-se afirmar que este permite agora analisar qualquer tipo de edifícios independentemente das suas características. Desta forma, é possível afirmar que o método CHICHORRO é uma metodologia com capacidades para melhor entender o panorama das condições do edificado nacional quanto ao Risco de Incêndio, e permitir uma melhor atuação ao nível da prevenção e do combate.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No sentido de melhorar a metodologia proposta, sugere-se neste subcapítulo algumas propostas para estudos futuros:

- Proceder a uma análise de sensibilidade a todos os parâmetros intervenientes no método CHICHORRO, de modo a perceber melhor a influência de cada um no valor do Risco de Incêndio;
- Reduzir a subjetividade dos descritores associados aos fatores parciais através da introdução dos diversos fenómenos físicos associados ao fogo;
- Fazer uma análise comparativa do cálculo do valor do Risco de Incêndio através dos casos-tipo com o valor do Risco de Incêndio através da introdução de dados pormenorizada;
- O método CHICHORRO, conforme proposto e nos casos em que coexistem no edifício, vias horizontais e verticais de evacuação, considera a passagem simultânea de fumo do cenário de incêndio para ambas as vias de evacuação. Tal passagem deveria ser avaliada de forma diferenciada, considerando as várias hipóteses possíveis de passagem de fumo entre cenário de incêndio e vias verticais. A escassez de tempo para a realização desta dissertação, aliada ao elevado número de combinações necessárias para tornar possível a formulação supracitada, impossibilitou a sua consideração no presente estudo;
- Afinação de custos por metro quadrado de cada intervenção, com recurso à plataforma *PRONIC*;
- Introdução no programa CHICHORRO da possibilidade de fazer o *input* de dados a partir da folha de *Excel* existente, bem como, o *output* de resultados para essa mesma folha, de forma a simplificar cada vez mais o processo de cálculo de Risco de Incêndio para um conjunto de vários edifícios, criando uma base de dados interativa;
- Alteração da folha de *Excel* para o valor do cálculo do Risco de Incêndio corresponder aos novos casos-tipo elaborados na presente dissertação;
- Finalizar a análise dos edificados do CHP de forma a concluir o mapa de Risco de Incêndio da zona;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS. Acedido a 18 de Abril de 2016
- [2] https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=207803041&att_display=n&att_do_wnload=y. Acedido a 8 de Junho de 2016
- [3] Portugal, Decreto-Lei n° 224/2015 de 23 de novembro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2015.
- [4] Ferreira, Ricardo. *Desenvolvimento e Implementação Numérica do Método CHICHORRO de avaliação de Risco de Incêndio de Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.
- [5] <http://www.chicagotribune.com/news/nationworld/politics/chi-chicagodays-iroquoisfire-story-story.html>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [6] <http://www.teatro-dmaria.pt/pt/calendario/exposicao-o-nacional-esta-a-arder-o-incendio-de-1964-e-o-fim-de-uma-epoca/>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [7] http://www.coliseudoporto.pt/OLD/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=102&lang=pt. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [8] http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2012/12/23/interna_gerais,339051/incendio-atinge-terceiro-andar-da-biblioteca-publica-de-belo-horizonte.shtml. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [9] <https://blogsci.com.br/2013/06/04/incendio-destroi-acervo-de-biblioteca-de-escola-publica-de-gravatai-rs/>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [10] <https://www.publico.pt/culturaipilon/noticia/incendio-devastador-em-biblioteca-russa-e-chernobil-cultural-1684680>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [11] <https://www.publico.pt/local/noticia/incendio-em-parque-de-estacionamento-de-viana-do-castelo-faz-um-ferido-1619012>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [12] http://www.cmjornal.xl.pt/nacional/portugal/detalhe/sete_carros_a_arder_perto_da_praia.html. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [13] <http://www.thenational.ae/uae/19-cars-destroyed-in-sharjah-university-fire>. Acedido a 4 de Junho de 2016
- [14] Coelho, A. Leça. 2010. *Incêndios em edifícios*. 1ª Edição. Edições Orion, Amadora
- [15] Fernandes, Ana. M.S. *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2006.
- [16] Costa, Ana. *Proposta de um novo método de avaliação do Risco de Incêndio para edifícios – Aplicação no centro urbano antigo do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [17] Correia, André. *Desenvolvimento e implementação numérica de um modelo de análise de Risco de Incêndio urbano – MARIEE – Edifícios administrativos, escolares, habitacionais, hospitalares e hoteleiros*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.

- [18] Pissarra, Jorge. *Desenvolvimento e implementação numérica de um modelo de análise de risco e incêndio urbano – MARIEE – Edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [19] Portugal, Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de novembro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2008.
- [20] Portugal, Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RTSCIE), 2008.
- [21] <http://visao.sapo.pt/actualidade/sociedade/porto-foi-eleito-o-melhor-destino-europeu-de-2014=f752439>. Acedido a 8 de Maio de 2016
- [22] <http://gisaweb.cm-porto.pt/creators/22941/>. Acedido a 8 de Maio de 2016
- [23] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Porto>. Acedido a 18 de Abril de 2016
- [24] Eurocódigo 1. 2010. NP EN 1991-1-2: Eurocódigo 1: Ações em estruturas – Parte 1-2: Ações gerais. Ações em estruturas expostas ao fogo, LNEC, março de 2010.
- [25] Pires, Nuno. *Avaliação de Risco de Incêndio pelo Método MARIEE no Centro Histórico do Porto – Caso de Estudo do Eixo Mouzinho-Flores*. Dissertação de Mestrado, Faculdade Engenharia Universidade do Porto, 2014.
- [26] Louçano, Ana. *Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios pelo Método MARIEE– Caso de Estudo na Freguesia da Sé*. Dissertação de Mestrado, Faculdade Engenharia Universidade do Porto, 2014.
- [27] Martins, Daniel. *Avaliação de Risco de Incêndio com o Método CHICHORRO – Caso de Estudo – Ribeira/Barredo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [28] <http://www.coliseudoporto.pt/OLD/>. Acedido a 8 de Junho de 2016
- [29] Fornecido pela Direção de Segurança do Coliseu do Porto.
- [30] <https://biblioteca.fe.up.pt/pt-pt/biblioteca/organizacao>. Acedido a 8 de Junho de 2016

Anexo A

Suporte Papel:

Suporte Informático:

ANEXO A – EXCEL CHICHORRO 2.0

ANEXO A - CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO COMPLETA

Anexo B

Suporte Papel:

ANEXO B – EXCERTOS DOS RESULTADOS DO VALOR DO RISCO DE INCÊNDIO DOS NOVOS CASOS-TIPO

Suporte Informático:

ANEXO B – EXCEL CHICHORRO 2.1

ANEXO B - EXECUTÁVEL CHICHORRO.EXE

Excertos dos resultados do valor do Risco de Incêndio dos novos casos-tipo

Ilustram-se, nas Figuras seguintes, excertos dos resultados do valor do Risco de Incêndio associado aos novos casos-tipo resultantes do trabalho efetuado na presente dissertação.

O ficheiro *Excel* completo está disponível no CD anexo à dissertação (devidamente identificado).

➤ Tipologia A

A1 - Gares de Transporte						RI
R/C	Bom estado de conservação	Área CI = 2000m ² Efetivo = 200	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,81
					Hidrantes > 30m	0,84
					Não existem hidrantes	0,87
				Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	0,84
					Hidrantes > 30m	0,87
					Não existem hidrantes	0,89
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,87		
			Hidrantes > 30m	0,90		
			Não existem hidrantes	0,92		
		Área CI = 2000m ² Efetivo = 200	Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,77
					Hidrantes > 30m	0,80
					Não existem hidrantes	0,83
Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m			0,80		
	Hidrantes > 30m			0,83		
	Não existem hidrantes			0,86		
Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,83				
	Hidrantes > 30m	0,86				
	Não existem hidrantes	0,89				

Figura B.1- Valores de RI da utilização-tipo Gares de Transporte

➤ **Tipologia B**

B1 - Habitação				i	B2 - Administrativos				i
				RI					RI
H < 9m	Bom estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,05	Bom estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	A
			Hidrantes > 30m	1,09			Hidrantes > 30m	1,00	A
			Não existem hidrantes	1,13			Não existem hidrantes	1,03	B+
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,09		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,00	A
			Hidrantes > 30m	1,13			Hidrantes > 30m	1,03	B+
			Não existem hidrantes	1,16			Não existem hidrantes	1,06	B
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,12		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03	B+
			Hidrantes > 30m	1,16			Hidrantes > 30m	1,06	B
			Não existem hidrantes	1,20			Não existem hidrantes	1,09	B
	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,37	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,28	C-
			Hidrantes > 30m	1,43			Hidrantes > 30m	1,34	D
			Não existem hidrantes	1,49			Não existem hidrantes	1,40	D
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,42		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,33	D
			Hidrantes > 30m	1,48			Hidrantes > 30m	1,39	D
			Não existem hidrantes	1,54			Não existem hidrantes	1,45	D
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,47		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,39	D
			Hidrantes > 30m	1,53			Hidrantes > 30m	1,45	D
			Não existem hidrantes	1,59			Não existem hidrantes	1,51	E
	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,67	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,97	F
			Hidrantes > 30m	1,74			Hidrantes > 30m	2,06	F
			Não existem hidrantes	1,81			Não existem hidrantes	2,14	F
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,72		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	2,05	F
			Hidrantes > 30m	1,80			Hidrantes > 30m	2,13	F
			Não existem hidrantes	1,87			Não existem hidrantes	2,22	F
Sem acesso		Hidrantes < 30m	1,78	Sem acesso		Hidrantes < 30m	2,12	F	
		Hidrantes > 30m	1,85			Hidrantes > 30m	2,20	F	
		Não existem hidrantes	1,93			Não existem hidrantes	2,29	F	

Figura B.2 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos

B3 - Hoteleiros				i	B4 - Escolares				i			
				RI					RI			
H < 9m	Bom estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,93	H = 9m	Bom estado de conservação	Área CI = 50m ² Efetivo = 20	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,00		
			Hidrantes > 30m	0,95					Hidrantes > 30m	1,02		
			Não existem hidrantes	0,98					Não existem hidrantes	1,04		
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	0,95				Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,02		
			Hidrantes > 30m	0,98					Hidrantes > 30m	1,05		
			Não existem hidrantes	1,00					Não existem hidrantes	1,07		
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,98			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,05			
			Hidrantes > 30m	1,00				Hidrantes > 30m	1,07			
			Não existem hidrantes	1,03				Não existem hidrantes	1,10			
	Médio estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,23			H = 9m	Bom estado de conservação	Área CI = 125m ² Efetivo = 50	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,02
			Hidrantes > 30m	1,26							Hidrantes > 30m	1,04
			Não existem hidrantes	1,28							Não existem hidrantes	1,07
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,25	Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m				1,04		
			Hidrantes > 30m	1,28		Hidrantes > 30m				1,07		
			Não existem hidrantes	1,31		Não existem hidrantes				1,09		
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,28	Sem acesso	Hidrantes < 30m			1,07			
			Hidrantes > 30m	1,31		Hidrantes > 30m			1,09			
			Não existem hidrantes	1,34		Não existem hidrantes			1,12			
	Mau estado de conservação	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,99	H = 9m	Bom estado de conservação			Área CI = 125m ² Efetivo = 50	Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,07
			Hidrantes > 30m	2,04							Hidrantes > 30m	1,09
			Não existem hidrantes	2,09							Não existem hidrantes	1,12
		Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	2,03			Sem acesso	Hidrantes < 30m		1,07		
			Hidrantes > 30m	2,08				Hidrantes > 30m		1,09		
			Não existem hidrantes	2,13				Não existem hidrantes		1,12		
Sem acesso		Hidrantes < 30m	2,08	Sem acesso			Hidrantes < 30m	1,07				
		Hidrantes > 30m	2,13				Hidrantes > 30m	1,09				
		Não existem hidrantes	2,18				Não existem hidrantes	1,12				

Figura B.3 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos

B5 - Hospitalares					RI	B6 - Lares					RI
H = 3m	Bom estado de conservação	Área CI = 50m ² Efetivo = 15	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,98	H = 9m	Bom estado de conservação	Área CI = 50m ² Efetivo = 15	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,05
				Hidrantes > 30m	1,00					Hidrantes > 30m	1,09
				Não existem hidrantes	1,02					Não existem hidrantes	1,12
			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,00				Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	1,08
				Hidrantes > 30m	1,03					Hidrantes > 30m	1,12
				Não existem hidrantes	1,05					Não existem hidrantes	1,16
			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03				Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,11
				Hidrantes > 30m	1,05					Hidrantes > 30m	1,15
				Não existem hidrantes	1,08					Não existem hidrantes	1,19
		Área CI = 500m ² Efetivo = 150	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,85			Área CI = 500m ² Efetivo = 150	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,91
				Hidrantes > 30m	0,87					Hidrantes > 30m	0,93
				Não existem hidrantes	0,89					Não existem hidrantes	0,95
			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,87				Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,93
				Hidrantes > 30m	0,89					Hidrantes > 30m	0,95
				Não existem hidrantes	0,91					Não existem hidrantes	0,97
			Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,90				Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,95
				Hidrantes > 30m	0,92					Hidrantes > 30m	0,98
				Não existem hidrantes	0,94					Não existem hidrantes	1,00

Figura B.4 - Valores de RI das utilizações-tipo Hospitalares e Lares

➤ Tipologia C

C1 - Restaurantes				viii		C2 - Comerciais				viii	
				RI						RI	
Bom estado de conservação	Área CI = 50m2 Efetivo = 20	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,99	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,99	Hidrantes >30m	1,02
				Hidrantes >30m	1,02			Hidrantes >30m	1,02		
				Não existem hidrantes	1,05			Não existem hidrantes	1,05		
			Acesso a VLCI	Hidrantes <30m	1,02		Acesso a VLCI	Hidrantes <30m	1,02		
				Hidrantes >30m	1,05			Hidrantes >30m	1,05		
				Não existem hidrantes	1,08			Não existem hidrantes	1,08		
		Sem acesso	Hidrantes <30m	1,04	Sem acesso	Hidrantes <30m	1,05				
			Hidrantes >30m	1,08		Hidrantes >30m	1,08				
			Não existem hidrantes	1,11		Não existem hidrantes	1,11				
		Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,94	Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,94	Hidrantes >30m	0,97
				Hidrantes >30m	0,97			Hidrantes >30m	0,97		
				Não existem hidrantes	1,00			Não existem hidrantes	1,00		
	Acesso a VLCI		Hidrantes <30m	0,96	Acesso a VLCI		Hidrantes <30m	0,97			
			Hidrantes >30m	0,99			Hidrantes >30m	1,00			
			Não existem hidrantes	1,03			Não existem hidrantes	1,03			
	Sem acesso	Hidrantes <30m	0,99	Sem acesso	Hidrantes <30m	1,00					
		Hidrantes >30m	1,02		Hidrantes >30m	1,03					
		Não existem hidrantes	1,05		Não existem hidrantes	1,06					
	Área CI = 100m2 Efetivo = 40	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,99	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,99	Hidrantes >30m	1,02
				Hidrantes >30m	1,02			Hidrantes >30m	1,02		
				Não existem hidrantes	1,05			Não existem hidrantes	1,05		
			Acesso a VLCI	Hidrantes <30m	1,02		Acesso a VLCI	Hidrantes <30m	1,02		
				Hidrantes >30m	1,05			Hidrantes >30m	1,05		
				Não existem hidrantes	1,08			Não existem hidrantes	1,08		
Sem acesso		Hidrantes <30m	1,04	Sem acesso	Hidrantes <30m	1,05					
		Hidrantes >30m	1,08		Hidrantes >30m	1,08					
		Não existem hidrantes	1,11		Não existem hidrantes	1,11					
Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção		Acesso possível	Hidrantes <30m	0,87	Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção	Acesso possível	Hidrantes <30m	0,88	Hidrantes >30m	0,90	
			Hidrantes >30m	0,90			Hidrantes >30m	0,90			
			Não existem hidrantes	0,93			Não existem hidrantes	0,93			
	Acesso a VLCI	Hidrantes <30m	0,90	Acesso a VLCI		Hidrantes <30m	0,90				
		Hidrantes >30m	0,93			Hidrantes >30m	0,93				
		Não existem hidrantes	0,96			Não existem hidrantes	0,96				
Sem acesso	Hidrantes <30m	0,93	Sem acesso	Hidrantes <30m	0,93						
	Hidrantes >30m	0,95		Hidrantes >30m	0,96						
	Não existem hidrantes	0,98		Não existem hidrantes	0,99						

Figura B.5 - Valores de RI das utilizações-tipo Restaurantes e Comerciais

C3 - Sala de Espectáculos					RI	C4 - Bibliotecas					viii			
Área CI = 150m2 Efetivo = 50	Sinalização + Iluminação + Extinguição	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	Bom estado de conservação	Área CI = 100m2 Efetivo = 20	Sinalização + Iluminação + Extinguição	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	A			
			Hidrantes > 30m	0,99				Hidrantes > 30m	0,99	A				
			Não existem hidrantes	1,01				Não existem hidrantes	1,01	B+				
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99			Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99	A			
			Hidrantes > 30m	1,02				Hidrantes > 30m	1,02	B+				
			Não existem hidrantes	1,04				Não existem hidrantes	1,04	B+				
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02			Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02	B+				
			Hidrantes > 30m	1,05				Hidrantes > 30m	1,05	B+				
			Não existem hidrantes	1,07				Não existem hidrantes	1,07	B				
		Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção	Acesso possível	Hidrantes < 30m			0,86	Bom estado de conservação	Área CI = 1000m2 Efetivo = 100	Sinalização + Iluminação + Extinguição	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,81	A++
				Hidrantes > 30m			0,88				Hidrantes > 30m	0,83	A++	
				Não existem hidrantes			0,90				Não existem hidrantes	0,85	A++	
	Acesso a VLCl		Hidrantes < 30m	0,88	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m			0,83	A++			
			Hidrantes > 30m	0,91		Hidrantes > 30m	0,85			A++				
			Não existem hidrantes	0,93		Não existem hidrantes	0,87			A++				
	Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,91	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,86			A++				
			Hidrantes > 30m	0,93		Hidrantes > 30m	0,88			A++				
			Não existem hidrantes	0,96		Não existem hidrantes	0,90			A++				
	Acesso possível		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,86	Bom estado de conservação	Área CI = 1000m2 Efetivo = 100			Sinalização + Iluminação + Extinguição	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,68	A++
				Hidrantes > 30m	0,88						Hidrantes > 30m	0,70	A++	
				Não existem hidrantes	0,90						Não existem hidrantes	0,72	A++	
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,88	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção			Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,72	A++			
			Hidrantes > 30m	0,91				Hidrantes > 30m	0,74	A++				
			Não existem hidrantes	0,93				Não existem hidrantes	0,74	A++				
Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,91	Sem acesso	Hidrantes < 30m			0,72	A++					
		Hidrantes > 30m	0,93		Hidrantes > 30m			0,74	A++					
		Não existem hidrantes	0,96		Não existem hidrantes			0,76	A++					
Acesso possível		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,86	Bom estado de conservação			Área CI = 1000m2 Efetivo = 100	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,66	A++	
			Hidrantes > 30m	0,88						Hidrantes > 30m	0,67	A++		
			Não existem hidrantes	0,90						Não existem hidrantes	0,69	A++		
	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,88	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m		0,68	A++				
		Hidrantes > 30m	0,91			Hidrantes > 30m	0,69		A++					
		Não existem hidrantes	0,93			Não existem hidrantes	0,71		A++					
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,91	Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,70		A++					
		Hidrantes > 30m	0,93			Hidrantes > 30m	0,71		A++					
		Não existem hidrantes	0,96			Não existem hidrantes	0,73		A++					

Figura B.6 - Valores de RI das utilizações-tipo Sala de Espectáculos e Bibliotecas

C5 - Industriais					RI	viii					
Bom estado de conservação	Área CI = 100m2 Efetivo = 20	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	Sinalização + Iluminação + Extinguição	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97			
			Hidrantes > 30m	0,99			Hidrantes > 30m	0,99			
			Não existem hidrantes	1,01			Não existem hidrantes	1,01			
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,99
			Hidrantes > 30m	1,02			Hidrantes > 30m	1,02		Hidrantes > 30m	1,02
			Não existem hidrantes	1,04			Não existem hidrantes	1,04		Não existem hidrantes	1,04
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,02
			Hidrantes > 30m	1,05			Hidrantes > 30m	1,05		Hidrantes > 30m	1,05
			Não existem hidrantes	1,07			Não existem hidrantes	1,07		Não existem hidrantes	1,07
		Área CI = 200m2 Efetivo = 100	Acesso possível	Hidrantes < 30m		0,81	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,81	
				Hidrantes > 30m		0,83			Hidrantes > 30m	0,83	
				Não existem hidrantes		0,85			Não existem hidrantes	0,85	
	Acesso a VLCl		Hidrantes < 30m	0,83	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m		0,83	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,83
			Hidrantes > 30m	0,85		Hidrantes > 30m		0,85		Hidrantes > 30m	0,85
			Não existem hidrantes	0,87		Não existem hidrantes		0,87		Não existem hidrantes	0,87
	Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,86	Sem acesso	Hidrantes < 30m		0,84	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,84
			Hidrantes > 30m	0,88		Hidrantes > 30m		0,86		Hidrantes > 30m	0,86
			Não existem hidrantes	0,90		Não existem hidrantes		0,89		Não existem hidrantes	0,89
	Área CI = 200m2 Efetivo = 100		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,84	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,87	
				Hidrantes > 30m	0,86				Hidrantes > 30m	0,87	
				Não existem hidrantes	0,89				Não existem hidrantes	0,91	
		Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,87	Acesso a VLCl		Hidrantes < 30m	0,87	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,87
			Hidrantes > 30m	0,89			Hidrantes > 30m	0,89		Hidrantes > 30m	0,89
			Não existem hidrantes	0,91			Não existem hidrantes	0,91		Não existem hidrantes	0,91
Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,89	Sem acesso	Hidrantes < 30m		0,89	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,89	
		Hidrantes > 30m	0,91		Hidrantes > 30m		0,91		Hidrantes > 30m	0,91	
		Não existem hidrantes	0,94		Não existem hidrantes		0,94		Não existem hidrantes	0,94	
Área CI = 200m2 Efetivo = 100		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,77	Sinalização + Iluminação + Extinguição + Detecção		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,77		
			Hidrantes > 30m	0,79				Hidrantes > 30m	0,79		
			Não existem hidrantes	0,81				Não existem hidrantes	0,81		
	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,80	Acesso a VLCl		Hidrantes < 30m	0,80	Acesso a VLCl	Hidrantes < 30m	0,80	
		Hidrantes > 30m	0,82			Hidrantes > 30m	0,82		Hidrantes > 30m	0,82	
		Não existem hidrantes	0,84			Não existem hidrantes	0,84		Não existem hidrantes	0,84	
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,82	Sem acesso		Hidrantes < 30m	0,82	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,82	
		Hidrantes > 30m	0,84			Hidrantes > 30m	0,84		Hidrantes > 30m	0,84	
		Não existem hidrantes	0,86			Não existem hidrantes	0,86		Não existem hidrantes	0,86	

Figura B.7 - Valores de RI da utilizações-tipo Industriais

➤ **Tipologia D**

D1 - Armazéns						xii
						RI
R/C	Bom estado de conservação	Área CI = 100m2 Efetivo = 20	Sinalização + Iluminação + Extinção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,86
					Hidrantes > 30m	0,88
					Não existem hidrantes	0,91
				Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	0,89
					Hidrantes > 30m	0,91
					Não existem hidrantes	0,94
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,92		
		Hidrantes > 30m	0,94			
		Não existem hidrantes	0,97			
		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,82		
		Hidrantes > 30m	0,84			
		Não existem hidrantes	0,87			
	Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	0,84			
	Hidrantes > 30m	0,87				
	Não existem hidrantes	0,90				
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	0,87			
	Hidrantes > 30m	0,90				
	Não existem hidrantes	0,92				
R/C	Médio estado de conservação	Área CI = 100m2 Efetivo = 20	CTI sem nada	Acesso possível	Hidrantes < 30m	1,12
					Hidrantes > 30m	1,15
					Não existem hidrantes	1,18
				Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,16
					Hidrantes > 30m	1,19
					Não existem hidrantes	1,22
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,19		
		Hidrantes > 30m	1,22			
		Não existem hidrantes	1,25			
		Acesso possível	Hidrantes < 30m	2,11		
		Hidrantes > 30m	2,17			
		Não existem hidrantes	2,24			
	Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	2,17			
	Hidrantes > 30m	2,24				
	Não existem hidrantes	2,31				
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	2,24			
	Hidrantes > 30m	2,31				
	Não existem hidrantes	2,38				

D2 - Estacionamentos						RI
Bom estado de conservação	Área CI = 200m2 Efetivo = 10	Sinalização + Iluminação + Extinção + Detecção	Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,97	
				Hidrantes > 30m	0,99	
				Não existem hidrantes	1,02	
				Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	1,00
					Hidrantes > 30m	1,02
					Não existem hidrantes	1,05
		Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,03		
		Hidrantes > 30m	1,05			
		Não existem hidrantes	1,07			
		Acesso possível	Hidrantes < 30m	0,95		
		Hidrantes > 30m	0,97			
		Não existem hidrantes	0,99			
	Acesso a VLCI	Hidrantes < 30m	0,97			
	Hidrantes > 30m	1,00				
	Não existem hidrantes	1,02				
	Sem acesso	Hidrantes < 30m	1,00			
	Hidrantes > 30m	1,02				
	Não existem hidrantes	1,05				

Figura B.8 - Valores de RI das utilizações-tipo Gares de Transporte e Administrativos