

# **MELHORIA E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO CHICHORRO**

Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios no  
Centro Histórico de Vila Nova de Gaia

**RUI MIGUEL CASTRO SOBRAL**

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 João Pedro Marques Teixeira

JUNHO DE 2019

## MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2017/2018

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

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

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

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

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2018/2019 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.*

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.

À minha mãe

*“Fix your course to a star and you can navigate through any storm.”*

*Leonardo da Vinci*



## **AGRADECIMENTOS**

Não só ao longo do meu percurso académico, mas também durante toda a minha vida estive rodeado de pessoas extraordinárias, que me fizeram chegar onde estou hoje. Essas pessoas fizeram-me acreditar que era possível e por isso merecem um Muito Obrigado.

Ao meu pai, pela força e confiança que sempre me deu, que me ajudou a chegar onde estou hoje e por ser um pilar fundamental neste percurso.

À minha irmã, pela amizade incondicional e histórias vividas, pela compreensão nos momentos mais difíceis e por ser sempre minha companheira.

Ao Woody, por todos os dias.

À minha família, pelo apoio em todas as horas, por viverem as minhas vitórias, por sempre me incentivarem e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou.

À Helena, pela paciência e apoio na realização deste objetivo académico, pelo carinho e afeto sentido em todas as horas, pela dedicação sem hesitações, por nunca desistir de mim nem me deixar desistir dos meus sonhos.

Ao Vasco, pela disponibilidade e companhia, por ser comunicativo e curioso durante as viagens a Vila Nova de Gaia, pela alegria e amizade incondicional.

Aos meus amigos, pela contribuição valiosa na minha caminhada académica, pelos conselhos, palavras de apoio, puxões de orelhas e gargalhadas.

Ao Orientador, Professor Dr. Miguel Chichorro Gonçalves, pelo empenho dedicado à minha dissertação, pelas reuniões extensas e esclarecedoras, sem esquecer as histórias de vida e experiências partilhadas.

Ao Coorientador, João Pedro Teixeira, por me incentivar a programar no decorrer desta dissertação, por criar um novo entusiasmo na minha vida, pela personalidade e pela dinâmica demonstrada, que apesar da distância nunca se recusou a ajudar-me, nos momentos mais complicados.

Ao Eng. Ricardo Ferreira, pela disponibilidade e auxílio na compreensão das bases do tema de estudo.

À FEUP e a todos os professores, pelo que me ensinaram ao longo destes anos e aos meus colegas por me acompanharem neste percurso.

À Gaiurb, pelo tempo disponibilizado e pelas informações facultadas durante o decorrer da presente dissertação.

A todos que, diretamente ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.



## RESUMO

Somos, diariamente, confrontados com notícias referentes à ocorrência de incêndios urbanos, que colocam em risco, não só o património histórico e os bens materiais, como também a vida humana. Os Centros Históricos antigos, devido à sua morfologia, são zonas propícias à ocorrência de um incêndio que, normalmente, se propaga aos edifícios adjacentes, causando prejuízos consideráveis. Posto isto, torna-se essencial conhecer e analisar o Risco de Incêndio em Edifícios inseridos nos Centros Urbanos Antigos, de forma a avaliar o risco e, assim, adotar medidas de intervenção que assegurem maior segurança contra incêndios.

Primeiramente, a presente dissertação pretende contribuir para o desenvolvimento do método de avaliação do Risco de Incêndio – CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras), contribuição essa traduzida da versão CHICHORRO 3.0 para 3.1. Pretende, ainda, melhorar a plataforma online existente, com o intuito de facilitar a aplicação do modelo, tornando os resultados mais compreensíveis e axiomáticos para os peritos da Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

Em consequência da complexidade da metodologia apresentada, tornou-se necessário o desenvolvimento de um modelo numérico, o qual foi desenvolvido em linguagem de programação *Python*. Foram implementadas melhorias no modelo existente de forma a possibilitar uma melhor e mais intuitiva utilização, nomeadamente na inclusão das intervenções potencialmente benéficas para a avaliação do risco de incêndio e na melhoria de atribuição de valor a descritores de alguns fatores parciais do método. Este modelo permite o acesso a qualquer indivíduo com habilitações para o utilizar. Depois de implementadas as melhorias, realizaram-se numerosas simulações para confirmar o impacto das mesmas e avaliar a sensibilidade nos resultados.

Foi realizado um estudo de caso a um edifício considerado património mundial, com o objetivo de implementar o método de Análise de Risco de Incêndio, CHICHORRO 3.1. Adicionalmente, realizou-se um estudo de Análise do Risco de Incêndio em 74 edifícios, de diferentes tipologias, do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, Porto, Portugal. No local, foram recolhidos dados caracterizadores dos edifícios analisados: o Ano de Construção, o Estado de Conservação, a Utilização-Tipo, a Altura, a Área do Cenário de Incêndio, o Efetivo, a Distância a Hidrantes e o Acesso aos Bombeiros.

Os edifícios foram classificados pelo modelo, consoante uma escala de Risco de Incêndio e foram, ainda, indicadas medidas ativas e passivas de intervenção a implementar, de forma a minimizar o Risco de Incêndio de cada edifício para valores aceitáveis, face à atual legislação de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incêndio Urbano, Análise de Risco, Medidas de Intervenção, CHICHORRO 3.1, *Python*.



**ABSTRACT**

We come across daily with news regarding urban fires that put cultural patrimony, material goods, and even human life at risk. The old Historical Centres are propitious to the occurrence of fire due to their morphology, which usually spreads to adjacent buildings leading to considerable losses. Therefore, it is of the utmost importance knowing and analysing the Fire Hazard in Buildings within the Historical Centres in order to evaluate the risk, thus ensuring preventive methods that ensure increased fire safety.

This thesis intends to contribute to the development of a Fire Hazard evaluation method – CHICHORRO 3.1 (abbreviation that stands for: Holistic Calculation of Fire Hazard of Construction and Enabled Optimization of its Reduction with Construction Works), which is translated from CHICHORRO 3.0 to 3.1. In addition, it aims to improve an existing online platform, by facilitating the method application, leading to more comprehensible and axiomatic results for Fire Safety in Buildings experts.

Due to the complexity methodology the development of a numeric method was necessary, which was done using *Python*. In order to improve its use, some improvements were implemented to the model, namely regarding the inclusion of interventions potentially beneficial to the evaluation of the fire hazard and the improvement of value assignment to descriptors of some partial methods factors. After implementing the improvements numerous trials were performed to confirm their impact, as well as evaluating the sensibility in the results.

A case study of a building considered world heritage was also performed, with the goal of implementing the Fire Hazard Analysis method, CHICHORRO 3.1. Additionally, a Fire Hazard Analysis study was performed in 74 buildings of different typologies, located in Vila Nova de Gaia's Historical Centre, Porto, Portugal. At the site, data regarding the analysed buildings was gathered: Year of Construction, State of Conservation, Type of Use, Height, Fire Scenario Area, Maximum Number of Users, Distance to Fire Hydrants and Access to Firefighters.

The buildings were not only sorted by the model, according to a Fire Hazard scale, but active and passive intervention measures to implement were also indicated, to reduce the Fire Hazard of each building to acceptable values, in the face of the current legislation of Fire Safety in Buildings.

**KEYWORDS:** Urban Fire, Risk Analysis, Intervention Measures, CHICHORRO 3.1, *Python*.



## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1. MOTIVAÇÃO .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	2
<b>2. Estado da Arte</b> .....	3
2.1. INTRODUÇÃO .....	3
2.2. HISTÓRICO DE INCÊNDIOS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS .....	3
2.2.1. INTRODUÇÃO .....	3
2.2.2. INCÊNDIOS HISTÓRICOS .....	4
2.2.2.1. INCÊNDIOS HISTÓRICOS EM PORTUGAL .....	4
2.2.2.2. INCÊNDIOS HISTÓRICOS NA ZONA DE ESTUDO .....	4
2.2.3. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, EM PORTUGAL, NO DECURSO DA ELABORAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO .....	4
2.2.4. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, NO MUNDO, NO DECURSO DA ELABORAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO .....	6
2.3. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO .....	7
2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO .....	9
2.4.1. INTRODUÇÃO .....	9
2.4.2. MÉTODO DE GREENER .....	9
2.4.3. ARICA .....	11
2.4.4. MÉTODO MARIE&FEUP .....	13
2.4.5. MÉTODO MARIEE .....	15
2.4.6. MÉTODO CHICHORRO .....	17
2.4.6.1 MÉTODO CHICHORRO 2.0 .....	18
2.4.6.2 MÉTODO CHICHORRO 3.0 .....	18
2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL .....	18
2.5.1. INTRODUÇÃO .....	18

2.5.2. DECRETO-LEI Nº 220/2008 E DECRETO-LEI Nº 224/2015, RJ-SCIE.....	18
2.5.2.1. UTILIZAÇÕES-TIPO .....	19
2.5.2.2. LOCAIS DE RISCO.....	20
2.5.2.3. CATEGORIAS DE RISCO .....	20
2.5.3. PORTARIA Nº 1532/2008, RT-SCIE.....	20
2.5.3.1. CONDIÇÕES EXTERIORES .....	21
2.5.3.2. COMPORTAMENTO AO FOGO, ISOLAMENTO E PROTEÇÃO .....	21
2.5.3.3. CONDIÇÕES DE EVACUAÇÃO.....	21
2.5.3.4. INSTALAÇÕES TÉCNICAS.....	22
2.5.3.5. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA .....	22
2.5.3.6. ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA SEGURANÇA .....	22

### **3. Avaliação do Risco de Incêndio - Medidas de Intervenção e Melhorias do método CHICHORRO 3.1 .....**

<b>3.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO CHICHORRO.....</b>	<b>23</b>
3.2.1. RISCO DE INCÊNDIO .....	23
3.2.2. ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO.....	26
3.2.3. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO MÉTODO CHICHORRO .....	27
3.2.3.1 FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO INCÊNDIO (POI) .....	27
3.2.3.2 FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI) .....	28
3.2.3.3 FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI) .....	29
3.2.3.4 FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO (ESCI) .....	29
3.2.4. PRINCIPAIS ALTERAÇÕES DA VERSÃO CHICHORRO 2.0 PARA A CHICHORRO 3.0.....	30
<b>3.3. MEDIDAS DE INTERVENÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.1.....</b>	<b>31</b>
3.3.1. INTRODUÇÃO .....	31
3.3.1.1. MEDIDAS PARA REDUZIR O RISCO DE INÍCIO DO INCÊNDIO.....	31
3.3.1.2. REDUZIR O RISCO DE COLAPSO DE ELEMENTOS COM FUNÇÃO DE SUPORTE E/OU COMPARTIMENTAÇÃO.....	32
3.3.1.3. LIMITAR A PROPAGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO .....	32

3.3.1.4. MEDIDAS PARA FACILITAR A EVACUAÇÃO .....	33
3.3.1.5. MEDIDAS PARA O COMBATE AO INCÊNDIO POR PARTE DOS BOMBEIROS .....	34
3.3.2. MEDIDAS PROPOSTAS PELO MÉTODO CHICHORRO 3.1 .....	34
3.3.2.1. ASPETOS GERAIS .....	34
3.3.2.2. INTERVENÇÕES IMPLEMENTADAS .....	34
3.3.2.3. COMBINAÇÃO DE INTERVENÇÕES .....	35
<b>3.4. MELHORIAS DO MÉTODO CHICHORRO 3.1 .....</b>	<b>37</b>
3.4.1. INTRODUÇÃO .....	37
3.4.2. FATOR PARCIAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DE INCÊNDIO – CPIVHE E CPIVVE .....	38
3.4.3. FATOR PARCIAL DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO – DPIOGS .....	39
3.4.4. FATOR PARCIAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE A INCENDIO – ESCIGP .....	40
3.4.5. FATOR PARCIAL ESCI – ESCIEXT .....	41
3.4.6. FATOR PARCIAL ESCI – ESCIRIA+CS .....	42
<b>4. Desenvolvimento do Software de Análise de Risco CHICHORRO 3.1 .....</b>	<b>43</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	43
4.2. ESTRUTURA E CÓDIGO .....	44
4.3. SOFTWARE .....	56
<b>5. Caso de Estudo: Aplicação do Método CHICHORRO 3.1 no Mosteiro da Serra do Pilar, Vila Nova de Gaia .....</b>	<b>59</b>
5.1. INTRODUÇÃO .....	59
5.2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO EM ANÁLISE .....	59
5.3. INTRODUÇÃO DOS DADOS NO SOFTWARE .....	61
5.3.1. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO À PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO INCÊNDIO (POI) ...	61
5.3.2. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO ÀS CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO NO CI (CTI)....	62
5.3.3. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO AO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI) .....	63
5.3.4. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO À EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE DO INCÊNDIO (ESCI) .....	63
5.4. RISCO DE INCÊNDIO .....	64
5.5. MEDIDAS DE INTERVENÇÃO .....	64

5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
<b>6. Caso de Estudo: Aplicação do Método CHICHORRO 2.0 a uma Zona do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, Porto</b>	<b>67</b>
6.1. INTRODUÇÃO .....	67
6.2. CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA .....	68
6.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO .....	69
6.4. ZONA EM ANÁLISE .....	72
6.4.1. INTRODUÇÃO .....	72
6.4.2. ANÁLISE DA ZONA DE ESTUDO .....	74
6.5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
<b>7. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros</b> .....	<b>83</b>
7.1. CONCLUSÕES.....	83
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

## **ANEXOS**

**ANEXO A** LISTAGEM COMPLETA DOS EDIFÍCIOS ANALISADOS NO CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA, PORTO

**ANEXO B** GRÁFICO REFERENTE AO CASO DE ESTUDO NA ZONA HISTÓRICA DE VILA NOVA DE GAIA, PORTO

**ANEXO C** FIGURAS REFERENTES AO CASO DE ESTUDO DO MOSTEIRO DA SERRA DO PILAR

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Representação gráfica do Risco, [2] .....	7
Fig. 2.2 – Apresentação das 5 etapas, [33] .....	8
Fig. 3.1 – Escala de classificação de Risco de Incêndio do Método CHICHORRO .....	26
Fig. 3.2 – Propagação do incêndio através de vãos, [42].....	33
Fig. 3.3 – Propagação do incêndio através de fachadas em diedros, [42].....	33
Fig. 3.4 – Propagação do incêndio através de edifícios adjacentes, [42].....	33
Fig. 4.1 – Consola <i>PuTTY</i> .....	45
Fig. 4.2 – <i>PuTTY</i> ecrã inicial .....	45
Fig. 4.3 – FileZilla Client.....	46
Fig. 4.4 – Fluxograma de funcionamento do <i>Software</i> de cálculo CHICHORRO 3.1 .....	47
Fig. 4.5 – Botão “Calcular” .....	48
Fig. 4.6 – Botão “Apagar” .....	48
Fig. 4.7 – Botão “Intervenções” .....	49
Fig. 4.8 – Botão “Conjunto 1” .....	49
Fig. 4.9 – Vista Intervenções da <i>Webpage</i> onde é feita a interação com o utilizador .....	50
Fig. 4.10 – Código referente ao fator parcial <i>ESCLogs</i> .....	51
Fig. 4.11 – Código referente à intervenção OGS – Registos + Plano de Prevenção .....	52
Fig. 4.12 – Código referente ao cálculo do Risco de Incêndio Aceitável e criação de um dicionário com as variáveis de cálculo do RI.....	53
Fig. 4.13 – Excerto de código do programa <i>Flask</i> referente ao RI após intervenção.....	54
Fig. 4.14 – Excerto do <i>script</i> em <i>JavaScript</i> referente à função “ <i>RI_inter</i> ”, associada ao valor das <i>checkboxes</i> ao valor intervenção ( <i>True/False</i> ) .....	55
Fig. 4.15 – Excerto do código em <i>HTML</i> referente à representação das intervenções ativas e passivas .....	56
Fig. 5.1 – Mosteiro da Serra do Pilar, [fotografado a 19 de junho de 2019].....	59
Fig. 5.2 – Edifício em análise, [Google Earth – acedido a 19 de junho de 2019] .....	60
Fig. 5.3 – Localização do Edifício em análise, [Google Earth – acedido a 21 de junho de 2019].....	60
Fig. 5.4 – Igreja da Serra do Pilar .....	61
Fig. 5.5 – Infiltrações nas paredes do CI .....	61
Fig. 5.6 – Vista do RI.....	64
Fig. 5.7 – Vista das Intervenções .....	65
Fig. 6.1 – Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva classificação, adaptado [38].....	69

Fig. 6.2 – Localização da Zona de Estudo, no Centro Histórico de Vila Nova de Gaia [ <i>Google Earth – acedido a 29 de maio de 2019</i> ] .....	72
Fig. 6.3 – Imagem da Zona de Estudo [ <i>Google Earth</i> ].....	74
Fig. 6.4 – Gráficos representativos do Estado de Conservação, Distância a Hidrantes e Acessos, respetivamente, da Zona de Estudo.....	75
Fig. 6.5 – Mapa com a Utilização-Tipo de cada edifício da Zona de Estudo .....	76
Fig. 6.6 – Gráfico representativo das Utilizações-Tipo dos edifícios da Zona de Estudo .....	77
Fig. 6.7 – Mapas com o Estado de Conservação, Distância a Hidrantes e Acesso, respetivamente, da Zona de Estudo .....	78
Fig. 6.8 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona de Estudo, antes das intervenções e após as intervenções .....	79
Fig. 6.9 – Gráficos representativos do nº de UT da Zona de Estudo por classificação de RI antes e após as intervenções.....	79
Fig. 6.10 – Gráfico com a classificação de RI antes e após as intervenções, por edifício, e respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m <sup>2</sup> de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona de Estudo .....	80
Fig. 6.11 – Gráfico comparativo por classificação de RI antes e após as intervenções .....	81

**ÍNDICE DE QUADROS**

Quadro 3.1 – Valor máximo aceitável do Risco de Incêndio .....	25
Quadro 3.2 – Medidas de Intervenção Ativas e Passivas .....	35
Quadro 3.3 – Combinações de intervenções possíveis.....	36
Quadro 3.4 – DPI <sub>OGS</sub> CHICHORRO 3.0 .....	39
Quadro 3.5 – DPI <sub>OGS</sub> CHICHORRO 3.1 .....	39
Quadro 3.6 – ESCI <sub>GP</sub> CHICHORRO 3.0.....	40
Quadro 3.7 – ESCI <sub>GP</sub> CHICHORRO 3.1 .....	40
Quadro 3.8 – ESCI <sub>EXT</sub> CHICHORRO 3.0 .....	41
Quadro 3.9 – ESCI <sub>EXT</sub> CHICHORRO 3.1 .....	41
Quadro 3.10 – ESCI <sub>RIA+CS</sub> CHICHORRO 3.0 .....	42
Quadro 3.11 – ESCI <sub>RIA+CS</sub> CHICHORRO 3.1 .....	42
Quadro 4.1 – Número de linhas de código de cada ficheiro utilizado no Software de cálculo CHICHORRO 3.0 e 3.1 .....	46
Quadro 5.1 – Preparação de dados do CI relativo ao POI para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI .....	62
Quadro 5.2 – Preparação de dados do CI relativo ao CTI para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI .....	62
Quadro 5.3 – Preparação de dados do CI relativo ao DPI para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI .....	63
Quadro 5.4 – Preparação de dados do CI relativo ao ESCI para introduzir no <i>software</i> de cálculo do RI .....	63
Quadro 6.1 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona de Estudo.....	74
Quadro 6.2 – Medidas Ativas e Passivas para cada Conjunto de Intervenção (Habitação) .....	77
Quadro 6.3 – Nível do grau de intervenção .....	81



## SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

A – Perigo de Ativação

B – Fator de Exposição ao Perigo

*CPI* – Consequências Parciais do Incêndio

*CPI<sub>CI</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Cenário de Incêndio

*CPI<sub>CIF</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Fumo produzido no Cenário de Incêndio

*CPI<sub>CIMR</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Reação ao fogo dos Materiais de Revestimento no Cenário de Incêndio

*CPI<sub>CIP</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Potência Libertada no Cenário de Incêndio

*CPI<sub>VE</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Via de Evacuação

*CPI<sub>VHE</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Via Horizontal de Evacuação

*CPI<sub>VHEF</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Fumo produzido nas Vias Horizontais de Evacuação, sem correção

*CPI<sub>VHEMR</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Verticais de Evacuação

*CPI<sub>VVE</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Via Verticais de Evacuação

*CPI<sub>VVEF</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, sem correção

*CPI<sub>VVEMR</sub>* – Consequências Parciais do Incêndio – Reação ao fogo dos materiais de revestimento nas VVE

*CTI* – Consequências Totais do Incêndio

*DPI* – Fator Global – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio

*DPI<sub>EI</sub>* – Fator Parcial DPI – Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio

*DPI<sub>OGS</sub>* – Fator Parcial DPI – Organização e Gestão de Segurança

*DPI<sub>PE</sub>* – Fator Parcial DPI – Proteção das Paredes Exteriores

*DPI<sub>REIC</sub>* – Fator Parcial DPI – Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais

*DPI<sub>VDGF</sub>* – Fator Parcial DPI – Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo

*E* – Exposição ao Perigo

*ESCI* – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate do Incêndio

*ESCI<sub>AE</sub>* – Fator Parcial ESCI – Vias de Acesso ao Edifício

*ESCI<sub>CPB</sub>* – Fator Parcial ESCI –Corpo Privado de Bombeiros

*ESCI<sub>EXT</sub>* – Fator Parcial ESCI – Extintores

*ESCI<sub>GP</sub>* – Fator Parcial ESCI – Grau Prontidão dos Bombeiros

$ESCI_{HE}$  – Fator Parcial ESCI – Hidrantes Exteriores

$ESCI_{RIA}$  – Fator Parcial ESCI – Redes de Incêndio Armada

$ESCI_{RIA+CS}$  – Fator Parcial ESCI – Redes de Incêndio Armada + Coluna Seca

$ESCI_{SID}$  – Fator Parcial ESCI – Sinalização, Iluminação e Detecção nas Zonas Comuns

$G$  – Gravidade

$M$  – Fator de Proteção

$N$  – Medidas Normais de Proteção

$P$  – Perigo Potencial / Probabilidade

$POI$  – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio

$POI_{ATIV}$  – Fator Parcial POI – Atividade

$POI_{CC}$  – Fator Parcial POI – Caracterização da Construção

$POI_{EA}$  – Fator Parcial POI – Edifícios Adjacentes

$POI_{EF}$  – Fator Parcial POI – Edifícios Fronteiros

$POI_{FA}$  – Fator Parcial POI – Frações Adjacentes

$POI_{IA}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Aquecimento

$POI_{ICONFA}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Confeção de Alimentos

$POI_{ICONSA}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Conservação de Alimentos

$POI_{IEE}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Energia Elétrica

$POI_{ILGC}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis

$POI_{IVCA}$  – Fator Parcial POI – Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar

$POI_{PPP}$  – Fator Parcial POI – Procedimentos ou Planos de Prevenção

$R$  – Risco

$Ru$  – Risco de Incêndio Admissível

$S$  – Medidas Especiais de proteção

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

ARICA – Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CF – Corta Fogo

CHE – Cenário Horizontal de Evacuação

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

CI – Cenário de Incêndio

CSS – Cascading Style Sheets  
CUA – Centros Urbanos Antigos  
CVE – Cenário Vertical de Evacuação  
EN – European Norms  
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
FGR – Fator Global de Risco  
FRR – Fator de Risco de Referência  
HTML – HyperText Markup Language  
IDE – Integrated Development Environment  
IP – Internet Protocol  
JSON – JavaScript Object Notation  
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
MARIEE – Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes  
NFPA – National Fire Protection Association  
NP – Norma Portuguesa  
PC – Potência Concentrada  
PI – Potência Instalada  
PY – Python  
RHRf – Rate of Heat Release of fire  
RI – Risco de Incêndio  
RJ-SCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios  
RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios  
SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios  
SFPE – Society of Fire Protection Engineers  
SFTP – SSH File Transfer Protocol  
SNBPC – Serviço Nacional de Bombeiro e Proteção Civil  
SSH – Secure Shell  
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura  
UP – Universidade do Porto  
UT – Utilização-Tipo  
VB – Visual Basic  
VE – Via de Evacuação  
VHE – Via Horizontal de Evacuação

VLCI – Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio

VPN – Virtual Private Networks

VVE – Via Vertical de Evacuação

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. MOTIVAÇÃO

“A importância da segurança ao incêndio nos edifícios é indiscutível, pois está em jogo não só a vida das pessoas mas também interesses diversos como, por exemplo, bens patrimoniais, valores históricos com forte simbolismo no imaginário colectivo que uma vez perdidos dificilmente serão recuperados e, ainda, a continuidade de serviços estratégicos para a sociedade em geral.” [1].

Tendo em conta as consequências possíveis de um incêndio, é, na generalidade dos países, reconhecida e valorizada a importância da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE). Em Portugal, este reconhecimento apenas teve maior expressão nos inícios da década de 90, com a publicação dos primeiros textos legislativos, assim como a criação do Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil (SNBPC), em 2005, posteriormente, a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), em 2007 e mais recentemente a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), em 2019. A partir dessa data, vários foram os regulamentos adotados, estando agora em vigor o Decreto-Lei 224/2015, Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE) e a Portaria 1532/2008, Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE).

A SCIE é um exercício complexo e multidisciplinar exigindo a intervenção de vários especialistas para conceber as melhores soluções, “Para que o projecto se desenvolva harmoniosamente é fundamental a colaboração entre as diversas especialidades (...)” [1]. É um trabalho intenso de investigação, tendo em conta a legislação e é necessário fazer as perguntas certas para se atingir a melhor solução, “(...) exige colocar certas questões no momento exato ao longo dos diversos estádios da concepção, procurando fazer a sua articulação com as exigências e limitações impostas na regulamentação, sendo as respostas a esses problemas determinantes para a continuação do projecto.” [1].

Após muitos estudos e várias dissertações já desenvolvidas acerca deste assunto, criou-se um método de análise de risco de incêndios urbanos, que contribuiu para uma melhor abordagem ao tema e para a segurança dos edifícios, dos seus utilizadores e dos bens materiais. O método denominado Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras (CHICHORRO) foi desenvolvido com intuito de analisar edifícios construídos em zonas históricas, devido à ocorrência crescente de incêndios urbanos nessas zonas. Após a implementação dos vários modelos CHICHORRO, a presente dissertação pretende contribuir para a melhoria do modelo existente.

Sendo Vila Nova de Gaia a cidade que me viu nascer e crescer, foram analisados alguns edifícios do Centro Histórico, utilizando o método de Análise de Risco, o CHICHORRO.

## 1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação tem como principal objetivo a melhoria de uma metodologia de análise de Risco de Incêndio (RI) em edifícios existentes, que identifique as suas fragilidades, tendo em consideração a SCIE e que possibilite encontrar soluções mais adequadas a um edificado que importe preservar, integrando o *software* num *website*, de modo que permita ser acessível ao público interessado.

Tendo por base os modelos desenvolvidos, pelos antigos alunos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP): Daniel Martins (aluno que apresentou o método de avaliação de risco, CHICHORRO) [2], Ricardo Ferreira [3] (CHICHORRO 2.0) e João Pedro Teixeira [4] (CHICHORRO 3.0), a metodologia agora proposta (CHICHORRO 3.1) pretende corrigir algumas limitações e *bugs* e complementar o modelo CHICHORRO 3.0 com intervenções ativas e passivas de SCIE, consideradas de forma a atingir o designado RI aceitável.

Um dos objetivos da presente dissertação consistiu na implementação da nova versão do método, realizando a avaliação e análise do Mosteiro da Serra do Pilar, em Vila Nova de Gaia, Porto.

O último objetivo da presente dissertação foi avaliar o RI de uma zona no Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, no Porto, através da aplicação do modelo a 74 edifícios, de diferentes Utilização-Tipo (UT). Após a implementação do método e a avaliação de um número significativo de edifícios, procedeu-se à análise dos resultados e dos impactos que as intervenções possíveis tiveram na diminuição do RI, de forma a atingir o designado RI considerado aceitável. Todos os resultados foram devidamente tratados e representados em gráficos de forma a possibilitar ao leitor uma melhor compreensão dos mesmos.

## 1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos, estruturados de forma clara.

O primeiro capítulo “Introdução”, apresenta o enquadramento e justificação do tema, assim como os objetivos inerentes à sua realização e a estrutura da presente dissertação.

No Capítulo 2 “Estado da Arte”, é realizada uma abordagem sobre o histórico de incêndios urbanos em Portugal, na Zona de Estudo e no Mundo, assim como as suas consequências. É, ainda, abordado o conceito de análise de risco, alguns métodos de avaliação de RI e um enquadramento da legislação em vigor, no que diz respeito à SCIE.

O Capítulo 3 “Avaliação do Risco de Incêndio Medidas de Intervenção e Melhorias do Método CHICHORRO 3.1”, aborda a evolução do método, as melhorias e a implementação das intervenções.

No Capítulo 4 “Desenvolvimento do *Software* de Análise de Risco CHICHORRO 3.1”, são apresentadas as estruturas do código e *software* implementado.

No Capítulo 5 “Caso de Estudo: Aplicação do Método CHICHORRO 3.1 ao Mosteiro da Serra do Pilar, Vila Nova de Gaia”, é analisado o edifício com base na nova versão do método.

No Capítulo 6 “Caso de Estudo: Aplicação do Método CHICHORRO 2.0 a uma Zona do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, Porto”, são analisados 74 edifícios, através da aplicação da metodologia proposta. São, também, apresentados e analisados os respetivos resultados.

No Capítulo 7 “Conclusões e Desenvolvimentos Futuros”, são apresentadas as conclusões e resultados obtidos durante a realização da presente dissertação, assim como propostas para trabalhos futuros.

# 2

## ESTADO DA ARTE

### 2.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo é feita uma abordagem acerca do histórico de incêndios urbanos de maior relevância, deflagrados em Portugal e na zona de estudo, assim como as suas consequências. São, ainda, apresentados incêndios que deflagraram durante o período de elaboração da presente dissertação, tanto em território nacional como internacional.

Posteriormente, é feita uma abordagem ao conceito de risco e aos métodos de análise de Risco de Incêndio existentes, salientando o contributo do modelo CHICHORRO para a realização da presente dissertação. É ainda realizada uma breve descrição, com referência aos principais fatores intervenientes.

Por último, é feita uma descrição sobre a legislação em vigor, em Portugal, relativamente à SCIE.

### 2.2. HISTÓRICO DE INCÊNDIOS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

#### 2.2.1. INTRODUÇÃO

Ao analisar o histórico de incêndios urbanos, é possível obter dados relevantes sobre a potencial repetição das suas causas. Desta forma, é possível determinar medidas de intervenção precaucionais, que diminuam o Risco de Incêndio.

Neste subcapítulo é realizada uma breve referência acerca do assunto, através da elucidação dos principais incêndios históricos que deflagraram em Portugal e na zona de estudo, bem como alguns incêndios ocorridos durante a elaboração da presente dissertação, em Portugal e no Mundo.

A ANPC é a entidade que, em Portugal, tem a competência de assegurar o cumprimento do regulamento de SCIE, que se baseia nos "princípios gerais da salvaguarda da vida humana, do ambiente e do património cultural, visando reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios ou limitar o seu desenvolvimento." [5].

Segundo dados apurados junto da ANPC, nos últimos 5 anos, foram registados perto de 30.000 incêndios urbanos em Portugal continental, a maioria em habitações (mais de 26.000), enquanto no setor da indústria, oficinas e armazéns ocorreram cerca de 3.400. Em 2017, ocorreram 5.393 incêndios habitacionais no continente, dos quais resultaram 27 mortos e mais de 600 feridos. Quanto às ocorrências em indústria, oficina e armazéns, os 720 fogos registados pela ANPC, provocaram um morto e 47 feridos [6].

## 2.2.2. INCÊNDIOS HISTÓRICOS

### 2.2.2.1. Incêndios Históricos em Portugal

De seguida, são apresentados alguns exemplos de incêndios históricos, ocorridos em centros urbanos, em Portugal ao longo de vários anos:

- **20 de março de 1888 – Incêndio no Teatro *Baquet*, Porto [7]:** a plateia do teatro *Baquet* estava lotada, quando deflagrou um incêndio que provocou a morte de 120 pessoas;
- **25 de agosto de 1988 – Incêndio no Chiado, Lisboa [8]:** o mais trágico dos incêndios em centros históricos em Portugal, deflagrou nos armazéns Grandella e destruiu 18 edifícios. Este incêndio tirou a vida a 2 pessoas;
- **9 de janeiro de 2009 – Incêndio na Rua dos Clérigos, Porto [9]:** o incêndio que deflagrou no último piso de um edifício, onde resultaram 4 vítimas;
- **3 de outubro de 2009 – Incêndio no centro histórico de Guimarães [10]:** o incêndio ocorreu numa habitação, propagando-se rapidamente à cobertura do edifício e posteriormente aos telhados vizinhos.

### 2.2.2.2. Incêndios Históricos na Zona de Estudo

São, seguidamente, apresentados alguns exemplos de incêndios históricos, ocorridos em centros urbanos, nomeadamente na Zona de Estudo (Centro Histórico de Vila Nova de Gaia), ao longo de vários anos:

- **20 de outubro de 1971 – Incêndio nos Armazéns Quinta Noval, Vila Nova de Gaia [11]:** as chamas destruíram a totalidade dos armazéns;
- **24 de abril de 1979 – Incêndio nos Armazéns Sandeman, Vila Nova de Gaia [11]:** o incêndio destruiu os armazéns, que hoje já se encontram recuperados e são um exemplo de prevenção contra o Risco de Incêndio;
- **1 de março de 1990 – Incêndio nas Caves Delaforce, Vila Nova de Gaia [11]:** o incêndio causou a destruição dos armazéns;
- **24 de fevereiro de 1995 – Incêndio na Rua do Casino, Vila Nova de Gaia [11]:** um dos incêndios mais trágicos na zona histórica de Vila Nova de Gaia, o acesso condicionado dificultou a intervenção, causando a morte de 4 bombeiros;
- **13 de março de 1999 – Incêndio na Rua Calçada da Serra, Vila Nova de Gaia [11]:** o incêndio que deflagrou numa barraca deixou desalojadas 3 famílias.

### 2.2.3. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, EM PORTUGAL, NO DECURSO DA ELABORAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO

De seguida são apresentados alguns incêndios urbanos, em Portugal, que ocorreram durante a realização da presente dissertação:

- **8 de janeiro de 2019 – Incêndio em Restaurante em Benfica, Lisboa [12]:** o incêndio deflagrou na cozinha do restaurante “Edmundo”, mais concretamente numa conduta de extração de fumos. A estrada foi cortada e no local estiveram presentes 10 operacionais e 3 viaturas de combate ao incêndio e, ainda, um autotanque;

- **11 de janeiro de 2019 – Incêndio em Habitação em Campo de Ourique, Lisboa [13]:** o incêndio obrigou à evacuação do edifício e dos edifícios adjacentes. No local atuaram 37 operacionais e 11 veículos de combate ao incêndio;
- **17 de janeiro de 2019 – Incêndio na Fábrica Moldiflex em Serzedo, Vila Nova de Gaia [14]:** o incêndio de grandes proporções deflagrou na fábrica de plásticos e causou dificuldades aos 46 operacionais de Vila Nova de Gaia, da Aguda e dos Carvalhos, devido aos produtos tóxicos presentes no local. O incêndio contou, ainda, com 18 viaturas de combate ao incêndio e não causou feridos;
- **2 de fevereiro de 2019 – Incêndio em Centro Comercial, Lisboa [15]:** o incêndio deflagrou na condução de um restaurante do Centro Comercial Colombo. Devido ao rápido atuar dos 27 operacionais não foi necessário evacuar o edifício;
- **3 de fevereiro de 2019 – Incêndio em Centro Comercial em Tavira, Algarve [16]:** o incêndio deflagrou na zona de restauração do Centro Comercial Tavira Gran-Plaza, o fogo foi controlado apesar do pânico gerado. No local estiveram presentes os Bombeiros Municipais de Tavira, Olhão e Vila Real de Santo António e contou, ainda, com 2 veículos de combate ao incêndio, uma autoescada e um autotanque;
- **18 de março de 2019 – Incêndio em Habitação em Rio de Mouro, Sintra [17]:** o incêndio deflagrou no 2º piso de um edifício, estando confinado até ao último (4º piso). O incêndio tirou a vida a uma pessoa;
- **4 de abril de 2019 – Incêndio em ZOO, Maia [18]:** o incêndio matou 9 animais do Jardim Zoológico e contou com a ajuda de 4 operacionais e 1 viatura de combate ao incêndio;
- **8 de abril de 2019 – Incêndio em Habitação em Oliveira do Castelo, Guimarães [19]:** o incêndio foi combatido por 40 operacionais, tendo feito 1 vítima mortal;
- **13 de abril de 2019 – Incêndio em Habitação em Póvoa de Mileu, Guarda [20]:** a construção da habitação com o interior todo em madeira fez com que o incêndio se propaga-se em poucos minutos, estando a casa já consumida pelas chamas no momento da chegada dos bombeiros. O incêndio que deixou desalojada uma família, destruiu, por completo, a habitação. No local estiveram 30 operacionais e 5 viaturas de combate ao incêndio;
- **19 de abril de 2019 – Incêndio em Centro Comercial em Almada, Setúbal [21]:** o incêndio que deflagrou num restaurante do Almada Fórum obrigou à evacuação do centro comercial, após ter sido dado o alerta através do sistema interno de som. Foi acionada a equipa de 1ª intervenção do estabelecimento, conforme as normas de segurança contra incêndios, mas, não sendo suficiente, foram obrigados a alertar os bombeiros. No local estiveram 19 operacionais de Almada e Cacilhas e ainda 6 viaturas de combate ao incêndio;
- **9 de maio de 2019 – Incêndio na Fábrica Valmet, Ovar [22]:** o incêndio na fábrica de indústria de papel deflagrou numa máquina em manutenção que verteu óleo quente, na secção de calandragem. A fábrica foi evacuada, assim como um edifício adjacente, por precaução. Não houve destruição total, pois o fogo foi confinado apenas a uma secção da fábrica. O incêndio causou 2 feridos (com queimaduras ligeiras). No local atuaram 87 operacionais e 27 viaturas de combate ao incêndio.

#### 2.2.4. INCÊNDIOS DEFLAGRADOS, NO MUNDO, NO DECURSO DA ELABORAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO

Apresentam-se, de seguida, alguns incêndios importantes que ocorreram, no mundo, durante o período de elaboração da presente dissertação:

- **5 de janeiro de 2019 – Incêndio em espaço de diversão “Escape Room” em Koszalin, Polónia [23]:** cada vez mais popular em vários países, os desafios do “Escape Room”, consistem em procurar pistas para conseguir sair de uma sala ou edifício fechado, este incêndio, que deflagrou durante o “desafio” provocou a morte das 5 raparigas adolescentes que se encontravam dentro da sala. Após o incidente, o ministro ordenou a realização de testes de segurança contra incêndios em todos os locais de “Escape Room” do país;
- **5 de fevereiro de 2019 – Incêndio em Edifício em Paris, França [24]:** o incêndio deflagrou no 2º piso num edifício luxuoso de 8 andares, o fogo propagou-se a grande velocidade, tendo provocado 10 mortos e 37 feridos. Por precaução, vários edifícios próximos foram evacuados. No local estiveram 200 operacionais, durante mais de 6 horas, que ainda conseguiram resgatar 50 moradores;
- **8 de fevereiro de 2019 – Incêndio no Centro de treino do Clube de Futebol Flamengo no Rio de Janeiro, Brasil [25]:** o incêndio que deflagrou no Centro de treino destruiu, por completo, o local de alojamento para atletas das camadas de formação. Local este que, apenas, tinha permissão para estacionamento de veículos. O incêndio fez 10 mortos e 3 feridos;
- **17 de março de 2019 – Incêndio na Igreja histórica de Saint Sulpice em Paris, França [26]:** o incêndio deflagrou numa das igrejas mais icónicas da capital francesa, sendo referenciada no romance “O Código Da Vinci”. As chamas propagaram-se de forma rápida e violenta, contudo os 20 operacionais conseguiram atuar, igualmente, depressa, não tendo existido vítimas;
- **11 de abril de 2019 – Incêndio na Hotel em Marina d’Or, Espanha [27]:** decorria a viagem de finalistas, quando deflagrou um incêndio no Hotel Gran Duque. Foram evacuados os pisos superiores do edifício e devido à rápida atuação dos empregados do Hotel, quando os bombeiros chegaram o incêndio já se encontrava extinto;
- **15 de abril de 2019 – Incêndio na Catedral de Notre-Dame de Paris , França [28]:** o incêndio devastador que deflagrou no telhado da catedral, foi um dos mais marcantes da história da cidade, do país e do Mundo. Devido às obras de restauro a decorrer no momento que deflagrou o incêndio, existiam no local, cerca de 500 toneladas de andaimes, onde pode ter começado o incêndio. No local estiveram presentes 400 operacionais, durante 9 horas de luta feroz, tendo conseguido impedir a ruína do monumento;
- **29 de abril de 2019 – Incêndio em Edifício em Manila, Filipinas [29]:** o incêndio que deflagrou nos pisos superiores do edifício, foi controlado pelos bombeiros, não havendo feridos. A faixa de uma autoestrada, próxima do edifício, foi cortada devido à queda de destroços;
- **4 de maio de 2019 – Incêndio em Habitação em Marselha, França [30]:** o incêndio que provocou 3 vítimas mortais, deflagrou no r/c de uma habitação isolada e de pequenas dimensões. No local estiveram presentes 40 operacionais e 15 veículos de combate ao incêndio;
- **8 de maio de 2019 – Incêndio em Habitação em Nova Iorque, Estados Unidos da América [31]:** o incêndio numa habitação do complexo habitacional público Frederick E. Samuel, contou com a ajuda de aproximadamente 100 operacionais, no local. O incêndio fez 6 mortos.

### 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 aos danos materiais causados, incluindo todas as perdas intangíveis consideráveis, como, a intermissão da atividade, a deterioração do meio ambiente ou a destruição de bens culturais e históricos insubstituíveis. “Se pretendermos eleger uma palavra-chave ligada à temática do incêndio, sem dúvida que “segurança” será a escolhida, podendo a sua quantificação ser feita através do risco de incêndio, o qual envolve um conjunto de fatores extremamente diversos, dos quais se destacam os seguintes:

- Probabilidade esperada de ocorrência de um determinado cenário de incêndio;
- Grau esperado de exposição a esse cenário;
- Maior ou menor capacidade potencial de afectação que o cenário pode apresentar.” [1]

Para que seja possível compreender a análise de risco, é necessário identificá-la, determinar a probabilidade de ocorrência e avaliar as suas consequências.

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 ( $G$ ), como se pode verificar na 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 resultantes da ocorrência do evento.

De igual forma, o risco pode ser representado através de um gráfico cujo eixo das ordenadas corresponde à probabilidade de ocorrência de um evento e o eixo das abcissas corresponde à gravidade das consequências resultantes, como se pode ver na Figura 2.1.

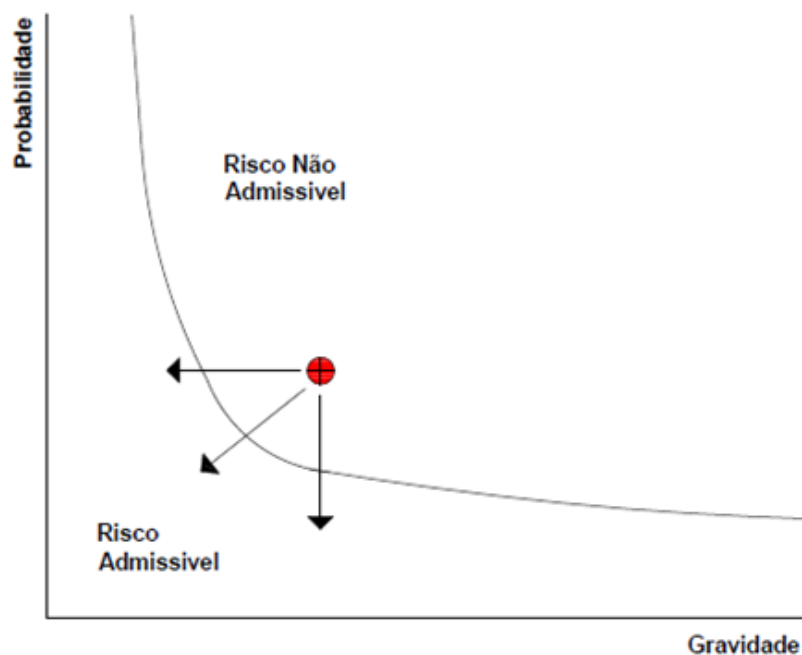


Fig. 2.1 – Representação gráfica do Risco, [2]

Analisando, cuidadosamente, a Figura 2.1, pode observar-se a existência de duas zonas de risco, sendo elas, o risco admissível (aceitável) e o risco não admissível (não aceitável). No que diz respeito ao RI real existente, importa compreender se esse risco é, ou não, admissível pelas sociedades, isto é, se o risco é ou não aceitável. O risco aceitável é função de variados fatores e pode variar no tempo. O que hoje é considerado risco aceitável, amanhã pode não o ser.

É ainda possível constatar, através da análise da Figura 2.1, a impossibilidade de se atingir um risco nulo, sendo apenas possível minimizar o risco de forma a torná-lo aceitável. Esta minimização do RI é alcançada através da implementação de medidas de prevenção e de proteção. Sendo as primeiras responsáveis por prevenir a ocorrência de incêndio e as segundas responsáveis por proteger a vida humana e os bens materiais [32].

As medidas de SCIE devem ser apoiadas por análises pormenorizadas dos edifícios, ainda na fase de projeto, para assim, realizar “um sistema integrado de segurança que contemple os diversos aspetos de segurança contra incêndio.” [32].

Existem cinco grandes etapas que ocorrem antes de um incêndio causar danos aos ocupantes, sendo elas: (1) ignição, (2) progressão do incêndio, (3) propagação do fumo, (4) evacuação dos ocupantes e (5) intervenção do corpo de bombeiros, como se pode ver na Figura 2.2. Cada um destes acontecimentos pode ser evitado, por meio de medidas de prevenção/proteção contra incêndio.

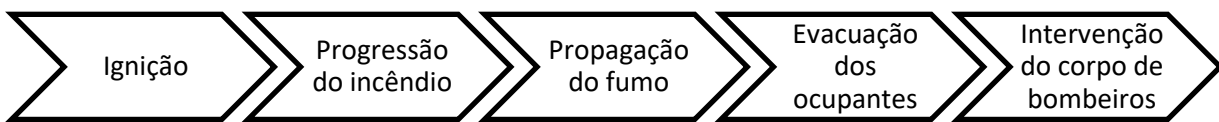


Fig. 2.2 – Apresentação das 5 etapas, [33]

A probabilidade do Cenário de Incêndio (CI) causar danos aos ocupantes depende do sucesso, ou insucesso, da resposta das medidas de proteção contra incêndio. Quanto mais baixas forem as probabilidades individuais de falha dessas medidas, menor é a probabilidade de o CI causar danos aos ocupantes. A avaliação de RI diz respeito, não só às medidas de proteção contra incêndio que são implementadas, mas também a quão confiáveis e eficazes são essas medidas.

O RI depende, não apenas da probabilidade de o CI causar danos aos ocupantes, como também da gravidade dos danos causados, como consequência desse cenário. O resultado do CI pode ser avaliado usando modelos de análise, tendo em consideração o tempo de propagação do fogo e do fumo, evacuação dos ocupantes e resposta do corpo de bombeiros [33].

## 2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

### 2.4.1. INTRODUÇÃO

A avaliação do RI dos edifícios surge ligada à ocorrência de grandes incêndios urbanos como o Grande Incêndio de Londres, em 1666, no qual uma imensa parte da cidade foi destruída. Estas ocorrências, levam a que as seguradoras tomem em linha de conta a prevenção da ocorrência destes sinistros ou, pelo menos, minimizem os danos causados por estes, de modo a proteger os seus clientes e a salvaguardar o seu património financeiro [3]. Mais recentemente (2019), o incêndio na Catedral de Notre-Dame, em Paris, que gerou preocupação e polémica pelo mundo.

O RI é uma consequência, indesejável, da atividade humana uma vez que qualquer projeto de edifício tem sempre associado um certo RI, ao longo da sua vida útil. Para que seja possível efetuar a análise do RI torna-se indispensável proceder à sua identificação, determinar a sua probabilidade de ocorrência e avaliar as suas consequências.

De seguida, é feita uma breve descrição dos métodos de avaliação de RI com alguma relevância para a elaboração da presente dissertação: Método de Gretener, ARICA, Marie&FEUP, MARIEE e CHICHORRO.

### 2.4.2. MÉTODO DE GRETENER

Este método, desenvolvido por Max Gretener, na Suíça (1968), tem como principal objetivo o apoio ao estabelecimento de prémios de seguros na indústria e armazéns de grande dimensão. Este é, provavelmente, o método de análise de RI mais divulgado, adaptado e utilizado, em todo o Mundo [1].

O método de Gretener baseia-se na análise do processo de incêndio, determinando os fatores que promovem o seu desenvolvimento, medindo os riscos de ativação em função do tipo de ocupação e ainda avaliando a contribuição das medidas de segurança para a redução do RI. Este método é utilizado para avaliar e comparar o nível de RI, com base em conceitos alternativos entre diferentes tipos de edifício. Os variados parâmetros e os respetivos pesos utilizados para calcular o RI neste método, foram obtidos, por consenso do meio técnico e científico, com base em dados estatísticos testados pela sua larga aplicação prática. “O método permite determinar e comparar o nível do risco de incêndio de diferentes hipóteses, avaliando as soluções adoptadas até obter o nível de segurança desejado, comparando o risco calculado com o máximo admissível.” [1].

Apesar deste método ser de importância inquestionável, com o passar dos anos e evolução constante, tornou-se um pouco desatualizado, tendo surgido algumas lacunas, “Essas insuficiências vão desde os valores apresentados para cargas de incêndio, alguns deles dificilmente justificáveis, até aspetos conceptuais como, por exemplo, os relacionados com a exposição das pessoas, a importância de determinados meios de segurança e a não consideração de alguns factores que influenciam o risco.” [1].

O método de Gretener considera a existência de três tipos de edifícios, no que à propagação de incêndio diz respeito:

- **Tipo Z** – Construção em células – dificulta e limita a propagação horizontal e vertical do edifício (células até 200 m<sup>2</sup>);
- **Tipo G** – Construção de grandes superfícies – permite e facilita a propagação horizontal do fogo, exceto a vertical (áreas superiores a 200 m<sup>2</sup>, num só piso);
- **Tipo V** – Construção de grande volume – favorece e acelera a propagação horizontal e vertical do fogo (vários pisos não compartimentados entre si).

O Risco de Incêndio efetivo ( $R$ ) resulta do produto entre o fator de perigo de ativação ( $A$ ) e o fator de exposição ao perigo ( $B$ ), como se pode reparar através da Equação 2.2.

$$R = A \times B \quad (2.2)$$

Em que:

- $R$  – Risco de Incêndio efetivo;
- $A$  – Fator de perigo de ativação;
- $B$  – Fator de exposição ao perigo.

O perigo de ativação ( $A$ ) quantifica a probabilidade de ocorrência do incêndio, dependendo de dois fatores, sendo eles, o tipo de exploração do edifício e os perigos criados pelos fatores humanos.

Quanto ao fator de exposição ao perigo ( $B$ ), este é definido pelo quociente entre o produto de todos os fatores potenciais de perigo ( $P$ ) e o produto de todos os fatores de proteção ( $M$ ), como se pode ver na Equação 2.3.

$$B = \frac{P}{M} \quad (2.3)$$

Em que:

- $B$  – Fator de exposição ao perigo;
- $P$  – Potenciais perigos;
- $M$  – Fatores de proteção.

O fator de exposição ao perigo ( $B$ ) tem em consideração quatro fatores:

- Potenciais perigos ( $P$ );
- Medidas normais de proteção ( $N$ );
- Medidas especiais de proteção ( $S$ );
- Medidas estruturais ( $F$ ).

Os potenciais perigos ( $P$ ) resultam do produto entre os perigos inerentes ao conteúdo do edifício e os perigos inerentes ao edifício. Os perigos inerentes ao conteúdo têm em consideração a carga de incêndio mobiliária, a combustibilidade, a produção de fumos e o perigo de corrosão e toxicidade, enquanto os perigos inerentes ao edifício, dependem da carga imobiliária, do nível do andar ou altura do local, da dimensão dos compartimentos de incêndio e a relação entre as suas dimensões.

Os fatores de proteção, referentes às medidas que dificultam o desenvolvimento do incêndio, são as medidas normais e especiais de proteção e as medidas estruturais ( $N, S, F$ ).

Com base nestes critérios, o Risco de Incêndio efetivo obtém-se a partir da Equação 2.4.

$$R = B \times A = \frac{P}{N \times S \times F} \times A \quad (2.4)$$

O cálculo do Risco de Incêndio para um edifício é feito para o maior compartimento de incêndio ou para o mais perigoso. A verificação da Segurança Contra Incêndio é feita comparando o Risco de Incêndio efetivo ( $R$ ), com o Risco de Incêndio admissível ( $Ru$ ), que varia consoante as atividades desenvolvidas no edifício.

Considera-se que o edifício ou compartimento em análise verifica a Segurança Contra Incêndio quando o valor do Risco de Incêndio ( $R$ ) for inferior ao valor do Risco de Incêndio admissível ( $Ru$ ), como se pode verificar na Equação 2.5.

$$R < Ru \quad (2.5)$$

Nos casos em que a Equação 2.5 não se verificar, é necessário avaliar as medidas a adotar de modo a obter um Risco de Incêndio aceitável.

#### 2.4.3. ARICA

O ARICA (Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos) é um método desenvolvido por António Leça Coelho, investigador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) [1], e Ana Margarida Sequeira Fernandes (aluna que apresentou o método em dissertação de mestrado em Ciências da Construção pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, em 2006) [34], destinado à aplicação e avaliação do risco em edifícios já existentes e localizados em Centros Urbanos Antigos (CUA).

A metodologia desenvolvida determina a definição de três fatores globais de risco e um fator global de eficácia:

- Fator global de risco associado ao início de incêndio,  $FG_{II}$ ;
- Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício,  $FG_{DPI}$ ;
- Fator global de risco associado à evacuação do edifício,  $FG_{EE}$ ;
- Fator global de eficácia associado ao combate do incêndio,  $FG_{CI}$ .

Os fatores globais referidos cobrem a generalidade dos aspetos relacionados com a SCIE, desde a segurança dos ocupantes, dos bens materiais e do próprio edifício. Cada fator global é constituído por vários fatores parciais.

O fator global de risco associado ao início de incêndio ( $FG_{II}$ ) incide nas questões relacionadas com:

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

O seu valor é calculado através da Equação 2.6.

$$FG_{II} = \frac{FP_{EC} + FP_{IEL} + FP_{IG} + FP_{NCI}}{4} \quad (2.6)$$

O fator global de risco de desenvolvimento e propagação do incêndio ( $FG_{DPI}$ ) contempla:

- Carga de incêndio mobiliária do edifício ( $F_{CI}$ );
- Compartimentação corta-fogo ( $F_{CCF}$ );
- Sistemas de deteção, alerta e alarme de incêndio ( $F_{DI}$ );
- Equipas de segurança ( $F_{ES}$ );
- Afastamento entre vãos sobrepostos ( $F_{AV}$ ).

O seu valor é calculado através da Equação 2.7.

$$FG_{DPI} = \frac{F_{CI} + F_{CCF} + F_{DI} + F_{ES} + F_{AV}}{5} \quad (2.7)$$

O fator global de risco associado à evacuação do edifício ( $FG_{EE}$ ) está dividido em dois fatores ( $FI_{CE}$  e  $FI_E$ ):

Fator associado aos caminhos de evacuação ( $FI_{CE}$ ):

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

O seu valor é calculado através da Equação 2.8.

$$FI_{CE} = \frac{F_L + F_{DVE} + F_{NSL} + F_{IVE} + F_{PV} + F_{CF} + F_{SI}}{7} \quad (2.8)$$

Fator associado ao edifício ( $FI_E$ ):

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

O seu valor é calculado através da Equação 2.9.

$$FI_E = \frac{F_{DI} + F_{ES} + F_{EE}}{3} \quad (2.9)$$

Assim, o fator global de risco associado à evacuação do edifício ( $FG_{EE}$ ) é obtido da seguinte forma:

- Através da Equação 2.10, quando são cumpridas as exigências regulamentares:

$$FG_{EE} = \frac{FI_{CE} + FI_E}{2} \quad (2.10)$$

- Através da Equação 2.11, quando não são cumpridas as exigências regulamentares:

$$FG_{EE} = FC \times \frac{FI_{CE} + FI_E}{2} \quad (2.11)$$

Em que  $FC$  é igual a:

- 1,1 se  $NP \leq 3$  pisos;
- 1,2 se  $3 < NP < 7$  pisos; (NP = número de pisos)
- 1,3 se  $NP > 7$  pisos.

Por último, o fator global de eficácia do combate do incêndio ( $FG_{CI}$ ) é dividido em três fatores:

Fator exterior de combate a incêndio ( $FE_{CI}$ ):

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

O seu valor é calculado através da Equação 2.12.

$$FE_{CI} = \frac{F_{AE} + F_{HE} \times F_F}{2} \quad (2.12)$$

Fator interior de combate do incêndio no edifício ( $FI_{CI}$ ):

- Extintores ( $F_{EXT}$ );
- Redes de incêndio armadas ( $F_{RIA}$ );
- Colunas secas ou húmidas ( $F_{CS/H}$ );
- Sistemas automáticos de extinção ( $F_{SAE}$ );
- Fiabilidade da rede de alimentação de água e das equipas de segurança ( $F_F$ ).

O seu valor é calculado através da Equação 2.13.

$$FI_{CI} = \frac{(F_{EXT} + F_{RIA} + F_{CS/H} + F_{SAE}) \times F_F}{4} \quad (2.13)$$

Fator que considera novamente as equipas de segurança ( $F_{ES}$ ).

Assim, o fator global de eficácia do combate do incêndio ( $FG_{CI}$ ) é obtido através da Equação 2.14.

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI} + FI_{CI} + F_{ES}}{3} \quad (2.14)$$

Os valores dos fatores parciais são influenciados pelas condições reais dos edifícios, sendo obtidos por leitura de tabelas ou por equações desenvolvidas para o efeito.

A partir dos fatores globais determina-se o Fator Global de Risco ( $FGR$ ) que é comparado com o Fator de Risco de Referência ( $FRR$ ), como se pode ver na Equação 2.15.

$$RI = \frac{FGR}{FRR} \quad (2.15)$$

Este método é bastante demorado, pouco explícito e com uma enorme quantidade de cálculos intermédios, o que gera maior possibilidade de erro por parte do utilizador no cálculo dos diversos fatores.

#### 2.4.4. MÉTODO MARIE&FEUP

O método MARIE&FEUP foi desenvolvido por Ana Isabel Ramos da Costa (aluna que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2013) [35], e procura contemplar todos os aspetos subjacentes à definição de risco.

Assim sendo, o método desenvolvido assenta na definição de cinco fatores globais de Risco de Incêndio:

- $F_{II}$  – Fator início do incêndio;
- $F_P$  – Fator associado ao perigo no cenário de incêndio;
- $F_{DPI}$  – Fator de desenvolvimento e propagação do incêndio;
- $F_{EE}$  – Fator associado à evacuação do edifício em caso de incêndio;
- $F_{CI}$  – Fator associado ao combate do incêndio.

Com estes cinco fatores globais pretende-se abranger a maioria dos aspetos relacionados com a segurança ao incêndio e, conseqüentemente, o risco para os ocupantes e bens materiais, bem como, para os respetivos edifícios.

Cada fator global é constituído por diversos fatores parciais. Por sua vez, cada fator parcial é constituído por vários descritores. A cada descritor é atribuído um valor, sendo que nas situações em que esse valor é igual à unidade representa o cumprimento legislativo na área da SCIE. Valores superiores significam que a contribuição para o RI é maior do que a correspondente ao cumprimento legal. Valores inferiores correspondem a uma situação melhor do que o cumprimento legal, do ponto de vista da contribuição para o RI.

Assim, a determinação do RI tem por base o conceito explícito do risco, como se pode verificar na Equação 2.16.

$$RI = P \times G \quad (2.16)$$

Em que:

- $RI$  – Risco de Incêndio;
- $P$  – Probabilidade de ocorrência do incêndio;
- $G$  – Gravidade dos danos resultantes da ocorrência do incêndio.

A probabilidade de ocorrência do incêndio ( $P$ ) é função de características inerentes ao edifício, tais como, a caracterização da construção, as instalações elétricas, os edifícios fronteiros, entre outros, como se pode ver na Equação 2.17.

$$P = F_{II} \quad (2.17)$$

Em que:

- $F_{II}$  – Fator início de incêndio.

A gravidade é baseada nos perigos potenciais associados à gravidade de ocorrência de um incêndio e nos fatores de proteção, como se pode verificar na Equação 2.18.

$$G = \frac{\text{Perigos potenciais}}{\text{Fatores de Proteção}} = \frac{F_P}{\frac{(F_{DPI} + F_{EE} + F_{CI})}{3}} \quad (2.18)$$

Em que:

- $F_P$  – Fator associado ao perigo no cenário de incêndio, que é função do edifício e do seu conteúdo e do comportamento das pessoas dentro dele;
- $F_{DPI}$  – Fator de desenvolvimento e propagação do incêndio;
- $F_{EE}$  – Fator associado à evacuação do edifício em caso de incêndio, Equação 2.19;
- $F_{CI}$  – Fator associado ao combate do incêndio.

$$F_{EE} = F_{EL} + F_{VHE} + F_{VVE} \quad (2.19)$$

Em que:

- $F_{EL}$  – Fator associado à evacuação dos locais;
- $F_{VHE}$  – Fator associado à evacuação das vias horizontais;
- $F_{VVE}$  – Fator associado à evacuação das vias verticais.

Os valores dos vários descritores estão associados aos diversos fatores parciais.

Por fim, o valor do Risco de Incêndio é dado pela Equação 2.20.

$$RI = F_{II} \times \frac{F_P}{(F_{DPI} + \frac{(F_{EL} + F_{VHE} + F_{VVE})}{3}) + F_{CI}} \quad (2.20)$$

Nos casos em que o RI for superior a 1 é necessário avaliar quais as medidas de Segurança Contra Incêndio a adotar por forma a obter um risco aceitável, ou seja, inferior ou igual a 1.

#### 2.4.5. MÉTODO MARIEE

O método MARIEE (Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes), baseado no método de Ana Costa [35], foi desenvolvido por André Correia [36], para edifícios habitacionais, administrativos, escolares, hospitalares e hoteleiros, e por Jorge Pissarra [37], para edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculo.

O método MARIEE assenta em quatro fatores globais de Risco de Incêndio:

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

Do que foi descrito anteriormente salienta-se o facto de três dos fatores globais transitarem do método MARIEE&FEUP, sendo que o fator CTI é exclusivo do método MARIEE e que corresponde à associação de dois conceitos muito importantes da avaliação do risco: o perigo e a exposição ao incêndio.

Através destes quatro fatores globais, o método abrange todos os aspetos que intervêm no cálculo do RI, e consequentemente traduz o risco para as pessoas, para o edifício e tudo aquilo que ele encerra.

Também no método MARIEE os fatores globais são constituídos por fatores parciais. Por sua vez, cada fator parcial é definido por vários descritores, que representam as condições intrínsecas dos edifícios, com que o projetista pode ser confrontado na sua avaliação.

No método MARIEE, o conceito de RI é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência do incêndio pela gravidade das suas consequências, de acordo com a Equação 2.21.

$$RI = P \times G \quad (2.21)$$

Em que:

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

A probabilidade de ocorrência do incêndio depende das características do edifício que influenciam a deflagração deste, tais como a caracterização da construção, as instalações elétricas, os edifícios adjacentes, entre outros.

Deste modo, o método considera que o fator  $P$  é definido pelo fator global  $POI$ , Probabilidade de Ocorrência do Incêndio, como se pode verificar na Equação 2.22.

$$P = POI \quad (2.22)$$

A gravidade ( $G$ ) é traduzida pelas consequências decorrentes do incêndio, dado que no método resulta do 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 do Incêndio, como se pode verificar na Equação 2.23.

$$G = CTI \times (0,2 \times DPI + 0,8 \times ESCI) \quad (2.23)$$

O fator  $CTI$  traduz as consequências no  $CI$ , na Via Horizontal de Evacuação ( $VHE$ ) e na Via Vertical de Evacuação ( $VVE$ ). Este resulta da média aritmética das respetivas consequências parciais do incêndio, como se pode ver na Equação 2.24.

$$CTI = \frac{CPI_{CI} + CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{3} \quad (2.24)$$

Em que:

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

As consequências do incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam de um balanço entre o perigo potencial decorrente do incêndio e a exposição a esse perigo, como se pode ver na Equação 2.25.

$$CTI = \frac{P}{E} \quad (2.25)$$

Em que:

- $CTI$  – Consequências Totais do 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 realizada dos cenários de incêndio até ao exterior.

Assim, no método MARIEE, o valor do Risco de Incêndio é obtido através da Equação 2.26.

$$RI = POI \times CTI \times (0,2 \times DPI + 0,8 \times ESCI) \quad (2.26)$$

A atribuição de pesos aos fatores globais  $DPI$  e  $ESCI$  deve-se, essencialmente, ao facto de estes privilegiarem a preservação do património edificado em detrimento da salvaguarda da vida humana. O método MARIEE privilegia claramente o segundo critério em prejuízo do primeiro ao considerar que o fator eficácia de combate do incêndio assume um papel de maior relevância porque corresponde ao salvamento das vítimas do sinistro, do que o fator desenvolvimento e propagação do incêndio.

#### 2.4.6. MÉTODO CHICHORRO

O método CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilidade Otimização da sua Redução com Obras) foi desenvolvido por Daniel Martins (aluno que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2015) [2]. Este método partilha muitas semelhanças, principalmente ao nível dos fatores globais e parciais, com o método MARIEE.

No método CHICHORRO, o conceito de RI é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência do incêndio pela gravidade das suas consequências, de acordo com a Equação 2.21.

Deste modo, o método considera que o fator P é definido pelo fator global POI, Probabilidade de Ocorrência do Incêndio, de acordo com a Equação 2.22.

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 do Incêndio, como se pode verificar na Equação 2.27.

$$G = \frac{2 \times CPI_{CI} + \left( \frac{CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{2} \right)}{3} \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (2.27)$$

O fator CTI traduz através da ponderação apresentada na Equação 2.28 as consequências no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE).

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + \frac{CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{2}}{3} \quad (2.28)$$

Em que:

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

As consequências do incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam de um balanço entre o perigo potencial decorrente do incêndio e a exposição a esse perigo, de acordo com a Equação 2.25.

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 realizada dos cenários de incêndio até ao exterior.

Assim, no Método CHICHORRO, o valor do RI é obtido através da Equação 2.29.

$$RI = POI \times CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (2.29)$$

A atribuição de pesos aos fatores globais DPI e ESCI deve-se, essencialmente, ao facto de estes privilegiarem a preservação do património edificado de forma equivalente ao da salvaguarda da vida humana. Assim, ao contrário do método MARIEE, estes dois fatores assumem pesos iguais.

#### 2.4.6.1 Método CHICHORRO 2.0

O método CHICHORRO 2.0 foi desenvolvido por Ricardo Ferreira (aluno que apresentou o modelo, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2016) [3] e aprimorado por Bruno Silva [38].

Este método consiste numa melhoria do método anterior, CHICHORRO, de forma a tornar o cálculo de Risco de Incêndio mais simples e intuitivo para o utilizador, bem como a melhoria do método anterior, passando de um método discreto para um método contínuo, permitindo analisar qualquer tipo de edifício, independentemente das suas características.

#### 2.4.6.2 Método CHICHORRO 3.0

O método CHICHORRO 3.0 foi desenvolvido por João Pedro Teixeira (aluno que apresentou o modelo, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2018) [4].

Este método consiste numa atualização do método anterior, CHICHORRO 2.0 e permite a utilização em qualquer plataforma digital, melhorando-o, através de alterações, nomeadamente no cálculo das consequências do incêndio, de correções de *bugs* e de limitações presentes no *software* anterior.

## 2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL

### 2.5.1. INTRODUÇÃO

A legislação em vigor, atualmente, é o Decreto-Lei nº. 220/2008, de 12 e novembro do RJ-SCIE e o, mais recente, Decreto-Lei nº. 224/2015, de 9 de outubro do RJ-SCIE. Ainda faz parte do regulamento atual a Portaria nº. 1532/2008, de 29 de dezembro, do RT-SCIE.

Com a introdução do regulamento em vigor, tornou-se aconselhável uma avaliação, com o objetivo de reduzir o número de ocorrências, assim como de vítimas mortais, de feridos, de prejuízos materiais, de danos patrimoniais, ambientais e de natureza social, com origem em incêndios urbanos e industriais.

A legislação de SCIE vai “de encontro às mais avançadas técnicas”, com o objetivo de reduzir a probabilidade de ocorrência do incêndio, limitar a progressão de incêndios, diminuindo a propagação de fumos e gases de combustão, auxiliar a rápida evacuação e o salvamento de pessoas em risco e possibilitar a intervenção dos meios de socorro, de forma eficaz e segura [5].

### 2.5.2. DECRETO-LEI Nº 220/2008 E DECRETO-LEI Nº 224/2015, RJ-SCIE

O RJ-SCIE [5] baseia-se (descrito no nº 1 do artigo 4º), face ao Risco de Incêndio, nos princípios gerais da preservação:

- Da vida humana;
- Do ambiente;
- Do Património Cultural.

Ainda de acordo com o RJ-SCIE [5] e definidas no n.º 2 do artigo 4.º, os princípios gerais convertidos em prescrições regulamentares são de aplicação geral a edifícios e recintos e visam:

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

O RJ-SCIE [5] encontra-se estruturado com base na definição das UT, dos locais de risco e das categorias de risco, assim como na caracterização da responsabilidade dos técnicos e das medidas de autoproteção, que orientam as distintas disposições de SCIE.

Foi publicado na Iª Série do Diário da República o Decreto-Lei n.º 224/2015 [39], que procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, que estabelece o RJ-SCIE.

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.

#### 2.5.2.1. Utilizações-Tipo

A cada edifício é atribuída uma ou mais UT (n.º 1 do artigo 8.º), em função do seu uso. As doze UT, que englobam todos os tipos de edifícios e recintos, encontram-se listadas de seguida [39]:

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

É também referido na legislação (nº 2 do artigo 8º), tendo em consideração o uso dos edifícios ou recintos, estes podem ser de utilização exclusiva ou de utilização mista.

#### 2.5.2.2. Locais de Risco

Os locais dos edifícios e recintos (nº 1 do artigo 10º), com exceção dos fogos de habitação e dos espaços afetos a circulações, são classificados de acordo com a natureza do RI em 6 classes (A a F), descritas sucintamente em seguida [39]:

- **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.

#### 2.5.2.3. Categorias de Risco

Cada UT pode ser classificada, quanto ao RI (nº 1 do artigo 12º), numa de quatro categorias de risco (1ª, 2ª, 3ª ou 4ª categorias, numa escala ascendente de risco) [39].

A categoria de risco de cada UT (nº 1 e 2 do artigo 13º) é a mais baixa que satisfaça integralmente os critérios definidos na legislação. 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 [39].

#### 2.5.3. PORTARIA Nº 1532/2008, RT-SCIE

Uma vez identificadas as utilizações-tipo do edifício e determinadas as respetivas categorias de risco, o RT-SCIE, [40], 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.

#### 2.5.3.1. Condições Exteriores

Os edifícios devem ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio. Deverá existir disponibilidade de água, por exemplo através de hidrantes, nas suas imediações para permitir o abastecimento desses veículos. Para além disso, a localização e implantação, na malha urbana, de novos edifícios deve ser condicionada, em função das respetivas categorias de risco e 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.

#### 2.5.3.2. Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção

Este ponto 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, os locais de risco e as 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, isto é, devem conservar a estabilidade com que foram projetados, quando sujeitos a um processo de aquecimento normalizado e durante um período determinado. Do mesmo modo, os elementos de compartimentação devem garantir, durante um certo período, 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.

#### 2.5.3.3. 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 na 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, designadas “zonas de refúgio”.

#### 2.5.3.4. 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/desenvolvimento.

#### 2.5.3.5. Equipamentos e Sistemas de Segurança

Este critério inclui a exigência de diversos equipamentos e sistemas de segurança nos edifícios, em função das suas utilizações e categorias de risco, assim como, o respeito pelas regras. Em seguida, são mencionadas 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, que 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 de fumos e gases da combustão para o exterior, 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.

#### 2.5.3.6. 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 UT e proporcionadas à respetiva categoria de risco.

Em edifícios existentes, onde as características construtivas se revelem 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

## AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO - MEDIDAS DE INTERVENÇÃO E MELHORIAS DO MÉTODO CHICHORRO

### 3.1

#### 3.1. INTRODUÇÃO

O método CHICHORRO 3.1 é uma evolução do método CHICHORRO 3.0, que por sua vez é uma melhoria do método CHICHORRO 2.0 e CHICHORRO. Neste capítulo vão ser apresentadas as alterações realizadas do método CHICHORRO 2.0 para o método CHICHORRO 3.0 e do mesmo para o CHICHORRO 3.1.

De seguida apresenta-se uma análise do método CHICHORRO 3.1, salientando as principais alterações às versões anteriores do modelo, tendo em consideração as dissertações desenvolvidas neste âmbito, nomeadamente dos antigos alunos da FEUP: Ricardo Ferreira [3], Bruno Silva [38] e João Pedro Teixeira [4].

A abordagem mais detalhada do modelo é realizada ao longo deste capítulo, apesar de ter sido introduzida sucintamente, no capítulo anterior.

#### 3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO CHICHORRO

##### 3.2.1. RISCO DE INCÊNDIO

A base do método não foi alterada no decorrer das várias versões, sendo, o conceito de RI traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência do incêndio pela gravidade das suas consequências, como se pode ver na Equação 3.1.

$$RI = P \times G \quad (3.1)$$

O método 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 do Incêndio.

Os fatores POI, DPI e ESCI transitam do método MARIE&FEUP e o fator CTI transita do método MARIEE.

Através do POI, do DPI, do ESCI e do CTI, é possível abranger todos os aspetos que intervêm no cálculo do RI e, assim, traduzir o risco para as pessoas, para o edifício e para os bens materiais.

Estes fatores globais são constituídos por fatores parciais e são definidos por diversos descritores, representantes das condições intrínsecas dos edifícios ou da sua utilidade.

O método CHICHORRO admite que o fator Probabilidade (P) é definido pelo fator global POI, como se pode verificar na Equação 3.2.

$$P = POI \quad (3.2)$$

A Gravidade (G) é traduzida pelas condicionantes decorrentes do incêndio, sendo o resultado do produto entre o fator global CTI e a média ponderada entre os fatores globais DPI e ESCI, como se pode ver na Equação 3.3.

$$G = CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (3.3)$$

Conforme se pode verificar na ponderação apresentada na Equação 3.4, o fator CTI traduz as consequências no CI e nas VHE e VVE.

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + \frac{CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{2}}{3} \quad (3.4)$$

De seguida, são apresentadas duas variantes da equação anterior devido à possibilidade da não existência de vias de evacuação. A Equação 3.5 correspondente à inexistência de uma das vias de evacuação e a Equação 3.6 correspondente à possibilidade de não existir qualquer tipo de via de evacuação (VE).

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + CPI_{VE}}{3} \quad (3.5)$$

$$CTI = CPI_{CI} \quad (3.6)$$

Em que:

- $CTI$  – Consequências Totais do Incêndio;
- $CPI_{CI}$  – Consequências Parciais do Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio;
- $CPI_{VHE}$  – Consequências Parciais do Incêndio associadas às Vias Horizontais de Evacuação;
- $CPI_{VVE}$  – Consequências Parciais do Incêndio associadas às Vias Verticais de Evacuação;
- $CPI_{VE}$  – Consequências Parciais do Incêndio associadas à Via de Evacuação.

As consequências do incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam da razão entre o perigo potencial decorrente do incêndio (produtos que se formam no decorrer do incêndio) e a exposição a esse perigo (tempo necessário para a evacuação do cenário de incêndio), como se pode verificar na Equação 3.7.

$$CPI = \frac{P}{E} \quad (3.7)$$

Em que:

- $CPI$  – Consequências Totais do Incêndio;
- $P$  – Perigo Potencial;
- $E$  – Exposição ao Perigo.

Assim, no método CHICHORRO 3.0, o valor do RI é obtido através da Equação 3.8.

$$RI = POI \times CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \quad (3.8)$$

Em que:

- *RI* – 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 do Incêndio.

No que diz respeito ao RI real existente, é importante perceber se esse risco é admissível pela sociedade, isto é, se o risco é aceitável ou não. As sociedades aceitam os riscos, se estes forem inferiores a determinados valores de referência (chamados limiares de risco). O Risco de Incêndio aceitável está dependente de diversos fatores e pode variar no tempo, sendo os principais critérios do RI aceitável a preservação da vida humana, dos edifícios e dos bens materiais, a manutenção das condições ambientais e a preservação do património. Com base nestes critérios são estabelecidos tempos de referência e comparando estes com o tempo de evacuação dos locais, resultam os valores dos fatores parciais.

É importante referir que o RI aceitável deverá variar consoante o ano de construção do edifício a intervir. No Quadro 3.1 é apresentado o valor máximo do RI aceitável segundo o ano de construção (ou reabilitação) do edifício em análise.

Quadro 3.1 – Valor máximo aceitável do Risco de Incêndio

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

É possível estabelecer uma divisão relativamente às tipologias dos edifícios de acordo com as suas características estruturais, diretamente relacionadas com a época de construção e com as tecnologias construtivas empregues, que serão apresentadas de seguida:

- Até 1755: Construção em alvenaria;
- Entre 1755 e 1880: Construção em lajes de madeira; paredes exteriores de alvenaria de pedra;
- Entre 1880 e 1940: Paredes interiores de alvenaria de pedra;
- Entre 1940 e 1960: Construção em lajes finas de betão; Varandas em betão; Paredes interiores de alvenaria de tijolo;
- A partir de 1960: Estrutura em pórticos de betão armado;
- A partir de 1975: Instalação elétrica com disjuntores, ligação à terra e condutores isolados;
- A partir de 1990: Caixa de escadas enclausuradas;

- A partir de 1997: Gás canalizado;
- A partir de 2009: Nova legislação em vigor.

De referir que entre os anos de 1755 e 1960 partes das estruturas dos pórticos eram em madeira, e por esse motivo, chamados “Edifícios antigos” e entre os anos de 1960 e 1997 as estruturas dos pórticos eram em betão armado, denominados de “Edifícios recentes”. Entre os anos de 1886 e 1975 as instalações elétricas corriam o risco de causar curto-circuito [35].

Deste modo, e para efeitos de aprovação de uma obra de reabilitação com base num futuro regulamento de SCIE, os valores de Risco de Incêndio aceitável devem traduzir esta diferente vulnerabilidade dos edifícios, face ao ano de construção.

### 3.2.2. ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO

É importante que os resultados obtidos sejam refletidos numa escala de valores para um melhor entendimento do leitor, fazendo um tratamento e enquadramento dos dados numa escala qualitativa sendo que a sensibilidade de resultados é mais alargada.

Esta proposta de classificação dos edifícios, que se pode ver na Figura 3.1, consiste numa escala dividida em 12 classes de acordo com o RI, respetivamente A++, A+, A, B+, B, B-, C+, C, C-, D, E, e F, correspondendo a primeira a um Risco de Incêndio igual ou inferior a 0,90, a última a um Risco de Incêndio superior a 1,70 e as restantes a intervalos de valores intermédios, sendo que a classificação é pelo menos A, desde que  $RI \leq 1,00$ .

Em relação ao Método MARIEE, a escala do método CHICHORRO 3.0 apresenta mais cinco classes que aquele, de forma que a classificação seja mais válida, tendo em conta o ajuste que se fez ao método e à data possível de construção do edifício em análise.

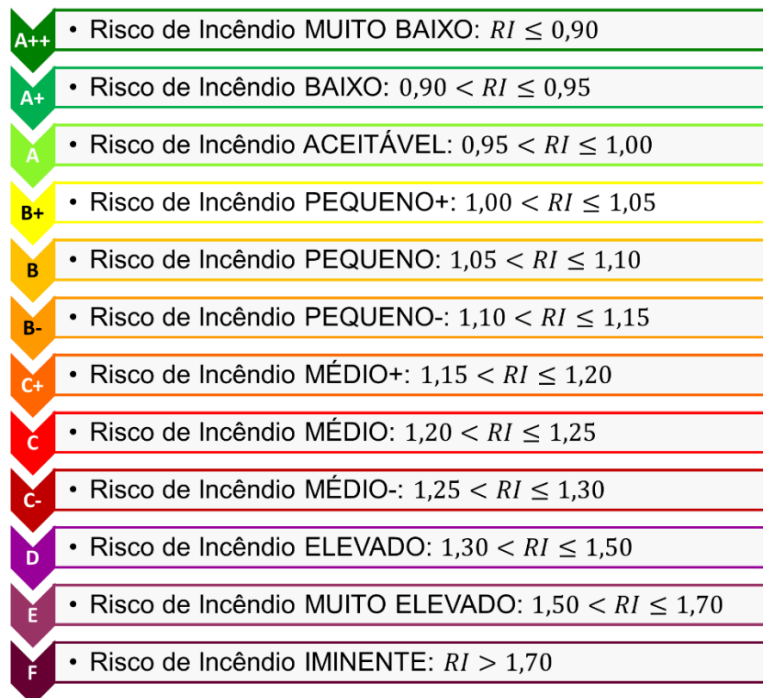


Fig. 3.1 – Escala de classificação de Risco de Incêndio do Método CHICHORRO

Em Portugal, mais especificamente nos CUA, os edifícios são construídos com materiais e tecnologias tradicionais, como a pedra, a madeira, a areia, a terra, o barro e a cal. A existência da madeira na construção destes edifícios permite perceber qual a reação, dos edifícios, face ao desenvolvimento e propagação do incêndio. Para além do tipo de material, também as instalações elétricas e gás natural são aspetos relevantes, pois representam um dos principais motivos para o início de um incêndio, através do curto-circuito.

Posto isto, o RI mínimo aceitável deve alterar consoante o ano de construção dos edifícios, considerando que um edifício mais antigo poderá assumir um valor maior de RI, tendo em conta, por um lado, os materiais utilizados e por outro lado, a menor exigência regulamentar da SCIE.

### 3.2.3. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO MÉTODO CHICHORRO

Como referido anteriormente, cada fator global é constituído por vários fatores parciais, que por sua vez, são constituídos por variados descritores.

De seguida serão apresentados os fatores parciais de cada um dos fatores globais, POI, CTI, DPI e ESCI, respetivamente.

Após a leitura dos fatores parciais é aconselhada a análise da dissertação desenvolvida por João Pedro Teixeira [4], onde é realizada uma descrição detalhada, para uma compreensão geral do método CHICHORRO.

#### 3.2.3.1 Fatores Parciais Associados ao Fator Global – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio (POI)

O fator global Probabilidade de Ocorrência do Incêndio (POI) é constituído por doze fatores parciais e seus descritores que serão descritos e comparados a seguir:

- **Caracterização da Construção (POI<sub>CC</sub>):** 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 existência de infiltrações de água, o tipo de constituição da laje (material incombustível ou combustível) e o tipo de revestimentos nas vias de evacuação;
- **Instalações de Energia Elétrica (POI<sub>IEE</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de energia elétrica para o início do incêndio. Foram considerados como fatores chave a proteção elétrica dos quadros, o estado de conservação da aparelhagem e circuitos, a existência de ligações “pirata” e, ainda, a relação entre a potência instalada e a potência contratada;
- **Instalações de Aquecimento (POI<sub>IA</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de aquecimento para o início do incêndio. Foram consideradas três situações distintas quando estas instalações não cumprem a legislação regulamentar: a primeira relativa a centrais térmicas, a segunda relativa a aparelhos autónomos e, por último, aparelhos que utilizem combustível sólido;
- **Instalações de Confeção de Alimentos (POI<sub>ICONFA</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de confeção de alimentos para o início do incêndio. Foi considerado o tipo de instalação existente em termos de combustível utilizado, se a ventilação e extrações dos gases de combustão cumprem a legislação e se contêm corte elétrico ou não;
- **Instalações de Conservação de Alimentos (POI<sub>ICONSA</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de conservação de alimentos para o início do incêndio.

- Relativamente a estas instalações considerou-se, exclusivamente, se cumprem ou não a legislação em vigor;
- **Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar (POI<sub>IVCA</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de ventilação e condicionamento de ar para o início do incêndio. Foram consideradas duas situações distintas quando estas instalações não cumprem a legislação em vigor: uma relativa às condições de instalação e outra relativa às condições de utilização;
  - **Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis (POI<sub>ILGC</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição das instalações de líquidos e gases combustíveis para o início do incêndio. Foram consideradas duas situações distintas quando estas instalações não cumprem a legislação: uma relativa às condições do local e do armazenamento e outra relativa às condições de utilização;
  - **Edifícios Fronteiros (POI<sub>EF</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição para o início de um incêndio de um edifício fronteiro devido à radiação através das aberturas que estão em confronto, decorrente da reduzida largura da rua que serve os edifícios. Foram consideradas três situações distintas: a altura do edifício, a distância entre edifícios fronteiros e se os elementos construtivos da fachada cumprem a legislação regulamentar em vigor;
  - **Edifícios Adjacentes (POI<sub>EA</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição dos edifícios adjacentes àquele que se analisa para o início de um incêndio num outro edifício devido à passagem do incêndio pela parede de empena ou pelas paredes guarda-fogo, quando estas não têm qualificação de resistência ao fogo;
  - **Frações Adjacentes (POI<sub>FA</sub>):** pretende traduzir a contribuição que frações adjacentes à que se apresenta como cenário de incêndio podem dar para o início de um incêndio na fração em análise devido à passagem do incêndio através dos seus elementos;
  - **Procedimentos ou Planos de Prevenção (POI<sub>PPP</sub>):** pretende traduzir a possível contribuição dos procedimentos e planos de prevenção no evitar do início do incêndio;
  - **Atividade (POI<sub>ATIV</sub>):** pretende traduzir a importância do tipo de atividade desenvolvida no edifício para o início de um incêndio.

### 3.2.3.2 Fatores Parciais Associados ao Fator Global – Consequências Totais do Incêndio (CTI)

O fator global Consequências Totais do Incêndio (CTI) é constituído por sete fatores parciais, três associados ao CI, dois associados às VHE e outros dois associados às VVE, por sua vez, os fatores parciais são constituídos por vários descritores, a seguir referido e comparados:

- **Consequências Parciais Do Incêndio No Cenário De Incêndio (CPI<sub>CI</sub>)**

Os descritores do CPI<sub>CI</sub> são os seguintes: **Potência (CPI<sub>CP</sub>):** pretende quantificar a contribuição da potência calorífica libertada, no cenário de incêndio, para as consequências totais do incêndio; **Fumo (CPI<sub>CF</sub>):** pretende quantificar a contribuição do fumo produzido, no cenário de incêndio, para as consequências totais do incêndio; **Materiais de revestimento (CPI<sub>CMR</sub>):** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento do cenário de incêndio, para as consequências totais do 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 Do Incêndio Na Via Horizontal De Evacuação (CPI<sub>VHE</sub>)**

Os descritores do CPI<sub>VHE</sub> são os seguintes: **Fumo (CPI<sub>VHEF</sub>):** pretende quantificar a contribuição do fumo presente, na via horizontal de evacuação, para as consequências totais do incêndio; **Materiais de revestimento (CPI<sub>VHEMR</sub>):** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento da via horizontal de evacuação, para as consequências totais do 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 Do Incêndio Na Via Vertical De Evacuação (CPI<sub>VVE</sub>)**

Os descritores do CPI<sub>VVE</sub> são os seguintes: **Fumo (CPI<sub>VVEF</sub>)**: pretende quantificar a contribuição do fumo presente, na via vertical de evacuação, para as consequências totais do incêndio; **Materiais de revestimento (CPI<sub>VVEMR</sub>)**: pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento da via vertical de evacuação, para as consequências totais do 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.

### 3.2.3.3 Fatores Parciais Associados ao Fator Global – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI)

O fator global Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI) é constituído por cinco fatores parciais e seus descritores a seguir descritos e comparados:

- **Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais (DPI<sub>REIC</sub>)**: 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, laje e via vertical de evacuação;
- **Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio (DPI<sub>EI</sub>)**: 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, Diedros e Guarda-Fogo (DPI<sub>VDGF</sub>)**: pretende traduzir o nível de proteção através das condições exteriores, nomeadamente o afastamento entre vãos, a resistência ao fogo das faixas verticais (diedros) e parede de empena/guarda-fogo;
- **Proteção das Paredes Exteriores (DPI<sub>PE</sub>)**: 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 tipo de sistema de construção;
- **Organização e Gestão de Segurança (DPI<sub>OGS</sub>)**: pretende traduzir a possível contribuição dos procedimentos ou planos de emergência, das ações de formação e/ou simulacros e da equipa de segurança no evitar de incidentes e prejuízos decorrentes do incêndio. Os procedimentos ou planos de prevenção foram considerados, anteriormente, no fator global POI, mais concretamente no POI<sub>PPP</sub>.

### 3.2.3.4 Fatores Parciais Associados ao Fator Global – Eficácia e Socorro no Combate a Incêndio (ESCI)

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

- **Grau de Prontidão dos Bombeiros (ESCI<sub>GP</sub>)**: pretende traduzir o tempo entre o início do incêndio, o começo do combate e o salvamento por parte dos bombeiros. Quanto mais tarde ocorrer essa mesma intervenção, maior será a dificuldade de extinção do incêndio. Este tempo depende de diversos fatores como a existência de deteção automática de incêndio, transmissão do alerta, distância e tempo de deslocação dos bombeiros. Foram considerados como fatores

- chave a existência ou não de deteção, qual o seu tipo (automática ou manual), a distância do trajeto e o tempo de chegada ao local;
- **Sinalização, Iluminação e Deteção nas Zonas Comuns (ESCI<sub>SID</sub>):** pretende traduzir o impacto que a sinalização, a iluminação, a deteção de incêndio em zonas comuns, a existência de OGS e, até mesmo, se a caixa de escadas (VVE) é exterior ou interior tem nos esforços de salvação dos ocupantes por parte dos bombeiros;
  - **Vias de Acesso ao Edifício (ESCI<sub>AE</sub>):** 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 fatores chave o andar do cenário de incêndio e o acesso das viaturas dos bombeiros, com ou sem constrangimento de posicionamento do veículo;
  - **Hidrantes Exteriores (ESCI<sub>HE</sub>):** a existência de água é fundamental para a eficácia do combate do incêndio por parte dos bombeiros. Foram considerados como fator chave a existência de hidrantes exteriores e a distância entre estes e o edifício em análise;
  - **Extintores (ESCI<sub>EXT</sub>):** 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, especialmente quando se trata de incêndios de líquidos. Para tal, é necessária formação. Considera-se ainda que, caso não exista uma equipa de segurança (OGS), a sua utilização pode ser menos eficaz ou nem sequer ocorrer;
  - **Redes de Incêndio Armadas (ESCI<sub>RIA</sub>):** tal como os extintores, a rede de incêndio armada pode representar um importante meio de extinção. Contudo, para que tal aconteça é necessário fazer uma utilização correta, nomeadamente através de formação. Foram considerados como fatores chave: redes de incêndio armadas (RIA) cumprirem a legislação e existência de OGS aliada a ações de formação, simulacros e planos de emergência ou prevenção;
  - **Corpo Privado de Bombeiros (ESCI<sub>CPB</sub>):** 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.

#### 3.2.4. PRINCIPAIS ALTERAÇÕES DA VERSÃO CHICHORRO 2.0 PARA A CHICHORRO 3.0

Em seguida, são apresentadas as principais melhorias implementadas na versão do método CHICHORRO 3.0, desenvolvido por João Pedro Teixeira [4], em comparação à versão anterior realizada por Ricardo Ferreira [3].

Foi realizada uma reformulação da maioria das tabelas referentes aos fatores globais POI, DPI e ESCI, de forma a reproduzirem melhor o RT-SCIE [40], nomeadamente nos fatores parciais: POI<sub>CC</sub>, POI<sub>IEE</sub>, POI<sub>ICONFA</sub>, POI<sub>IVCA</sub>, POI<sub>EF</sub>, POI<sub>FA</sub>, POI<sub>ATIV</sub>, DPI<sub>REIC</sub>, DPI<sub>EI</sub>, DPI<sub>VDGF</sub>, DPI<sub>OGS</sub>, ESCI<sub>GP</sub> e ESCI<sub>HE</sub>.

De forma a perceber os efeitos do fumo durante a evacuação por parte dos ocupantes, o tempo de percurso foi corrigido, corrigindo também o tempo de evacuação. O tempo de evacuação das vias horizontais de evacuação passou a ter em conta os efeitos nocivos do fumo na velocidade de evacuação podendo, desta forma, atrasar a evacuação dos utilizadores. Foi ainda adicionado um novo dispositivo de deteção de fumo, denominado de “Deteção por Aspiração”. Novas sequências de cálculo para os tempos de evacuação corrigidos foram adicionadas, quer no cenário de incêndio, quer na via vertical e horizontal de evacuação.

No que diz respeito à UT I – Habitação, foi definida a velocidade horizontal normal para habitações como a velocidade a utilizar no cálculo do RI, pois trata-se de uma UT em que os utilizadores têm um conhecimento elevado sobre a localização das saídas do CI e assim, foi proposto um aumento de 20% em relação à velocidade de evacuação normal.

Procedeu-se à criação de um cenário 4 que é constituído pelo cenário de incêndio, pela via horizontal e pela via vertical de evacuação.

Foram também realizados pequenos ajustes no que diz respeito a definições de variáveis, de forma a ter um significado mais explícito. Todas estas melhorias e ajustes tiveram um impacto acentuado nos valores obtidos do RI em comparação com o modelo CHICHORRO 2.0, mais concretamente no fator CTI.

### **3.3. MEDIDAS DE INTERVENÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.1**

#### **3.3.1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo pretende-se visar quais as soluções e medidas de intervenção que poderão ser aplicadas aos edifícios, de forma a reduzir o risco de ocorrência de um incêndio, sendo que as medidas podem ser ativas ou passivas. As primeiras abrangem a deteção, alarme e extinção de fogo, as segundas incluem o controlo dos materiais, os meios de evacuação, compartimentação e proteção da estrutura do edifício.

Todas as intervenções, mesmo as de fácil implementação (colocação de extintores, sinalética, mantas ignífugas, etc.), devem focar-se em alcançar os cinco objetivos comuns a todos os edifícios:

- Reduzir o risco de início do incêndio;
- Reduzir o risco de colapso de elementos com função de suporte e/ou compartimentação;
- Limitar a propagação e desenvolvimento do incêndio;
- Possibilitar a evacuação rápida e segura dos ocupantes;
- Facilitar o combate do incêndio por parte dos bombeiros.

##### **3.3.1.1. Medidas para Reduzir o Risco de Início do Incêndio**

A intervenção com vista à redução da probabilidade de ocorrência do incêndio, normalmente, apenas é possível através do melhoramento das condições existentes no edifício, à sensibilização das pessoas para o perigo real e do comportamento diário de modo a não comprometer a segurança, destacando-se as seguintes intervenções:

- OGS – Registos + Plano prevenção;
- Revisão da instalação elétrica;
- Revisão da instalação gás;
- Revisão da instalação Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Revisão da instalação aquecimento.

### 3.3.1.2. Reduzir o Risco de Colapso de Elementos com Função de Suporte e/ou Compartimentação

Este ponto é essencial para a segurança contra incêndio dos ocupantes dos edifícios, pois aquando da ocorrência de um incêndio existe de imediato uma forte preocupação com a capacidade de estabilidade que a estrutura terá perante a ação das chamas, de forma a não colapsar, colocando, desta forma, em causa a segurança dos ocupantes, e até dos bombeiros que procedam ao combate das chamas [41].

As intervenções e medidas que atuam sobre esta vertente são de extrema importância:

- Redução de infiltrações;
- Compartimentação – RF lajes;
- Selagem dos ductos piso a piso;
- Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE.

### 3.3.1.3. Limitar a Propagação e Desenvolvimento do Incêndio

As intervenções com vista a limitar a propagação e desenvolvimento do incêndio podem ser colocadas a dois níveis: o primeiro no interior do edifício, o segundo pelo exterior do edifício.

Relativamente à propagação do incêndio pelo interior do próprio edifício esta pode ocorrer através da caixa de escadas e/ou dos pavimentos, passando de um piso inferior para um piso superior. As possíveis intervenções para reduzir a probabilidade destes acontecimentos, são apresentadas em baixo:

- Extintores 1ª intervenção;
- Rede de incêndio armada 1ª intervenção;
- Rede de Extinção Automática (*Sprinklers*);
- Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção;
- Compartimentação – Enclausuramento caixa de escadas;
- Compartimentação – Portas CF nos CI;
- Selagem dos ductos piso a piso.

A propagação do incêndio pela envolvente exterior pode concretizar-se através dos vãos, quando estes não cumpram a distância regulamentar entre vãos sobrepostos, 1,10 m, como se pode verificar na Figura 3.2, ou num edifício com fachadas em diedros, que não respeitem a distância mínima regulamentar de 1,5 m para um ângulo menor 100° e 1,0 m para um ângulo entre 100° e 135° (Figura 3.3). A propagação do incêndio pelo exterior, pode ainda acontecer se a distância mínima entre edifícios adjacentes não cumprir os 4 m (edifícios até 9 m de altura) e 8 m (edifícios com mais de 9 m de altura), (Figura 3.4). [32]. As intervenções que atuam nesta vertente são as seguintes:

- Proteção dos vãos para edifícios fronteiros;
- Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos.



Fig. 3.2 – Propagação do incêndio através de vãos, [42]

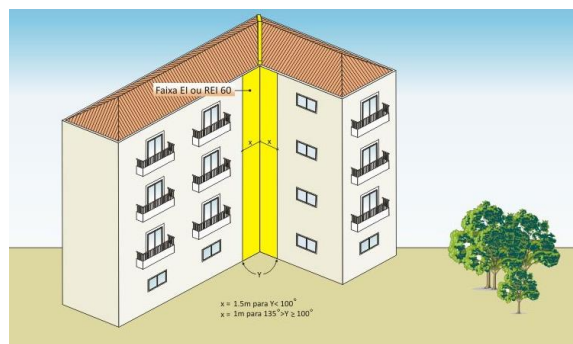


Fig. 3.3 – Propagação do incêndio através de fachadas em diedros, [42]



Fig. 3.4 – Propagação do incêndio através de edifícios adjacentes, [42]

#### 3.3.1.4. Medidas para Facilitar a Evacuação

Uma das maiores questões que se coloca, no que diz respeito a edifícios situados em centros históricos, é o facto da evacuação rápida e segura das pessoas ser de maior dificuldade, assim como as intervenções a efetuar.

Apenas em edifícios sujeitos a intervenções de recuperação profunda é possível melhorar, significativamente, as condições de evacuação, devendo cumprir-se a legislação atual, nomeadamente na proteção e compartimentação ao fogo e no controlo do fumo.

Existem algumas medidas que podem ser implementadas no sentido de facilitar a evacuação dos ocupantes e alertar as entidades competentes em caso de emergência, tais como:

- Sinalização nas Vias de Evacuação;
- Iluminação nas Vias de Evacuação;
- Sinalização e Iluminação na CI;

- Detecção dentro das frações;
- Controlo de fumo – claraboias regulamentares e entrada de ar;
- Controlo de fumo – CI;
- OGS – Plano emergência + Simulacro;
- OGS – Formação;
- Instalação ou reparação de escadas de salvação.

#### 3.3.1.5. Medidas para o Combate ao Incêndio por parte dos Bombeiros

É fundamental conhecer os meios de combate ao incêndio por parte dos bombeiros. Para que os bombeiros possam chegar rapidamente ao local e combater de forma eficaz o incêndio, têm de estar equipados com meios de ataque adaptados:

- Hidrantes exteriores <30m do edifício;
- Redução do estacionamento condicionado pela Câmara Municipal;
- Rede de incêndio armada e coluna seca 2ª intervenção.

Relativamente ao custo por m<sup>2</sup> e às intervenções propostas, tentou-se obter mais informação por parte de projetistas e orçamentistas ligados à área da reabilitação no sentido de averiguar o real custo por m<sup>2</sup> e quais as intervenções mais viáveis e utilizadas numa reabilitação, no entanto não se obteve resposta durante o tempo útil deste trabalho. Posto isto, as intervenções e os preços são apenas indicativos, podendo estar sujeitos a nova reformulação.

#### 3.3.2. MEDIDAS PROPOSTAS PELO MÉTODO CHICHORRO 3.1

##### 3.3.2.1. Aspetos Gerais

Na escolha das medidas de intervenção começou-se por analisar o Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 224/2015 de 9 de outubro, cujo artigo 15.º determina que sejam regulamentadas por portaria do membro do governo responsável pela área da proteção civil, Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, as disposições técnicas gerais e específicas de SCIE, referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, ao isolamento e proteção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoproteção [43].

##### 3.3.2.2. Intervenções Implementadas

De seguida expõem-se as intervenções ativas e passivas já selecionadas na versão CHICHORRO 2.0 e, ainda, três novas intervenções ativas criadas de raiz, nomeadamente as intervenções referentes ao número 8, 16 e 18. É também apresentado qual dos fatores globais incluídos no método (POI, CTI, DPI e ESCI) é afetado por cada intervenção e respetivo custo. Por sua vez, para cada intervenção, a redução de cada fator foi avaliada e verificou-se que foi necessário melhorar a definição de alguns quadros de fatores parciais para incluir o impacto dessa intervenção. O Método CHICHORRO 3.1 foi então implementado tendo em consideração o impacto correto destas intervenções nos valores atribuídos aos fatores parciais do risco de incêndio. Os resultados deste estudo são apresentados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Medidas de Intervenção Ativas e Passivas

		Intervenção	Fator parcial condicionante				Custo €/m2
Ativas	1	Hidrantes exteriores <30m do edifício	ESCI he				50
	2	Redução do estacionamento condicionado pela Câmara	POI ef	ESCI ae			20
	3	Sinalização nas Vias de Evacuação	CTI	ESCI sid			1
	4	Iluminação nas Vias de Evacuação	CTI	ESCI sid			5
	5	Sinalização e Iluminação na CI	CTI				10
	6	Deteção dentro das frações com média fiabilidade - 100seg	CTI	ESCI gp			3
	7	Deteção dentro das frações com grande fiabilidade - 50seg	CTI	ESCI gp			3
	8	Deteção dentro das frações com elevada fiabilidade - 30seg	CTI	ESCI gp			3
	9	Deteção nas Vias de Evacuação	ESCI sid				2
	10	Controlo de fumo - claraboias regulamentares e entrada de ar passivo nas Vias de Evacuação	CTI	DPI reic			7
	11	Controlo de fumo - CI	CTI				50
	12	Extintores 1ª intervenção	ESCI ext				1
	13	Rede de incêndio armada 1ª intervenção	ESCI ria+cs				25
	14	Rede de incêndio armada e coluna seca 2ª intervenção	ESCI ria+cs				25
	15	Rede de Extinção Automática (Sprinklers)	CTI				150
	16	OGS - Registos + Plano prevenção	POI ppp / ivca	ESCI ext / ria+cs	DPI ogs		5
	17	OGS - Plano emergência + Simulacro	CTI	ESCI ext / ria+cs	DPI ogs		5
	18	OGS - Formação	POI ppp	CTI	ESCI ext / ria / sid	DPI ogs	5
Passivas	19	Redução infiltrações	POI cc				50
	20	Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF	POI fa	DPI ei			15
	21	Instalação ou reparação de escadas de salvação	CTI				50
	22	Proteção dos vãos para edifícios fronteiros	POI ef	DPI vdgl			20
	23	Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos	POI ea	DPI pe			7
	24	Compartimentação - RF lajes	POI fa				10
	25	Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas	POI fa	DPI reic			50
	26	Selagem dos ductos piso a piso	POI fa				100
	27	Compartimentação - Portas CF nos CI	POI fa	DPI ei			15
	28	Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE	POI cc	CTI			20
	29	Revisão da instalação elétrica	POI iee / fa				20
	30	Revisão da instalação gás	POI ilgc / fa				5
	31	Revisão da instalação AVAC	POI ivca / fa				5
	32	Revisão pequena da instalação aquecimento	POI ia				5
	33	Revisão grande da instalação aquecimento	POI ia				2
	34	Revisão da instalação de confeção e conservação alimentos	POI iconfa / iconsa				10

### 3.3.2.3. Combinação de Intervensões

Uma vez que muitas das reabilitações em edifícios têm vários níveis de intervenção, a SCIE, encara como intervenções de nível “ligeiro”, “intermédio” ou “profundo” consoante a intervenção principal da reabilitação do edifício.

De modo a reduzir o RI nos edifícios foram agrupadas as intervenções do Quadro 3.2, por graus de intervenção, G1, G2 e G3, sendo G1 intervenções mais “ligeiras” e G3 intervenções mais “profundas” no edifício.

Classificaram-se as intervenções a efetuar nos edifícios, em três níveis diferentes:

- **G1 – Intervenção de Nível Ligeiro** – Intervenção no edifício sem necessidade de demolição, não sendo necessário intervir nas soluções e sistemas construtivos principais, precisando de pequenas obras de reparação e/ou beneficiação dos edifícios. Não obriga a realojamentos, podendo ser efetuadas sem comprometer o dia a dia dos ocupantes (Deteção, Iluminação, Extintores, Sinalética);
- **G2 – Intervenção de Nível Intermédio** – Necessidade de demolição ou abertura nas paredes, instalação elétrica, que apresentam um estado de degradação superior ao anterior, exigindo obras significativas de construção civil e em que se pressupõe a manutenção dos pavimentos. Para além dos trabalhos referidos para as intervenções ligeiras, inclui a substituição das instalações elétricas e hidráulicas e a beneficiação das partes comuns; a melhoria das condições funcionais, ambientais e formais dos espaços, particularmente cozinha e casas de banho, onde se incluem sistemas de ventilação, abastecimento/escoamento de águas e equipamentos, procurando o cumprimento da legislação de SCIE em vigor; a reparação/substituição das

carpintarias e caixilharias, alguns elementos estruturais e a reparação geral dos revestimentos da cobertura e paredes.

- **G3 – Intervenção de Nível Profundo** – Alteração da arquitetura, enclausuramento de caixas de escadas, que exige intervenção em zona extremamente degradada, que pode incidir sobre um único edifício ou atingir a totalidade de um quarteirão. Este tipo de alterações implica demolições e reconstruções, no âmbito da estrutura, das circulações verticais e horizontais, dos revestimentos e acabamentos das construções, obrigando à natural coexistência de diferentes sistemas e materiais.

Para auxiliar o utilizador, o método é composto por conjuntos de intervenções ativas e passivas específicas para cada UT, atendendo aos 3 graus definidos anteriormente. Foi realizado um estudo prévio, elaborado por Ricardo Ferreira [3], com o objetivo de formar esses conjuntos e de forma a facilitar uma intervenção possível.

É de realçar a existência de UT com dois e três níveis de intervenção, podendo estas últimas estar subdivididas em dois, podendo perfazer um total de seis níveis de intervenção. Salienta-se, ainda, que o G2 engloba o G1 e que o G3 engloba ambos, sendo assim, o G3 o grau de intervenção mais completo e, conseqüentemente, mais dispendioso.

De seguida são apresentadas possíveis combinações das intervenções representadas no Quadro 3.2, que o orientador da presente dissertação pressupõe como aquelas que faziam mais sentido para a redução do Risco de Incêndio, como se pode verificar no Quadro 3.3. São exemplos as UT VII – Restauração e UT II – Estacionamento.

Quadro 3.3 – Combinações de intervenções possíveis

	Intervenção	Restauração UT VII			Estacionamento UT II	
		G1	G2	G3	G1	G2
<b>Ativas</b>	1 Hidrantes exteriores <30m do edifício		x	x		x
	2 Redução do estacionamento condicionado pela Câmara			x		x
	3 Sinalização nas Vias de Evacuação	x	x	x	x	x
	4 Iluminação nas Vias de Evacuação	x	x	x	x	x
	5 Sinalização e Iluminação na CI	x	x	x	x	x
	6 Detecção dentro das frações com média fiabilidade - 100seg	x	x	x	x	x
	7 Detecção dentro das frações com grande fiabilidade - 50seg		x	x		
	8 Detecção dentro das frações com elevada fiabilidade - 30seg					
	9 Detecção nas Vias de Evacuação			x		
	10 Controlo de fumo - claraboias regulamentares e entrada de ar passivo nas Vias de Evacuação			x		x
	11 Controlo de fumo - CI		x	x		x
	12 Extintores 1ª intervenção	x	x	x	x	x
	13 Rede de incêndio armada 1ª intervenção		x	x		x
	14 Rede de incêndio armada e coluna seca 2ª intervenção			x		x
	15 Rede de Extinção Automática (Sprinklers)			x		x
	16 OGS - Registos + Plano prevenção	x	x	x	x	x
	17 OGS - Plano emergência + Simulacro					
	18 OGS - Formação	x	x	x	x	x
<b>Passivas</b>	19 Redução infiltrações	x	x	x	x	x
	20 Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF		x	x		x
	21 Instalação ou reparação de escadas de salvação			x		x
	22 Proteção dos vãos para edifícios fronteiros		x	x	x	x
	23 Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos			x		x
	24 Compartimentação - RF lajes			x		x
	25 Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas			x		x
	26 Selagem dos ductos piso a piso			x		x
	27 Compartimentação - Portas CF nos CI		x	x	x	x
	28 Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE	x	x	x		x
	29 Revisão da instalação elétrica	x	x	x	x	x
	30 Revisão da instalação gás		x	x	x	x
	31 Revisão da instalação AVAC		x	x		
	32 Revisão pequena da instalação aquecimento		x	x		
	33 Revisão grande da instalação aquecimento			x		
	34 Revisão da instalação de confeção e conservação alimentos	x	x	x		

### 3.4. MELHORIAS DO MÉTODO CHICHORRO 3.1

#### 3.4.1. INTRODUÇÃO

De seguida serão retratadas as melhorias desenvolvidas no método CHICHORRO, uma vez que houve a necessidade de realizar algumas alterações, de modo a refletir o valor das medidas de intervenção.

Durante a realização da presente dissertação, no que diz respeito à programação, foi necessário perceber e refletir acerca do impacto de cada uma das intervenções, tendo sido oportuno realizar algumas alterações nos fatores parciais.

A SCIE não depende somente de um bom projeto e da boa execução desse mesmo projeto na fase de construção do edifício. A entrada em vigor do RJ-SCIE veio colmatar uma importante lacuna no que se refere à segurança contra incêndio dos edifícios. O RJ-SCIE tem princípios direcionados para a prevenção da vida humana, do ambiente e do património cultural. Assim, para garantir um dos pilares fundamentais da SCIE, foi considerado a criação de uma melhoria no método para refletir a importância da formação dos ocupantes do edifício.

As Medidas de Autoproteção consistem em procedimentos de organização e gestão da segurança e têm como finalidade a garantia da manutenção das condições de segurança definidas no projeto, a garantia de uma estrutura mínima de resposta a emergências, a salvaguarda dos equipamentos e sistemas de segurança contra incêndios, de modo a que estes se encontrem em condições de ser operados permanentemente e que, em caso de emergência, os ocupantes abandonam o edifício em segurança.

Existem três tipos principais de medidas de autoproteção:

- Medidas de Prevenção: procedimentos de prevenção ou planos de prevenção, formação em segurança contra incêndio e simulacros. As ações de formação destinam-se a todos os funcionários e colaboradores das entidades exploradoras. Inclui-se também a formação específica destinada aos elementos que lidam com situações de maior risco de incêndio ou que pertençam às equipas da organização de segurança. Os simulacros são testes do plano de emergência interno e treino dos ocupantes;
- Medidas de Intervenção em caso de Incêndio: procedimentos de emergência ou planos de emergência internos;
- Registos de Segurança: conjunto de relatórios de vistoria ou inspeção e relação de todas as ações de manutenção e ocorrências direta ou indiretamente relacionadas com a SCIE.

A prevenção, segurança e intervenção só são exequíveis se as pessoas que utilizam e ocupam os edifícios tiverem consciência dos riscos, compreenderem as medidas de segurança e forem capazes de executar os procedimentos de prevenção e emergência.

Devem possuir formação, no âmbito da Segurança contra Incêndios, todos os funcionários e colaboradores das entidades exploradoras dos espaços afetos às UT, bem como todas as pessoas que exerçam atividades profissionais nesses espaços por períodos superiores a 30 dias por ano e todos os elementos com atribuições previstas nas atividades de autoproteção.

Estas ações de formação podem consistir em sensibilizar na SCIE, com o objetivo de familiarizar os ocupantes com os espaços e com a identificação dos respetivos riscos de incêndio, com o cumprimento dos procedimentos e planos de prevenção contra incêndio, procedimentos de alarme e procedimentos gerais de atuação em caso de emergência, e ainda com as instruções básicas de utilização dos meios de primeira intervenção, designadamente dos extintores portáteis [44].

Paralelamente ao RJ-SCIE também o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho (Lei n.º 102/2009, artigo 15º) exige que “O empregador deve estabelecer em matéria de primeiros socorros, de combate a incêndios e de evacuação as medidas que devem ser adotadas e a identificação dos trabalhadores responsáveis pela sua aplicação, bem como assegurar os contactos necessários com as entidades externas competentes para realizar aquelas operações e as de emergência médica.” [45].

Como já foi referido anteriormente, recomenda-se a leitura da dissertação desenvolvida por João Pedro Teixeira [4], onde se encontra descrita a análise dos Fatores Globais e Parciais do método CHICHORRO 3.1.

Em comparação à anterior versão do método CHICHORRO, apenas foram modificados parâmetros em alguns fatores parciais. De seguida são apresentadas as características e melhorias dos seguintes:  $CPI_{VHE}$ ,  $CPI_{VVE}$ ,  $DPI_{OGS}$ ,  $ESCI_{GP}$ ,  $ESCI_{EXT}$ ,  $ESCI_{RIA+CS}$ .

#### 3.4.2. FATOR PARCIAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO – $CPI_{VHE}$ E $CPI_{VVE}$

O cálculo do fator global CTI já considerava a sinalização no  $CPI_{CI}$ ,  $CPI_{VHE}$  e  $CPI_{VVE}$ , sendo igual para todos os fatores parciais. Com o intuito de melhorar a representação de uma situação real, isto é, podendo existir, ou não, diferentes situações de sinalização e/ou iluminação nos diferentes espaços (CI, VHE e VVE), é questionado ao utilizador a sinalização/iluminação existente nos diferentes cenários, tendo como hipóteses:

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

Com o intuito de melhor aplicar as medidas de intervenção propostas, as seguintes intervenções foram revistas e alteradas no processo de melhoria do método:

- Intervenção 3: Sinalização nas Vias de Evacuação;
- Intervenção 4: Iluminação nas Vias de Evacuação.

Desta forma, foi necessário distinguir a sinalização e a iluminação dos diferentes locais de evacuação para melhor refletir a realidade sentida nos edifícios e para melhor ser aplicado cada uma das intervenções de forma a cada uma delas, terem um impacto diferente consoante o tipo de intervenção e local intervencionado.

3.4.3. FATOR PARCIAL DESENVOLVIMENTO PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO – DPI<sub>OGS</sub>

Uma das medidas de autoproteção referidas foi a realização de simulacros e organização e gestão de segurança. Neste sentido, foram modificados os descritores do fator parcial DPI<sub>OGS</sub> para melhor demonstrar as implicações das medidas de autoproteção, como se pode comparar nos Quadros 3.4 e 3.5.

Quadro 3.4 – DPI<sub>OGS</sub> CHICHORRO 3.0

DPI <sub>OGS</sub>		Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00	
Procedimento ou Plano de Emergência	Não Exigido	0,70	0,90
	Exigido	0,80	1,30
Ação de Formação e/ou Simulacro	Não Exigido	0,50	0,70
	Exigido	0,60	1,10
Equipa de Segurança	Não Exigido	0,60	0,80
	Exigido	0,70	1,20
Não Existe		1,40	

Houve a necessidade de alterar o quadro DPI<sub>OGS</sub> de forma a que, no processo de cálculo, os procedimentos de emergência e os planos de emergência fossem distintos. O mesmo acontece com as ações de formação que foram integradas em cada uma das variáveis “Plano de Emergência + Simulacro”, “Registos + Plano de Prevenção” e “Registos + Procedimento de Prevenção”.

Neste sentido, as seguintes intervenções espelham a necessidade da alteração do quadro DPI<sub>OGS</sub> para melhor de adequarem ao impacto destas intervenções no fator DPI<sub>OGS</sub>:

- Intervenção 16: OGS – Registos + Plano Prevenção;
- Intervenção 17: OGS – Plano Emergência + Simulacro;
- Intervenção 18: OGS – Formação.

Quadro 3.5 – DPI<sub>OGS</sub> CHICHORRO 3.1

DPI <sub>OGS</sub>		Existe apesar de não exigido	Respeita Totalmente Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0.00		
Plano de Emergência + Simulacro	Sem Formação	0.90	1.30	1.40
	Com Formação	0.60	1.00	1.30
Registos + Plano de Prevenção	Sem Formação	0.90	1.20	1.30
	Com Formação	0.70	1.00	1.20
Registos + Procedimento de Prevenção	Sem Formação	0.80	1.00	1.20
	Com Formação	0.60	0.80	1.10

### 3.4.4. FATOR PARCIAL EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO – ESCI<sub>GP</sub>

Os parâmetros “Aspiração”, “Ótico” e “Termovelocimétrico” foram adaptados para o quadro do fator parcial ESCI<sub>GP</sub> tendo sido inicialmente pensados para o cálculo do CTI na deteção de fumo.

Na tentativa de diminuir o tempo entre o início do incêndio, o começo das ações de combate e o salvamento por parte dos bombeiros, através de um aviso mais eficiente e rápido por parte de dispositivos de deteção automática, foram considerados valores adequados com vista diferenciar a variável “Automático”, de forma a refletir em melhorar o desempenho destes 3 novos dispositivos, como se pode comparar nos Quadros 3.6 e 3.7.

Quadro 3.6 – ESCI<sub>GP</sub> CHICHORRO 3.0

ESCI <sub>GP</sub>		Deteção e Alerta			
		Não Requer Deteção (Legislação Regulamentar)	Automático	Manual	Ausência de Deteção
Trajeto dos Bombeiros ≤ 10 km	Tempo de Chegada ≤ 10 min	1,00	0,80	1,00	1,20
	Tempo de Chegada > 10 min e ≤ 20 min	1,10	0,90	1,10	1,30
	Tempo de Chegada > 20 min	1,20	1,00	1,20	1,40
Trajeto dos Bombeiros > 10 km	Tempo de Chegada ≤ 10 min	1,10	0,90	1,10	1,30
	Tempo de Chegada > 10 min e ≤ 20 min	1,20	1,00	1,20	1,40
	Tempo de Chegada > 20 min	1,30	1,10	1,30	1,50

De modo a integrar os três novos parâmetros, “Aspiração”, “Ótico” e “Termovelocimétrico”, foram considerados valores diferentes para cada um deles de forma a privilegiar deteção por Aspiração pela sua maior eficácia e a deteção termovelocimétrica por uma menor eficiência entre as 3.

As seguintes intervenções foram revistas e alteradas no processo de melhoria do método, com o objetivo de refletir a sua aplicação no fator ESCI<sub>GP</sub>:

- Intervenção 6: Deteção dentro das frações com média fiabilidade – 100seg (termovelocimétrico);
- Intervenção 7: Deteção dentro das frações com grande fiabilidade – 50seg (ótico);
- Intervenção 8: Deteção dentro das frações com elevada fiabilidade – 30seg (aspiração).

Quadro 3.7 – ESCI<sub>GP</sub> CHICHORRO 3.1

ESCI <sub>GP</sub>		Não Requer Deteção (Legislação Regulamentar)	Automático			Manual	Ausência de Deteção
			Aspiração	Ótico	Termovelocimétrico		
Trajeto dos Bombeiros ≤ 10 km	Tempo de Chegada ≤ 10 min	1,00	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	Tempo de Chegada > 10 min e ≤ 20 min	1,10	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30
	Tempo de Chegada > 20 min	1,20	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40
Trajeto dos Bombeiros > 10 km	Tempo de Chegada ≤ 10 min	1,10	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30
	Tempo de Chegada > 10 min e ≤ 20 min	1,20	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40
	Tempo de Chegada > 20 min	1,30	1,00	1,10	1,20	1,30	1,50

3.4.5. FATOR PARCIAL EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO – ESCI<sub>EXT</sub>

A Formação, como referido anteriormente, é de extrema importância no que diz respeito à SCIE, por esse motivo foram agora acrescentados no quadro do fator parcial ESCI<sub>EXT</sub> os valores que comparam cada descritor “Sem Formação” e “Com Formação”, como se pode comparar nos Quadros 3.8 e 3.9.

Quadro 3.8 – ESCI<sub>EXT</sub> CHICHORRO 3.0

ESCI <sub>EXT</sub>	Extintores			
	Existe apesar de não exigido ou n.º superior ao exigido	Respeita Totalmente Legislação Regulamentar	Respeita Parcialmente Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00		
Com OGS – Plano de Emergência + Simulacro	0,70	0,90	1,00	
Com OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,80	1,00	1,05	1,20
Sem OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,90	1,05	1,10	

Os extintores são equipamentos portáteis que tem a função de combater, controlar e eliminar princípios de incêndio. Mas, quando necessário, o uso e o manuseio desse dispositivo de segurança requerem cuidados e atenção para assim evitar que a situação não se torne ainda mais perigosa e prejudicial. Com o intuito de prevenir tais situações destaca-se a importância das ações de formação na atribuição de valores deste fator parcial. As medidas de intervenção preponderantes nesta situação foram:

- Intervenção 12: Extintores de 1ª intervenção;
- Intervenção 18: OGS – Formação.

Quadro 3.9 – ESCI<sub>EXT</sub> CHICHORRO 3.1

ESCI <sub>EXT</sub>		Extintores			
		Existe apesar de não exigido ou n.º superior ao exigido	Respeita Totalmente Legislação Regulamentar	Respeita Parcialmente Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0.00			
Com OGS - Plano de Emergência + Simulacro	Sem Formação	0.80	1.10	1.20	1.35
	Com Formação	0.70	1.00	1.10	1.25
Com OGS - Registos + Plano de Prevenção	Sem Formação	0.90	1.10	1.15	1.25
	Com Formação	0.80	1.00	1.05	1.15
Sem OGS	Sem Formação	1.00	1.10	1.20	1.30
	Com Formação	0.90	1.00	1.10	1.20

3.4.6. FATOR PARCIAL EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO –  $ESCI_{RIA+CS}$

Atualmente, os operacionais de combate a incêndio colocam em causa o desempenho da coluna seca, devido à deficiente manutenção deste equipamento, por esse motivo foi acrescentada a variável CS, que significa coluna seca. Esta, constitui uma interligação fixa entre as mangueiras utilizadas no combate ao incêndio e a boca de alimentação, no exterior, a qual é alimentada a partir dos sistemas de bombagem existentes nos veículos de socorro, como se pode comparar nos Quadros 3.10 e 3.11.

Como já foi descrito anteriormente a formação volta a estar em plano de destaque na ponderação do fator  $ESCI_{RIA+CS}$ , sendo que grande parte dos ocupantes dos edifícios não têm conhecimento sobre o correto manuseamento da rede de incêndio armada.

Quadro 3.10 –  $ESCI_{RIA+CS}$  CHICHORRO 3.0

$ESCI_{RIA}$	Redes de Incêndio Armadas (RIA)			
	Existe apesar de não exigido ou n.º superior ao exigido	Respeita Totalmente Legislação Regulamentar	Respeita Parcialmente Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00		
Com OGS – Plano de Emergência + Simulacro	0,70	0,90	1,00	
Com OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,80	1,00	1,05	1,20
Sem OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,90	1,05	1,10	

Neste sentido, as seguintes intervenções espelham a necessidade da alteração do quadro  $ESCI_{RIA+CS}$  para melhor de adequarem ao impacto destas intervenções no fator  $ESCI_{RIA+CS}$ :

- Intervenção 13: Rede de incêndio armada de 1ª intervenção;
- Intervenção 14: Rede de incêndio armada e coluna seca de 2ª intervenção;
- Intervenção 18: OGS – Formação.

Quadro 3.11 –  $ESCI_{RIA+CS}$  CHICHORRO 3.1

$ESCI_{RIA+CS}$	Redes de Incêndio Armadas (RIA) + Coluna Seca (CS)					
		Existe apesar de não exigido ou n.º superior ao exigido	Respeita Totalmente Legislação Regulamentar	Respeita Parcialmente Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar	
Não se Aplica			0,00			
Com OGS - Plano de Emergência + Simulacro	Sem Formação	RIA	0,80	1,10	1,20	1,35
		RIA+CS	0,75	1,05	1,15	
	Com Formação	RIA	0,70	1,00	1,10	1,25
		RIA+CS	0,65	0,95	1,05	
Com OGS - Registos + Plano de Prevenção	Sem Formação	RIA	0,90	1,10	1,15	1,25
		RIA+CS	0,85	1,05	1,10	
	Com Formação	RIA	0,80	1,00	1,05	1,15
		RIA+CS	0,75	0,95	1,00	
Sem OGS	Sem Formação	RIA	1,00	1,10	1,20	1,30
		RIA+CS	0,95	1,05	1,15	
	Com Formação	RIA	0,90	1,00	1,10	1,20
		RIA+CS	0,85	0,95	1,05	

# 4

## DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE ANÁLISE DE RISCO CHICHORRO 3.1

### 4.1. INTRODUÇÃO

Serve o presente capítulo para apresentar a atualização efetuada no *software* existente. De seguida é apresentada o desenvolvimento de uma aplicação/*software*, em linguagem de programação *Python*, do modelo de análise de Risco de Incêndio. Um dos principais objetivos deste programa é possibilitar a sua utilização em qualquer interface (*front-end*), quer seja num *website*, numa aplicação móvel ou em qualquer outra forma de interação com o utilizador. O *front-end* é responsável por receber as entradas (*inputs*) do usuário, de variadas formas, processá-las e adequá-las a uma especificação que o *back-end* possa utilizar. O *back-end* consiste no código em servidor que será executado e dará resposta a qualquer interação realizada no *front-end* por parte do utilizador.

Este *software* foi inicialmente desenvolvido, em linguagem *Python*, por João Pedro Teixeira [4] e posteriormente aprofundado e complementado no decorrer desta dissertação.

O programa tem como base o código fonte em *Visual Basic* (VB) e o executável (ficheiro *.exe*), desenvolvido por Ricardo Ferreira [3]. A escolha da linguagem *Python* prendeu-se ao facto de possuir um conjunto de fatores essenciais à sua utilização. Para além de ser uma linguagem *open-source*, é uma das mais populares do mundo (em junho de 2019, *Python* permanece no 3º. lugar do ranking *TIOBE Index*, subindo um posição no *ranking* em relação ao mesmo período do ano transato, com um crescimento de mais de 2,77% [46]; foi também considerada a linguagem do ano de 2018 [47]) e universalmente utilizada, com um menor tempo de desenvolvimento e arquivos executáveis mais rápidos. Esta linguagem preza pela simplicidade e ainda contém uma biblioteca *online* disponível com expressões matemáticas, bases de dados e criação de gráficos visuais.

## 4.2. ESTRUTURA E CÓDIGO

Para a criação do código do método de Análise de Risco de Incêndio CHICHORRO 3.1, foi utilizado o *software IDE (Integrated Development Environment) Spyder*, da distribuição *Anaconda Cloud*.

Todo o código foi incorporado num servidor *web*, de forma a possibilitar a utilização como *back-end*. O *front-end* utilizado para a interface da aplicação é uma *webpage*, criada a partir de um editor de texto/código que compreende *web design*, denominado de *Brackets*, e de um *script* (programa escrito com instruções sequenciais que interpreta os dados fornecidos no *front-end* e os agrupa para serem utilizados, de forma correta, no *back-end*) em linguagem *JavaScript*. O *JavaScript* é também uma linguagem de programação bastante utilizada em todo o mundo, ocupando o 8.º lugar do ranking *TIOBE Index* [46] e referenciada, várias vezes, nos órgãos de comunicação digitais, como uma das mais populares, a par de Java [48].

O código *script* é constituído por funções em linguagem *JSON (JavaScript Object Notation)* que têm o intuito de agrupar todos os dados de entrada fornecidos pelo utilizador no *site* e transformá-los em dados utilizáveis pelo programa, em linguagem *Python*. Os *scripts* servem ainda para devolver os resultados que advêm do código “*mãe*” para a página *web*, nas respetivas células. São ainda realizadas verificações de tipos de dados e de erros de introdução de dados, com o objetivo de fornecer ao utilizador o erro que este possa estar a cometer. Entre estas funções, existem funções no *script* que limpam os dados introduzidos no *front-end*, como os resultados, de forma a tornar o programa mais funcional para o utilizador.

Toda a página *web*, desenvolvida em parceria com o coorientador da presente dissertação e desenvolvedor do CHICHORRO 3.0, João Pedro Marques Teixeira, foi escrita toda em linguagem *HTML5* e *CSS*. O *HTML* é a abreviatura de *HyperText Markup Language* e é utilizada para a construção de páginas na *web* que são depois interpretados por navegadores. Neste sentido, foram escritas 2754 linhas de código nesta linguagem de forma a constituir o núcleo do *front-end*.

De forma a dar um melhor aspeto visual e gráfico ao *website* criado, foi utilizado *CSS (Cascading Style Sheets)* que é um mecanismo para adicionar estilo (cores, fontes, formas, espaçamentos, *etc.*) a um documento *web*. Para isso foram escritas 588 linhas, de forma a poder dar um aspeto melhorado a toda a *interface* do utilizador, resultado assim, num conjunto acessível e fácil de utilizar.

Foi criado, através de uma parceria com a UP Digital, um servidor que pudesse hospedar todo o código necessário para o correto funcionamento de toda a plataforma. Neste servidor foi instalado o sistema operativo *Ubuntu 16.04.4 LTS* onde foi hospedado todos os ficheiros de código do programa. Esse servidor era acedido através de uma *IP (Internet Protocol)* única através do *PuTTY 0.71* (Figura 4.1 e 4.2) que consiste num *software* de emulação de terminal (linha de comandos) com suporte para ligações *SSH (Secure Shell – protocolo de rede criptográfico)* destinado a suportar o acesso remoto a servidores via *shell* seguro e a construção de “túneis” entre servidores. Desta forma era possível verificar os ficheiros hospedados no sistema *Ubuntu*, bem como iniciar todo o processo de *back-end* e poder ver a resposta do servidor às solicitações do utilizador no *front-end*.

```

chichorro@chichorro: ~/chichorro-html
chichorro-html public_html
chichorro@chichorro:~$ cd chichorro-html
chichorro@chichorro:~/chichorro-html$ ls
Chichorro_CTI.py Chichorro_ESCI.py Chichorro_RI.py Flask.py
Chichorro_DPI.py Chichorro_POI.py Chichorro_RI_inter.py __pycache__
chichorro@chichorro:~/chichorro-html$ sudo pkill python3
[sudo] password for chichorro:
chichorro@chichorro:~/chichorro-html$ sudo python3 Flask.py
* Serving Flask app "Flask" (lazy loading)
* Environment: production
  WARNING: Do not use the development server in a production environment.
  Use a production WSGI server instead.
* Debug mode: off
* Running on http://127.0.0.1:50/ (Press CTRL+C to quit)
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:22:48] "POST /RI HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:22:54] "POST /RI_interv HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:01] "POST /POI HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:07] "POST /CTI HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:12] "POST /DPI/OGS HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:18] "POST /ESCI/EXT HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:35] "POST /POI/FA HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [21/Jun/2019 17:23:54] "POST /RI HTTP/1.1" 200 -

```

Fig. 4.1 – Consola PuTTY

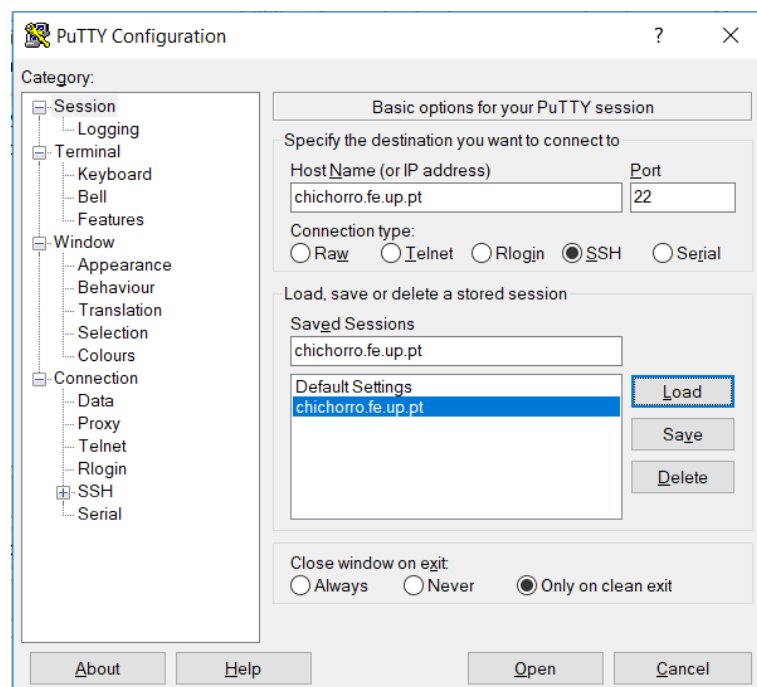


Fig. 4.2 – PuTTY ecrã inicial

Por fim, foi utilizado o *Filezilla Client 3.42.1* (Figura 4.3) que consiste num cliente *SFTP* (*SSH File Transfer Protocol*), entre outros. Este programa era utilizado para a transferência de ficheiros, de forma intuitiva e fácil, entre o computador local e servidor. Consiste num processo de copiar e colar pastas e ficheiros de uma localização local, onde os ficheiros eram modificados, para uma localização específica no servidor *Ubuntu*.

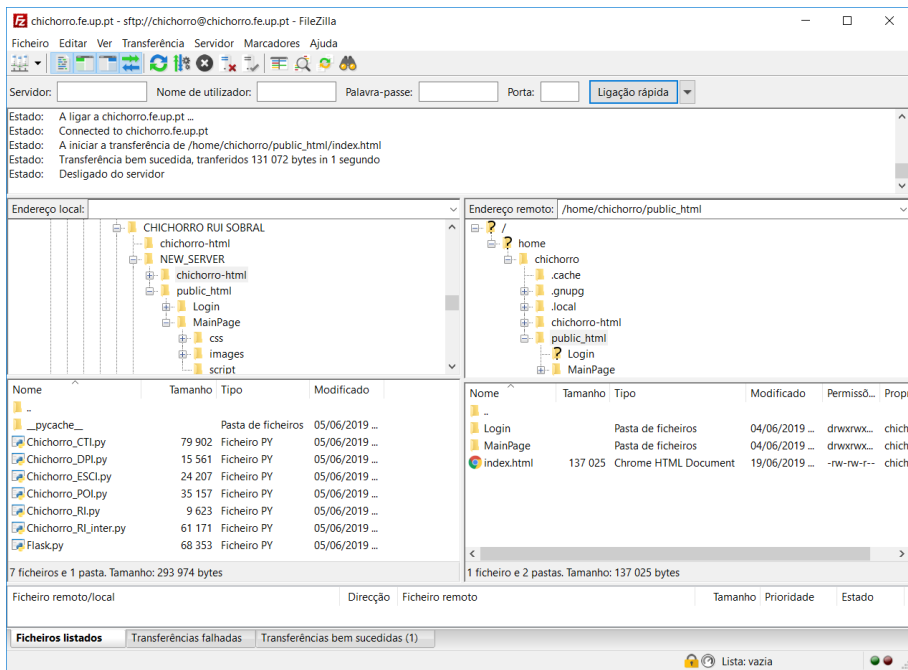


Fig. 4.3 – FileZilla Client

O código é constituído por 6 arquivos distintos, um para cada fator principal, um ficheiro para o cálculo final do RI e outro para o cálculo das intervenções, perfazendo, este último, um total de 1 915 linhas de código.

Foi ainda necessário manter outro ficheiro, designado de “*Flask*”, contendo 1 569 linhas de código que é responsável por adquirir as variáveis do *front-end* e fazer o emparelhamento de todas as variáveis do código, de forma a transformá-las num “dicionário”, que será lido novamente pelo *front-end*, como *outputs*. Os *outputs* são os valores dos resultados do processo de cálculo que são posteriormente devolvidos ao *front-end*. O Quadro 4.1 mostra o número de linhas, por ficheiro, *script* e do *HTML*, necessárias para a realização e funcionamento de todo o *software* CHICHORRO 3.1 comparando ainda com o número de linhas de código da versão anterior escrita pelo João Pedro Teixeira [4]. No decorrer desta dissertação foram acrescentadas à versão anterior um total de aproximadamente 7 000 linhas de código.

Quadro 4.1 – Número de linhas de código de cada ficheiro utilizado no Software de cálculo CHICHORRO 3.0 e

3.1

Python			Script				HTML		
CHICHORRO	3.0	3.1	CHICHORRO	3.0	3.1	CHICHORRO	3.0	3.1	
POI	730	821	POI	726	983	DEL POI	77	19	
CTI	1823	1829	CTI	1569	1573	DEL CTI	167	73	
DPI	343	358	DPI	341	441	DEL DPI	35	8	
ESCI	410	570	ESCI	389	463	DEL ESCI	41	10	
RI	3419	3713	RI	1244	1600	DEL RI	10	99	
RI_intervenções	0	1915	Conjuntos	0	1621	DEL Conjuntos	0	40	
<b>TOTAL</b>	<b>6725</b>	<b>9206</b>	RI_intervenções	0	1429	DEL RI_intervenções	0	107	
Flask	1290	1569	<b>TOTAL</b>	<b>4269</b>	<b>8110</b>	<b>TOTAL</b>	<b>330</b>	<b>356</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>8015</b>	<b>10775</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4599</b>	<b>8466</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3079</b>	<b>3342</b>	
			<b>TOTAL</b>	<b>15693</b>	<b>22583</b>				

Foram necessários 7 ficheiros na extensão *.py* (*Python*), num total de 10 775 linhas de código. Estes ficheiros contemplam todo o código que executa as funções necessárias ao processo de cálculo de cada fator parcial, RI e RI intervencionado. No que diz respeito à página *web*, foram necessárias 8 466 linhas de código escrito em *JavaScript*, dos quais 8 110 são referentes ao agrupamento de todos os dados de entrada da folha de cálculo, de forma modificá-los para dados utilizáveis pelo programa em linguagem *Python* e 3 342 em *HTML* para permitir a interface com o utilizador. É também realizado, nestes *scripts*, todo o *debug* e erros de introdução de dados que possam ocorrer. As restantes 356 linhas servem para limpar os dados resultantes do cálculo, caso seja o desejo do utilizador.

No total, foram programadas 22 583 linhas de código em linguagem *Python*, *JavaScript* e *HTML*, no decurso da presente dissertação.

Em termos estruturais, o *software* funciona conforme exemplificado na Figura 4.4.

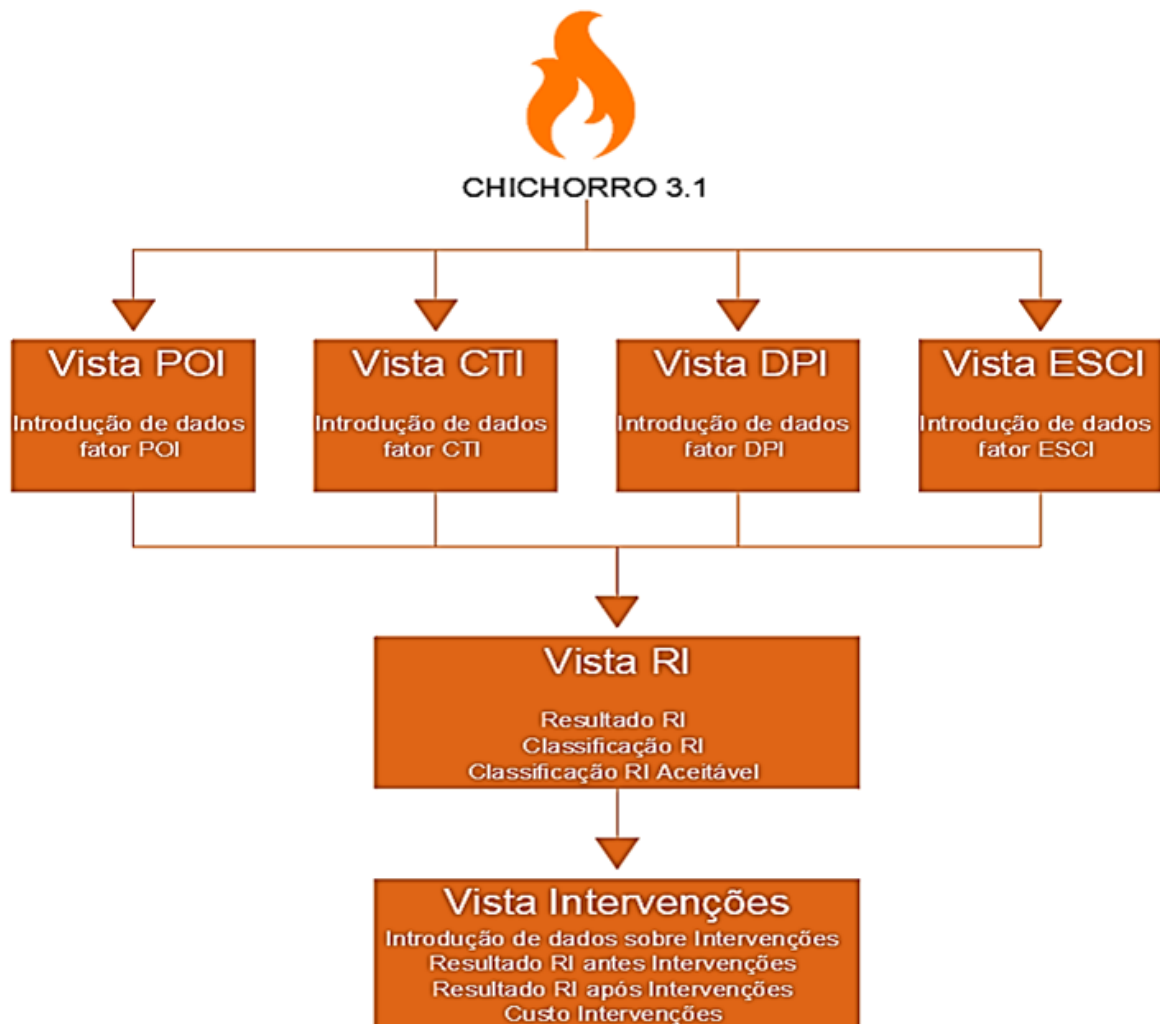


Fig. 4.4 – Fluxograma de funcionamento do *Software* de cálculo CHICHORRO 3.1

Existem 4 Vistas de introdução de dados, são estes:

- Vista Probabilidade de Ocorrência do Incêndio (POI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial POI: Caracterização da construção (POI<sub>CC</sub>); Instalações de energia elétrica (POI<sub>IEE</sub>); Instalações de aquecimento (POI<sub>IA</sub>); Instalações de confecção de alimentos (POI<sub>ICONFA</sub>); Instalações de conservação de alimentos (POI<sub>ICONS</sub>); Instalações de ventilação e condicionamento de ar (POI<sub>IVCA</sub>); Instalações de líquidos e gases combustíveis (POI<sub>ILGC</sub>); Edifícios fronteiros (POI<sub>EF</sub>); Frações adjacentes (POI<sub>FA</sub>); Edifícios adjacentes (POI<sub>EA</sub>); Procedimentos ou planos de prevenção (POI<sub>PPP</sub>); Atividade (POI<sub>ATIV</sub>).
- Vista Consequências Totais do Incêndio (CTI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial CTI: Consequências no cenário de incêndio (CPI<sub>CI</sub>); Consequências nas vias horizontais de evacuação (CPI<sub>VHE</sub>); Consequências nas vias verticais de evacuação (CPI<sub>VVE</sub>).
- Vista Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial DPI: Proteção resistência, estanquidade e isolamento do CI e VVE (DPI<sub>REIC</sub>); Proteção, estanquidade e isolamento das paredes e portas do CI (DPI<sub>EI</sub>); Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada (DPI<sub>AV</sub>); Proteção das paredes exteriores (DPI<sub>PE</sub>); Organização e gestão da segurança (DPI<sub>OGS</sub>).
- Vista Eficácia de Socorro e Combate do Incêndio (ESCI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial ESCI: Grau de prontidão dos bombeiros (ESCI<sub>GP</sub>); Vias de acesso ao edifício (ESCI<sub>AE</sub>); Hidrantes exteriores (ESCI<sub>HE</sub>); Extintores (ESCI<sub>EXT</sub>); Rede de incêndio armada (ESCI<sub>RIA</sub>); Corpo privado dos bombeiros (ESCI<sub>CPB</sub>).

Cada uma das Vistas mostra o resultado de cada fator global.

Na *webpage* existe ainda uma 5ª Vista “RI” - Resultado do Risco de Incêndio, respetiva Classificação e Risco de Incêndio aceitável. Posteriormente, foi acrescentada a Vista “Intervenções” - Resultado do Risco de Incêndio (antes e após as intervenções), respetiva Classificação e Risco de Incêndio aceitável e o Custo/m<sup>2</sup>.

Os botões que permitem efetuar o cálculo aparecem em todas as 7 Vistas e estão associadas a uma função do *script* correspondente. A Figura 4.5 representa o grafismo do botão “Calcular”.

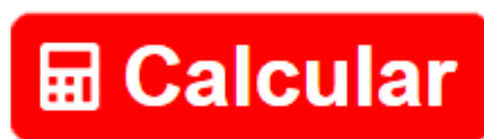


Fig. 4.5 – Botão “Calcular”

Existe ainda, para cada descritor de cada fator parcial, um botão com a função de “*delete*” que limpa os valores resultantes do cálculo de forma a tornar o programa mais funcional para o utilizador. A cada um destes botões é associado um *script* que tem como função apagar os valores, são estes os referenciados, no Quadro 4.1, como “DEL (...)”. A Figura 4.6 representa o grafismo do botão “Apagar”.

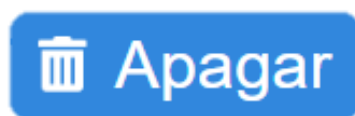


Fig. 4.6 – Botão “Apagar”

O botão que permitem efetuar a passagem para a interface relativa às medidas de intervenção está associada a uma função do *script* correspondente. A Figura 4.7 representa o grafismo do botão “Intervenções”.



Fig. 4.7 – Botão “Intervenções”

O botão que permitem visualizar sugestões de grupos de medidas de intervenção com base na UT do edifício está associada a uma função do *script* correspondente. A Figura 4.8 representa o grafismo do botão “Conjunto1”, estando o programa preparado para submeter 6 diferentes conjuntos pré-configurados de intervenções ativas e passivas. Pode-se ainda desativar e ativar outras medidas de intervenção específicas e calcular o respetivo RI, sendo, portanto, possível fazer milhares de associações de intervenções ativas e passivas.

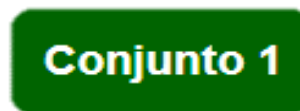


Fig. 4.8 – Botão “Conjunto 1”

A necessidade de intervenções pode não estar presente em todos os edifícios, visto que as intervenções pré-definidas estão associadas a cada tipo de edifício, como se introduziu no Quadro 3.3. Deste modo é possível desabilitar várias intervenções, caso essa intervenção específica não permita melhorar o RI na UT em questão.

Na Figura 4.9 é apresentado um exemplo do cálculo do Risco de Incêndio de uma habitação. Após o cálculo do RI e tendo este sido maior que o aceitável, foram realizadas intervenções, de forma a obter um valor do Risco de Incêndio inferior a 1,05, valor para o qual o Risco de Incêndio é aceitável neste edifício com data de construção entre 1991 e 2008. O Conjunto de Intervenções 3 permitiu ao Risco de Incêndio diminuir de 1,21 para 0,91, passando da classificação C para A+. De igual forma, é apresentado o custo estimado por metro quadrado para as intervenções escolhidas, sendo este de 97 €/m<sup>2</sup>, como se pode ver na Figura 4.9.

Nesta Vista é possível realizar a redução do Risco de Incêndio através da escolha de intervenções a fazer no edifício. Assim o utilizador pode escolher entre as 34 intervenções ou optar por um dos conjuntos pré-definidos, de 1 a 6. De salientar que os conjuntos de intervenções são referentes a crescentes níveis de intervenção, assim como os custos respetivos. Os conjuntos referidos correspondem a associações de medidas ativas e/ou passivas.

Por último, o Risco de Incêndio Intervencionado é calculado e apresentada a sua classificação; este processo deve ser iterativo pelo que o programa permite automaticamente efetuar simulações, partindo de conjuntos iniciais, retirando ou agrupando mais intervenções ativas ou passivas, de forma a obter o Risco de Incêndio Intervencionado que respeite o RI Aceitável para o edifício em análise. É ainda possível avaliar a evolução potencial do custo/m<sup>2</sup> do conjunto de intervenções definido.

CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**Intervenções**

**Intervenções Ativas**

- 1. Hidrantes exteriores < 30m do edifício
- 2. Redução do estacionamento condicionado pela Câmara
- 3. Sinalização nas vias de evacuação
- 4. Iluminação nas vias de evacuação
- 5. Sinalização e Iluminação na CI
- 6. Deteção dentro das frações com média fiabilidade - 100seg
- 7. Deteção dentro das frações com grande fiabilidade - 50seg
- 8. Deteção dentro das frações com elevada fiabilidade - 30seg
- 9. Deteção nas vias de evacuação
- 10. Controlo de fumo - claraboias regulamentares e entrada de ar passivo nas vias de evacuação
- 11. Controlo de fumo - CI
- 12. Extintores 1ª intervenção
- 13. Rede de intervenção armada 1ª intervenção
- 14. Rede de intervenção armada e coluna seca 2ª intervenção
- 15. REA Sprinklers
- 16. OGS - Registos + Plano prevenção
- 17. OGS - Plano emergência + Simulacro
- 18. OGS - Formação

**Intervenções Passivas**

- 19. Redução infiltrações
- 20. Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF
- 21. Instalação ou reparação de escadas de salvação
- 22. Proteção dos vãos para edifícios fronteiros
- 23. Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos
- 24. Compartimentação - RF lajes
- 25. Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas
- 26. Selagem dos ductos piso a piso
- 27. Compartimentação - Portas CF nos CI
- 28. Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE
- 29. Revisão da instalação elétrica
- 30. Revisão da instalação gás
- 31. Revisão da instalação AVAC
- 32. Revisão pequena da instalação aquecimento
- 33. Revisão grande da instalação aquecimento
- 34. Revisão da instalação de confeção e conservação alimentos

Conjunto de medidas de intervenção para a redução do risco de incêndio

Conjunto 1
Conjunto 2
Conjunto 3
Conjunto 4
Conjunto 5
Conjunto 6

Apagar

**Classificação antes das intervenções**

RI: **1.21**

C

Risco Aceitável:  
1.05

**Classificação após as intervenções**

RI: **0.91**

A+

Custo da Intervenção (€/m²):  
97.00

Calcular
  
Apagar

Fig. 4.9 – Vista Intervenções da Webpage onde é feita a interação com o utilizador

As Figuras 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13 ilustram excertos de diferentes secções do código escrito em linguagem *Python*.

```

290 # =====
291 # CALCULAR ESCI - EXT
292 # =====
293
294 def ESCI_EXT(ESCI_EXT_Aplica, ESCI_EXT_OGS, ESCI_EXT_Formacao, ESCI_EXT_Extintores):
295
296     # ESCI_EXT_Aplica = ('Aplica', 'Nao Se Aplica')
297     # ESCI_EXT_OGS = ('Com OGS - PE+S', 'Com OGS - R+PP', 'Sem OGS - R+PP')
298     # ESCI_EXT_Formacao = ('Sem Formacao', 'Com Formacao')
299     # ESCI_EXT_Extintores = ('Existe', 'Respeita Totalmente', 'Respeita Parcialmente', 'Nao Respeita')
300
301     _ESCI_EXT = None
302
303     if ESCI_EXT_Aplica == 'Nao Se Aplica':
304         _ESCI_EXT = 0.00
305     elif ESCI_EXT_Aplica == 'Aplica':
306         if ESCI_EXT_OGS == 'Com OGS - PE+S':
307             if ESCI_EXT_Formacao == 'Sem Formacao':
308                 if ESCI_EXT_Extintores == 'Existe':
309                     _ESCI_EXT = 0.80
310                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Totalmente':
311                     _ESCI_EXT = 1.10
312                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Parcialmente':
313                     _ESCI_EXT = 1.20
314                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Nao Respeita':
315                     _ESCI_EXT = 1.35
316             elif ESCI_EXT_Formacao == 'Com Formacao':
317                 if ESCI_EXT_Extintores == 'Existe':
318                     _ESCI_EXT = 0.70
319                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Totalmente':
320                     _ESCI_EXT = 1.00
321                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Parcialmente':
322                     _ESCI_EXT = 1.15
323                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Nao Respeita':
324                     _ESCI_EXT = 1.25
325         elif ESCI_EXT_OGS == 'Com OGS - R+PP':
326             if ESCI_EXT_Formacao == 'Sem Formacao':
327                 if ESCI_EXT_Extintores == 'Existe':
328                     _ESCI_EXT = 0.90
329                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Totalmente':
330                     _ESCI_EXT = 1.10
331                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Parcialmente':
332                     _ESCI_EXT = 1.15
333                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Nao Respeita':
334                     _ESCI_EXT = 1.25
335             elif ESCI_EXT_Formacao == 'Com Formacao':
336                 if ESCI_EXT_Extintores == 'Existe':
337                     _ESCI_EXT = 0.80
338                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Totalmente':
339                     _ESCI_EXT = 1.00
340                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Respeita Parcialmente':
341                     _ESCI_EXT = 1.05
342                 elif ESCI_EXT_Extintores == 'Nao Respeita':
343                     _ESCI_EXT = 1.15

```

Fig. 4.10 – Código referente ao fator parcial ESCI<sub>OGS</sub>

```
1372     if RI_interv_16 == True:
1373
1374         if POI_PPP_Aplica == 'Nao Se Aplica':
1375             POI_PPP_Aplica = 'Aplica'
1376             POI_PPP_Existe = 'Sim e Nao Necessario'
1377         elif POI_PPP_Aplica == 'Aplica':
1378             POI_PPP_Existe = 'Sim'
1379
1380         if POI_IVCA_Aplica == 'Aplica':
1381             POI_IVCA_Util = 'Respeita'
1382         else:
1383             POI_IVCA_Aplica = 'Aplica'
1384             POI_IVCA_Util = 'Respeita'
1385             POI_IVCA_Inst = 'Nao Respeita'
1386
1387         if ESCI_EXT_Aplica == 'Nao Se Aplica':
1388             ESCI_EXT_OGS = 'Com OGS - R+PP'
1389             ESCI_EXT_Formacao = 'Sem Formacao'
1390         elif ESCI_EXT_OGS == 'Sem OGS - R+PP':
1391             ESCI_EXT_OGS = 'Com OGS - R+PP'
1392
1393         if ESCI_RIA_Aplica == 'Nao Se Aplica':
1394             ESCI_RIA_OGS = 'Com OGS - R+PP'
1395             ESCI_RIA_Formacao = 'Sem Formacao'
1396         elif ESCI_RIA_OGS == 'Sem OGS - R+PP':
1397             ESCI_RIA_OGS = 'Com OGS - R+PP'
1398
1399         if DPI_OGS_Aplica == 'Nao Se Aplica':
1400             DPI_OGS_Formacao = 'Sem Formacao'
1401             DPI_OGS_Aplica = 'Aplica'
1402             DPI_OGS_OGS = 'Registo e Plano de Prevenção'
1403         elif DPI_OGS_OGS == 'Registos e Procedimento de Prevenção':
1404             DPI_OGS_Aplica = 'Aplica'
1405             DPI_OGS_OGS = 'Registo e Plano de Prevenção'
1406
1407
1408         Custo[15] = 5
1409
1410     elif RI_interv_16 == False:
1411         Custo[15] = 0
1412
```

Fig. 4.11 – Código referente à intervenção OGS – Registos + Plano de Prevenção

```
93     if RI <= 0.90:
94         RI_Escala = 'A++'
95     elif RI > 0.90 and RI <= 0.95:
96         RI_Escala = 'A+'
97     elif RI > 0.95 and RI <= 1.00:
98         RI_Escala = 'A'
99     elif RI > 1.00 and RI <= 1.05:
100        RI_Escala = 'B+'
101     elif RI > 1.05 and RI <= 1.10:
102        RI_Escala = 'B'
103     elif RI > 1.10 and RI <= 1.15:
104        RI_Escala = 'B-'
105     elif RI > 1.15 and RI <= 1.20:
106        RI_Escala = 'C+'
107     elif RI > 1.20 and RI <= 1.25:
108        RI_Escala = 'C'
109     elif RI > 1.25 and RI <= 1.30:
110        RI_Escala = 'C-'
111     elif RI > 1.30 and RI <= 1.50:
112        RI_Escala = 'D'
113     elif RI > 1.50 and RI <= 1.70:
114        RI_Escala = 'E'
115     elif RI > 1.70:
116        RI_Escala = 'F'
117
118     if POI_CC_Idade == '>2008':
119         RI_RIA = 1.00
120     elif POI_CC_Idade == '1991 - 2008':
121         RI_RIA = 1.05
122     elif POI_CC_Idade == '1975 - 1990':
123         RI_RIA = 1.10
124     elif POI_CC_Idade == '1968 - 1974':
125         RI_RIA = 1.15
126     elif POI_CC_Idade == '1951 - 1967':
127         RI_RIA = 1.20
128     elif POI_CC_Idade == '<1951':
129         RI_RIA = 1.25
130
131     RI_RI["RI"] = RI
132     RI_RI["RI_Escala"] = RI_Escala
133     RI_RI["RI_Risco Aceitavel"] = RI_RIA
```

Fig. 4.12 – Código referente ao cálculo do Risco de Incêndio Aceitável e criação de um dicionário com as variáveis de cálculo do RI

```
1380 @app.route('/RI_interv', methods=['POST'])
1381 def RI_interv():
1382
1383     data = request.json
1384
1385     # POI
1386     POI_CC_Comb = data["POI_CC_Comb"]
1387     POI_CC_Infiltracoes = data["POI_CC_Infiltracoes"]
1388     POI_CC_Revestimento = data["POI_CC_Revestimento"]
1389     POI_CC_Idade = data["POI_CC_Idade"]
1390     POI_IEE_Regul = data["POI_IEE_Regul"]
1391     POI_IEE_LigPirata = data["POI_IEE_LigPirata"]
1392     POI_IEE_PIPC = data["POI_IEE_PIPC"]
1393     POI_IEE_Quadros = data["POI_IEE_Quadros"]
1394     POI_IEE_CondCircuito = data["POI_IEE_CondCircuito"]
1395     POI_IA_Aplica = data["POI_IA_Aplica"]
1396     POI_IA_TipoInst = data["POI_IA_TipoInst"]
1397     POI_IA_TipoInst2 = data["POI_IA_TipoInst2"]
1398     POI_IA_Conduta = data["POI_IA_Conduta"]
1399     POI_IA_Regul = data["POI_IA_Regul"]
1400     POI_ICONFA_Aplica = data["POI_ICONFA_Aplica"]
1401     POI_ICONFA_TipoComb = data["POI_ICONFA_TipoComb"]
1402     POI_ICONFA_Inst = data["POI_ICONFA_Inst"]
1403     POI_ICONFA_VentExtr = data["POI_ICONFA_VentExtr"]
1404     POI_ICONFA_CorteEletrico = data["POI_ICONFA_CorteEletrico"]
1405     POI_ICONSA_Aplica = data["POI_ICONSA_Aplica"]
1406     POI_ICONSA_Regul = data["POI_ICONSA_Regul"]
1407     POI_IVCA_Aplica = data["POI_IVCA_Aplica"]
1408     POI_IVCA_Inst = data["POI_IVCA_Inst"]
1409     POI_IVCA_Util = data["POI_IVCA_Util"]
1410     POI_ILGC_Aplica = data["POI_ILGC_Aplica"]
1411     POI_ILGC_Armaz = data["POI_ILGC_Armaz"]
1412     POI_ILGC_Util = data["POI_ILGC_Util"]
1413     POI_EF_Aplica = data["POI_EF_Aplica"]
1414     POI_EF_UT = data["POI_EF_UT"]
1415     POI_EF_CI = data["POI_EF_CI"]
1416     POI_EF_ElemConstr = data["POI_EF_ElemConstr"]
1417     POI_EF_Altura = data["POI_EF_Altura"]
1418     POI_EF_DistEdif = data["POI_EF_DistEdif"]
```

Fig. 4.13 – Excerto de código do programa *Flask* referente ao RI após intervenção

A Figura 4.14 ilustra excertos de diferentes secções do código *script* em linguagem *JavaScript*.

```

227 // INT
228 document.getElementById("RI_interv_01").value = document.getElementById("RI_interv_01").checked;
229 document.getElementById("RI_interv_02").value = document.getElementById("RI_interv_02").checked;
230 document.getElementById("RI_interv_03").value = document.getElementById("RI_interv_03").checked;
231 document.getElementById("RI_interv_04").value = document.getElementById("RI_interv_04").checked;
232 document.getElementById("RI_interv_05").value = document.getElementById("RI_interv_05").checked;
233 document.getElementById("RI_interv_06").value = document.getElementById("RI_interv_06").checked;
234 document.getElementById("RI_interv_07").value = document.getElementById("RI_interv_07").checked;
235 document.getElementById("RI_interv_08").value = document.getElementById("RI_interv_08").checked;
236 document.getElementById("RI_interv_09").value = document.getElementById("RI_interv_09").checked;
237 document.getElementById("RI_interv_10").value = document.getElementById("RI_interv_10").checked;
238 document.getElementById("RI_interv_11").value = document.getElementById("RI_interv_11").checked;
239 document.getElementById("RI_interv_12").value = document.getElementById("RI_interv_12").checked;
240 document.getElementById("RI_interv_13").value = document.getElementById("RI_interv_13").checked;
241 document.getElementById("RI_interv_14").value = document.getElementById("RI_interv_14").checked;
242 document.getElementById("RI_interv_15").value = document.getElementById("RI_interv_15").checked;
243 document.getElementById("RI_interv_16").value = document.getElementById("RI_interv_16").checked;
244 document.getElementById("RI_interv_17").value = document.getElementById("RI_interv_17").checked;
245 document.getElementById("RI_interv_18").value = document.getElementById("RI_interv_18").checked;
246 document.getElementById("RI_interv_19").value = document.getElementById("RI_interv_19").checked;
247 document.getElementById("RI_interv_20").value = document.getElementById("RI_interv_20").checked;
248 document.getElementById("RI_interv_21").value = document.getElementById("RI_interv_21").checked;
249 document.getElementById("RI_interv_22").value = document.getElementById("RI_interv_22").checked;
250 document.getElementById("RI_interv_23").value = document.getElementById("RI_interv_23").checked;
251 document.getElementById("RI_interv_24").value = document.getElementById("RI_interv_24").checked;
252 document.getElementById("RI_interv_25").value = document.getElementById("RI_interv_25").checked;
253 document.getElementById("RI_interv_26").value = document.getElementById("RI_interv_26").checked;
254 document.getElementById("RI_interv_27").value = document.getElementById("RI_interv_27").checked;
255 document.getElementById("RI_interv_28").value = document.getElementById("RI_interv_28").checked;
256 document.getElementById("RI_interv_29").value = document.getElementById("RI_interv_29").checked;
257 document.getElementById("RI_interv_30").value = document.getElementById("RI_interv_30").checked;
258 document.getElementById("RI_interv_31").value = document.getElementById("RI_interv_31").checked;
259 document.getElementById("RI_interv_32").value = document.getElementById("RI_interv_32").checked;
260 document.getElementById("RI_interv_33").value = document.getElementById("RI_interv_33").checked;
261 document.getElementById("RI_interv_34").value = document.getElementById("RI_interv_34").checked;
262
263 var RI_interv_01 = document.getElementById("RI_interv_01").value;
264 var RI_interv_02 = document.getElementById("RI_interv_02").value;
265 var RI_interv_03 = document.getElementById("RI_interv_03").value;
266 var RI_interv_04 = document.getElementById("RI_interv_04").value;
267 var RI_interv_05 = document.getElementById("RI_interv_05").value;
268 var RI_interv_06 = document.getElementById("RI_interv_06").value;
269 var RI_interv_07 = document.getElementById("RI_interv_07").value;
270 var RI_interv_08 = document.getElementById("RI_interv_08").value;
271 var RI_interv_09 = document.getElementById("RI_interv_09").value;
272 var RI_interv_10 = document.getElementById("RI_interv_10").value;
273 var RI_interv_11 = document.getElementById("RI_interv_11").value;
274 var RI_interv_12 = document.getElementById("RI_interv_12").value;
275 var RI_interv_13 = document.getElementById("RI_interv_13").value;
276 var RI_interv_14 = document.getElementById("RI_interv_14").value;
277 var RI_interv_15 = document.getElementById("RI_interv_15").value;
278 var RI_interv_16 = document.getElementById("RI_interv_16").value;
279 var RI_interv_17 = document.getElementById("RI_interv_17").value;
280 var RI_interv_18 = document.getElementById("RI_interv_18").value;
281 var RI_interv_19 = document.getElementById("RI_interv_19").value;
282 var RI_interv_20 = document.getElementById("RI_interv_20").value;
283 var RI_interv_21 = document.getElementById("RI_interv_21").value;
284 var RI_interv_22 = document.getElementById("RI_interv_22").value;
285 var RI_interv_23 = document.getElementById("RI_interv_23").value;
286 var RI_interv_24 = document.getElementById("RI_interv_24").value;
287 var RI_interv_25 = document.getElementById("RI_interv_25").value;
288 var RI_interv_26 = document.getElementById("RI_interv_26").value;
289 var RI_interv_27 = document.getElementById("RI_interv_27").value;

```

Fig. 4.14 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente à função “RI\_inter”, associada ao valor das *checkboxes* ao valor intervenção (*True/False*)

A Figura 4.15 ilustra um excerto de uma secção do código *script* em linguagem *HTML*.

```

<!-- Intervenções -->
<div id="Intervencoes" class="tab_main_factor_content">
  <p class="factor_main_title">Intervenções</p>
  <form method="POST" name="Intervencoes">
    <center>
      <table border="1" align="Center">
        <tr>
          <td>
            <center>
              <table class="" border="0" width=700px align="Top">
                <p class="factor_title">Intervenções Ativas</p>
                <tr>
                  <td class="intervencoes_checkbox">
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_01" value="True"> 1. Hidrantes exteriores &lt; 30m do edifício <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_02" value="True"> 2. Redução do estacionamento condicionado pela Câmara <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_03" value="True"> 3. Sinalização nas vias de evacuação <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_04" value="True"> 4. Iluminação nas vias de evacuação <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_05" value="True"> 5. Sinalização e Iluminação na CI <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_06" value="True"> 6. Detecção dentro das frações; com média; dia fiabilidade - 100seg <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_07" value="True"> 7. Detecção dentro das frações; com grande fiabilidade - 50seg <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_08" value="True"> 8. Detecção dentro das frações; com elevada fiabilidade - 30seg <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_09" value="True"> 9. Detecção nas vias de evacuação <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_10" value="True"> 10. Controlo de fumo - clarabóias regulamentares e entrada de ar passivo nas vias de evacuação <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_11" value="True"> 11. Controlo de fumo - CI <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_12" value="True"> 12. Extintores 1ª intervenção <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_13" value="True"> 13. Rede de intervenção armada 1ª intervenção <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_14" value="True"> 14. Rede de intervenção armada e coluna seca 2ª intervenção <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_15" value="True"> 15. REA Sprinklers <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_16" value="True"> 16. OGS - Registos + Plano prevenção <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_17" value="True"> 17. OGS - Plano emergência + Simulacro <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_18" value="True"> 18. OGS - Formação <br>
                  </td>
                </tr>
              </table>
            </center>
          </td>
          <td style="vertical-align: top">
            <center>
              <table class="" border="0" width=700px align="Top">
                <p class="factor_title">Intervenções Passivas</p>
                <tr>
                  <td class="intervencoes_checkbox">
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_19" value="True"> 19. Redução de infiltração <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_20" value="True"> 20. Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção da porta CF ou CCF <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_21" value="True"> 21. Instalação ou reparação de escadas de salvação <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_22" value="True"> 22. Proteção dos vãos para edifícios fronteiros <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_23" value="True"> 23. Proteção; cobertura e empena para edifícios vizinhos <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_24" value="True"> 24. Compartimentação - RF lajes <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_25" value="True"> 25. Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_26" value="True"> 26. Selagem dos ductos piso a piso <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_27" value="True"> 27. Compartimentação - Portas CF nos CI <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_28" value="True"> 28. Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_29" value="True"> 29. Revisão da instalação elétrica <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_30" value="True"> 30. Revisão da instalação elétrica gás <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_31" value="True"> 31. Revisão da instalação AVAC <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_32" value="True"> 32. Revisão pequena da instalação de aquecimento <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_33" value="True"> 33. Revisão grande da instalação de aquecimento <br>
                    <input type="checkbox" id="RI_interv_34" value="True"> 34. Revisão da instalação de conservação e alimentos <br>
                  </td>
                </tr>
              </table>
            </center>
          </td>
        </tr>
      </table>
    </center>
  </form>
</div>

```

Fig. 4.15 – Excerto do código em *HTML* referente à representação das intervenções ativas e passivas

Estes são alguns excertos de diferentes secções do código, escrito em *Python*, *JavaScript* e *HTML*, que compõem o *software* CHICHORRO 3.1.

### 4.3. SOFTWARE

Em termos de *software*, o *front-end* foi desenvolvido numa plataforma escrita em *HTML* e *CSS*, com o intuito do utilizador aceder ao *software* através de um endereço *web* (*link*) de forma livre e responsável, sem este ter acesso ao código fonte.

Relativamente ao *back-end* foi desenvolvido em linguagem *Python* e *JavaScript*, que tem como objetivo calcular os fatores POI, CTI, DPI, ESCI e o RI antes e após as medidas de intervenção e custos da mesma, com base nos inputs dados pelo utilizador durante a utilização do site.

De modo a possibilitar a comunicação entre o *back-end* e o *front-end* foi criado um ficheiro (*Flask.py*) desenvolvido em *Python*, com o intuito de agrupar todos os dados de entrada fornecidos pelo utilizador

no *site* e transformá-los em dados úteis para o utilizador pelo programa em linguagem *Python*. Posteriormente, os dados voltam a ser agrupados e são devolvidos os resultados que advêm do código “mãe” para a página *web* nas respetivas células.

Através da introdução das características do edifício em análise é possível calcular todos os fatores, globais e parciais e o respetivo Risco de Incêndio. É, ainda, possível introduzir as medidas de intervenção no edifício, de forma a reduzir o valor do Risco de Incêndio para valores aceitáveis.

Após o cálculo do RI, o *software* torna possível a sua redução através de várias medidas de intervenção no edifício. Na Vista “Intervenções” são apresentadas ao utilizador 18 intervenções ativas e 16 passivas (Quadro 3.2), sendo ainda propostos vários conjuntos pré-definidos de intervenções, bem como o custo/m<sup>2</sup>, associado a determinados conjuntos de intervenções. Este custo é por sua vez o somatório dos custos de cada intervenção referida no Quadro 3.2. Nem todos os edifícios necessitam das medidas de intervenção pré-definidas nos Conjuntos. Posto isto, nas situações que não seja possível realizar melhorias no CI, existe uma opção para retirar a intervenção selecionada, anteriormente, pelo Conjunto.

Após o término da presente dissertação, existe uma noção que é, ainda, necessário testar e apurar a veracidade das alterações realizadas no programa, o que será alcançado após inúmeras utilizações, com diferentes características.

No Anexo C, correspondente ao Capítulo 5 “Caso de Estudo: Aplicação do Método CHICHORRO 3.1. ao Mosteiro da Serra do Pilar, Vila Nova de Gaia”, é possível visualizar a utilização das diferentes Vistas do *software*. De modo a permitir uma melhor compreensão é aconselhado a interação com o *software* recorrendo à *webpage* <https://chichorro.fe.up.pt/>. O acesso é condicionado a computadores ligados à rede da FEUP ou com ligação VPN (Virtual Private Networks) à mesma.



# 5

## CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.1 NO MOSTEIRO DA SERRA DO PILAR, VILA NOVA DE GAIA

### 5.1. INTRODUÇÃO

Tendo como objetivo testar a avaliação do cálculo do método de análise de Risco de Incêndio, CHICHORRO 3.1, é realizada neste capítulo uma demonstração da sua aplicação. Para essa avaliação foi escolhido o edifício Mosteiro da Serra do Pilar (Figura 5.1). Apresentam-se, neste capítulo, todos os dados que são necessários para a utilização da análise completa do método CHICHORRO 3.1.



Fig. 5.1 – Mosteiro da Serra do Pilar, [fotografado a 19 de junho de 2019]

### 5.2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO EM ANÁLISE

O Mosteiro da Serra do Pilar foi criado após a reforma da Ordem dos Agostinianos, quando os monges do mosteiro de Grijó foram transferidos para a nova localização. A construção do monumento teve início em 1537, um exemplar raro da adaptação à construção monástica de modelos destinados à arquitetura civil. Trata-se de um conjunto edificado onde confluem elementos típicos do renascimento e do maneirismo, sendo constituído por uma igreja, de planta circular, uma capela-mor, de planta retangular, e um claustro, também de planta circular, todos dispostos sequencialmente, como se pode verificar na Figura 5.2. O Mosteiro da Serra do Pilar, de 1672, é considerado um dos mais notáveis monumentos de

arquitetura clássica europeia. A igreja foi classificada como monumento nacional e, em 1996, foi considerada como património mundial da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), onde funciona atualmente o espaço de divulgação "Património a Norte" e é um dos melhores miradouros para o rio Douro e zonas históricas do Porto e Vila Nova de Gaia, como se pode ver nas Figuras 5.2 e 5.3.



Fig. 5.2 – Edifício em análise, [Google Earth – acedido a 19 de junho de 2019]



Fig. 5.3 – Localização do Edifício em análise, [Google Earth – acedido a 21 de junho de 2019]

Após uma visita ao mosteiro foi considerada a igreja (Figura 5.4) como CI uma vez que o claustro é ao ar livre e a capela-mor, onde decorre uma pequena exposição, tem pequenas dimensões e não aparenta um RI elevado. É de frisar que a capela-mor é o único local do mosteiro onde se pode observar sinalização de emergência e a presença de um extintor.



Fig. 5.4 – Igreja da Serra do Pilar

### 5.3. INTRODUÇÃO DOS DADOS NO SOFTWARE

#### 5.3.1. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO À PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO INCÊNDIO (POI)

Apesar da dificuldade em encontrar características construtivas relativas ao mosteiro, foi possível perceber a época de construção e assim supor algumas destas características. A arquitetura do Renascimento está marcada por construções de paredes em alvenaria de pedra ou de tijolo, por este motivo é considerado suporte incombustível. Com base na visita efetuada foi possível observar bastantes infiltrações nas paredes (Figura 5.5) e ainda perceber que o mosteiro não está equipado com qualquer instalação de aquecimento, ventilação e ar condicionado, confeção e conservação de alimentos. É de salientar o facto de que, no local, não existir procedimentos ou planos de segurança, como se pode ver no Quadro 5.1 e no Anexo C.



Fig. 5.5 – Infiltrações nas paredes do CI

Quadro 5.1 – Preparação de dados do CI relativo ao POI para introduzir no *software* de cálculo do RI

POI						
CC - Caracterização da Construção						
Laje:	Infiltrações no Edifício:	Reação ao Fogo do Revestimento:		Idade de Construção do Edifício:		
Incombustível	Com infiltrações	Não Adequado		< 1951		
IEE - Instalações de Energia Elétrica						
Legislação Regulamentar:						
Respeita						
IA - Instalações de Aquecimento						
Não se aplica						
ICONFA - Instalações de Confeção de Alimentos						
Não se aplica						
ICONSA - Instalações de Conservação de Alimentos						
Não se aplica						
IVCA - Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar						
Não se aplica						
ILGC - Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis						
Não se aplica						
EF - Edifícios Fronteiros						
Não se aplica						
EA - Edifícios Adjacentes						
Não se aplica						
FA - Frações Adjacentes						
Elementos Envolventes da Fração:	Lajes:	Paredes:	Vãos:	Caixa de Escadas Enclausurada:	Canalizações e Conduitas:	POI Potencial das Frações Vizinhas:
Não Respeita	Respeita	Não Respeita	Não Respeita	Sem	Respeita	Menor
PPP - Procedimentos ou Planos de Prevenção						
Aplicabilidade:				Situação:		
Aplica				Não Existe PPP		
ATIV - Ativação						
Tipo de Edifício:						
VI - Salas de Espetáculo						

### 5.3.2. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO ÀS CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO NO CI (CTI)

Não existindo vias de evacuação associadas a este cenário de incêndio, o cálculo do fator de risco correspondente às consequências totais do incêndio será traduzido pelo resultado do fator parcial ( $CPI_{CI}$ ). Neste cálculo, é apenas de referir que o valor de efetivo adotado corresponde ao valor atribuído pela guia durante a visita, como se pode verificar no Quadro 5.2 e no Anexo C.

Quadro 5.2 – Preparação de dados do CI relativo ao CTI para introduzir no *software* de cálculo do RI

CTI										
CI - Consequências Totais de Incêndio										
Tipo de Edifício:	Área:	Pé-Direito:	Efetivo:	Nº de Saídas:	Dispositivos:	Sistema de Detecção:	Sistema de Extinção:	Sistema de Controlo de Fumo:	Reação ao Fogo Teto e Paredes:	Reação ao Fogo Pavimento:
VI - Salas de Espetáculo	710	20	150	2	Inexistência	Inexistência	Sem	Sem	< 1 Classe	< 1 Classe
VHE - Via Horizontal de Evacuação										
Não Existe										
VVE - Via Vertical de Evacuação										
Não Existe										

## 5.3.3. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO AO DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI)

Não existe qualquer compartimentação corta-fogo entre as diferentes divisões, portas de madeira e ainda existe pequenos vãos que permitem a passagem de fumo entre zonas. É de destacar que também não existe qualquer plano de segurança do CI, como se pode ver no Quadro 5.3 e no Anexo C.

Quadro 5.3 – Preparação de dados do CI relativo ao DPI para introduzir no *software* de cálculo do RI

DPI			
<b>REIC - Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais</b>			
Ano de Construção do Edifício:	REI da Via Vertical de Evacuação:	Controlo de Fumo:	REI da Estrutura e Laje:
Anterior 1990	Respeita	Sem	Respeita
<b>EI - Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio</b>			
EI das Portas:		EI das Paredes:	
Não Respeita		Não Respeita	
<b>VDGF - Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo</b>			
Não se aplica			
<b>PE - Proteção das Paredes Exteriores</b>			
Reação ao Fogo das Paredes Exteriores:	Classe de Reação:	Tipo de Parede Exterior:	
Não Respeita	< 1 Classe	Tradicional	
<b>OGS - Organização e Gestão da Segurança</b>			
Organização e Gestão de Segurança:	Formação :	Respeita a Legislação Regulamentar:	
Registos e Plano de Segurança	Sem	Não Respeita	

## 5.3.4. CÁLCULO DO FATOR DE RISCO ASSOCIADO À EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE DO INCÊNDIO (ESCI)

Os ótimos acessos facilitam o tempo de chegada dos bombeiros, porém não está presente qualquer dispositivo de deteção de incêndio ou extintor. Como o edifício é da UT VI – Salas de Espetáculo e pertence à 2ª categoria de risco não requer a instalação de RIA, como descrito no RT-SCIE (artigo 164º), como se pode ver no Quadro 5.4 e no Anexo C.

Quadro 5.4 – Preparação de dados do CI relativo ao ESCI para introduzir no *software* de cálculo do RI

ESCI			
<b>GP - Grau de Prontidão dos Bombeiros</b>			
Trajetos dos Bombeiros:	Tempo de Chegada:	Deteção e Alerta:	
< 10 km	< 10 min	Manual	
<b>SID - Sinalização, Iluminação e Deteção das Zonas Comuns</b>			
Altura do Edifício:	Tipo de Dispositivos das Zonas Comuns:	Existência de OGS:	Caixa de Escadas:
>9	Sinal	Não Existe	Interior
<b>AE - Vias de Acesso ao Edifício</b>			
Andar do Cenário de Incêndio:		Acesso às Viaturas dos Bombeiros:	
R/C até 3º Andar		Acesso Possível	
<b>HE - Hidrantes Exteriores</b>			
Distância dos Hidrantes ao Edifício:			
< 30 m			
<b>EXT - Extintores</b>			
Extintores:	Tipo de Organização e Gestão de Segurança:	Formação:	
Não Respeita	Sem OGS - Registos e Plano de Segurança	Sem	
<b>RIA - Redes de Incêndio Armadas</b>			
Não Aplica			
<b>CPB - Corpo Privativo de Bombeiros</b>			
Corpo Privativo de Bombeiros:			
Não Existe			

## 5.4. RISCO DE INCÊNDIO

Após a introdução dos dados descritos anteriormente nas tabelas, é apresentada na Figura 5.6, com o valor do RI do cenário de incêndio em análise, os respetivos valores totais e o Risco de Incêndio Aceitável, que apresenta um valor elevado (1,25), visto que o edifício a analisar é um edifício construído anteriormente ao ano de 1951. No Anexo C serão apresentadas figuras mais detalhadas relativas a todos os fatores parciais.

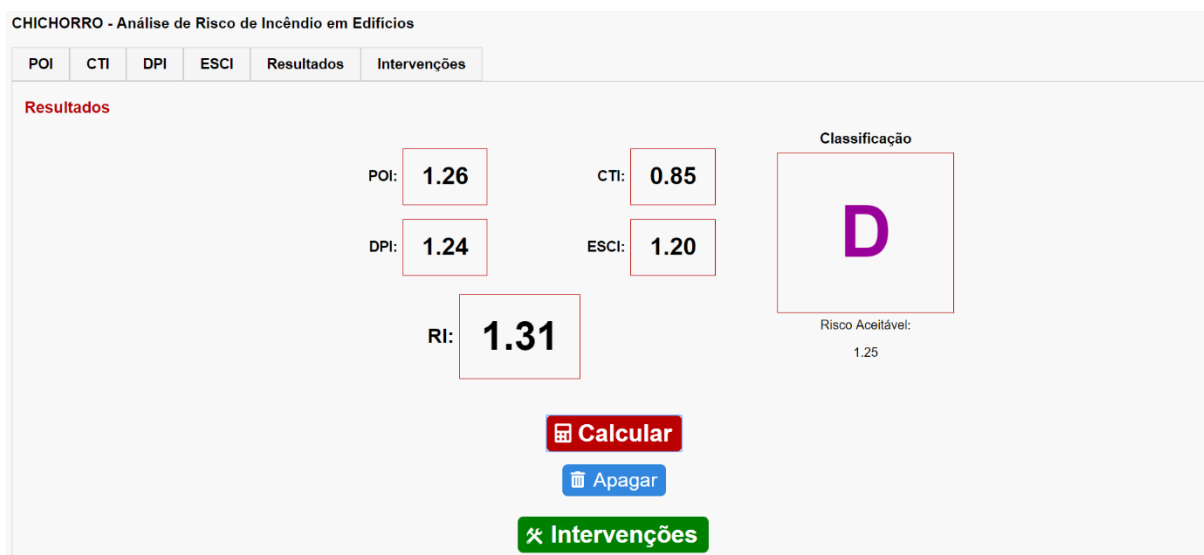


Fig. 5.6 – Vista do RI

Como se pode constatar na Figura 5.6, segundo a avaliação rigorosa do método CHICHORRO, o Cenário de Incêndio apresenta um valor de Risco de Incêndio de 1,31, que é equivalente a um elevado RI – classificação D. Este valor está acima do Risco de Incêndio Aceitável para este edifício (1,25) pelo que necessita de medidas de intervenção que vão ser apresentadas de seguida.

## 5.5. MEDIDAS DE INTERVENÇÃO

Como descrito anteriormente, o RI é de 1,31 (superior ao Risco de Incêndio Aceitável), sendo necessário a aplicação de medidas de intervenção. Ilustra-se, na Figura 5.7, a seleção correspondente às medidas de intervenção selecionadas com o respetivo valor do RI atualizado.

CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

### Intervenções

**Intervenções Ativas**

- 1. Hidrantes exteriores < 30m do edifício
- 2. Redução do estacionamento condicionado pela Câmara
- 3. Sinalização nas vias de evacuação
- 4. Iluminação nas vias de evacuação
- 5. Sinalização e Iluminação na CI
- 6. Detecção dentro das frações com média fiabilidade - 100seg
- 7. Detecção dentro das frações com grande fiabilidade - 50seg
- 8. Detecção dentro das frações com elevada fiabilidade - 30seg
- 9. Detecção nas vias de evacuação
- 10. Controlo de fumo - claraboias regulamentares e entrada de ar passivo nas vias de evacuação
- 11. Controlo de fumo - CI
- 12. Extintores 1ª intervenção
- 13. Rede de intervenção armada 1ª intervenção
- 14. Rede de intervenção armada e coluna seca 2ª intervenção
- 15. REA Sprinklers
- 16. OGS - Registos + Plano prevenção
- 17. OGS - Plano emergência + Simulacro
- 18. OGS - Formação

**Intervenções Passivas**

- 19. Redução infiltrações
- 20. Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF
- 21. Instalação ou reparação de escadas de salvação
- 22. Proteção dos vãos para edifícios fronteiros
- 23. Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos
- 24. Compartimentação - RF lajes
- 25. Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas
- 26. Selagem dos ductos piso a piso
- 27. Compartimentação - Portas CF nos CI
- 28. Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE
- 29. Revisão da instalação elétrica
- 30. Revisão da instalação gás
- 31. Revisão da instalação AVAC
- 32. Revisão pequena da instalação aquecimento
- 33. Revisão grande da instalação aquecimento
- 34. Revisão da instalação de confeção e conservação alimentos

Conjunto de medidas de intervenção para a redução do risco de incêndio

**Classificação antes das intervenções**

RI: **1.31**

**D**

Risco Aceitável:  
1.25

**Classificação após as intervenções**

RI: **1.01**

**B+**

Custo da Intervenção (€/m²):  
64.00

Fig. 5.7 – Vista das Intervenções

As medidas de intervenção selecionadas foram as seguintes:

- Intervenção 5: Sinalização e iluminação na CI;
- Intervenção 12: Extintores, 1ª intervenção;
- Intervenção 16: OGS – Registos e Plano de Prevenção;
- Intervenção 18: OGS – Formação;
- Intervenção 19: Redução das infiltrações.

Inicialmente foi testado o conjunto 1, composto pelas medidas de intervenção números: 1; 3; 4; 5; 7; 11; 12; 16; 17; 18 ;19; 21; 22; 27; 28; 29; 30; 31; 32. Posteriormente foram retiradas algumas intervenções uma vez que não se aplicavam para este caso em concreto e aumentavam o custo de forma desnecessária visto que, com este grupo de intervenções, já é possível obter um RI menor que o RI Aceitável. Das intervenções selecionadas, a mais “invasiva” é a redução de infiltrações visto que as paredes se encontram em mau estado, como se pode verificar na Figura 5.5 acima. Contudo, esta intervenção é de extrema importância, não só pela melhoria do RI mas também pela conservação do património mundial.

Com este pequeno grupo de intervenções foi possível obter um RI de 1,01, que representa uma classificação de B+. O custo destas medidas de intervenção é de 64,00 €/m<sup>2</sup>, custo relativo ao ano de 2015, que aparenta ser um valor acessível para contribuir para a preservação do património e da humanidade.

## **5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Não sendo este um objetivo principal da elaboração da presente dissertação, foi pertinente realizar e implementar a nova versão do método. Tendo consideração o trabalho desenvolvido no que diz respeito à versão CHICHORRO 3.1, foi oportuno analisar um edifício, com o intuito de demonstrar a aplicação desenvolvida.

Com a realização deste caso de estudo, apesar de breve, foi possível verificar que o *software* aprimorado no decorrer desta dissertação se encontra operacional. Contudo, será de extrema importância uma utilização mais exaustiva para comprovar a veracidade dos valores obtidos, podendo ser feita uma comparação com o método CHICHORRO 3.0 e até com o CHICHORRO 2.0 para observar as diferentes medidas de intervenção.

Relativamente ao Mosteiro da Serra do Pilar, conclui-se que, através de umas medidas de intervenção “ligeiras”, é possível reduzir o RI consideravelmente, salvaguardando os monumentos e os seus ocupantes.

Tendo em conta a pouca aplicabilidade do método, existe a noção que este caso de estudo foi um pequeno exemplo de muitos que deverão ser realizados em casos futuros.

# 6

## CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 2.0 A UMA ZONA DO CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA, PORTO

### 6.1. INTRODUÇÃO

Tendo em conta as limitações do Método CHICHORRO 3.1, no que diz respeito à introdução simplificada de dados referentes aos edifícios, neste capítulo foi utilizado o método anterior na sua versão completa para a aplicação do método de RI, sendo realizada a aplicação do Método CHICHORRO 2.0.

A análise foi realizada na Zona Histórica de Vila Nova de Gaia, no Porto, situada na margem esquerda do Rio Douro, na freguesia de Santa Marinha, num local onde, atualmente, predomina o comércio e a restauração. “Vila Nova de Gaia actual é o resultado da junção de duas antigas povoações, Gaia e Vila Nova. O Centro Histórico é riquíssimo. É cada vez mais um misto de cultura e turismo.” [11].

A zona escolhida para objeto de estudo teve em consideração o intuito de representar o maior número de edifícios com características distintas.

Foram analisados um total de 74 edifícios, correspondentes a 88 UT distintas (podendo, cada edifício, possuir mais que uma UT), com distintos estados de conservação, assim como outros fatores importantes para a realização da análise de cada UT como, por exemplo, o ano de construção, a distância a hidrantes ou o acesso pelos bombeiros.

No âmbito da engenharia civil, mais concretamente do RI, é importante ficar a conhecer a situação da zona histórica em estudo, no que à SCIE diz respeito.

## **6.2. CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA**

Vila Nova de Gaia, anteriormente dividida em Gaia e Vila Nova, foi elevada a cidade no dia 28 de junho de 1984, é um município pertencente à Área Metropolitana do Porto e ao distrito do Porto, localizada na Região Norte de Portugal. A cidade tem atualmente 15 freguesias e mais de 300000 habitantes, sendo o terceiro município mais populoso do país.

A origem e evolução do Centro Histórico, na freguesia de Santa Marinha, localizado na margem do rio Douro, remontam aos primórdios da cidade. Conhecida pelos grandes armazéns de Vinho do Porto, a ligação à cidade do Porto está também presente na tipologia dos edifícios das duas margens do rio. A tipologia do património construído no Centro Histórico de Gaia é realçada pelos revestimentos das fachadas dos edifícios, com incidência nos azulejos.

No século XVIII a imagem do Centro Histórico modificou profundamente com a construção de edifícios e armazéns, “Gaia ou Vila Nova de Gaia – villa, Douro, comarca e em frente do Porto, 1.800 fogos, 7.000 almas. Há nesta villa grande número de armazéns, que podem conter mais de 100.000 pipas.” [49].

Com a construção da Ponte Luís I, em 1886, que ligou as duas margens, através da zona alta das cidades, as atividades económicas e administrativas mudaram para a parte alta da cidade, perdendo a sua vocação de porto fluvial e o conjunto edificado entrou em declínio. Aspeto este que só mudou com a recente política de recuperação da zona histórica, que decorreu na última década, reintroduzindo a dinâmica comercial e turística na zona histórica de Gaia. As políticas de reordenamento do espaço, a criação de condições de habitabilidade, as melhorias das acessibilidades, com a criação de parques de estacionamento, permitiram a reabilitação da zona histórica e proporcionou assim um olhar para o futuro. Recentemente, foi ainda proposta, pelo presidente da Câmara de Gaia, a candidatura do Centro Histórico a património mundial da humanidade.

A zona histórica de Vila Nova de Gaia divide-se em três espaços, do ponto de vista arquitetónico, sendo eles: o núcleo antigo de Gaia, o conjunto urbano de Vila Nova e o enclave da encosta, onde estão localizados os armazéns.

Na zona histórica de Vila Nova de Gaia são de realçar infraestruturas como a Ponte Luís I, o Cais de Gaia, os passadiços e vias de acesso turístico, o Teleférico, as caves do Vinho do Porto, o Jardim do Morro e a Serra do Pilar.

Na zona de estudo, são de realçar as ruas: Avenida de Diogo Leite, Rua de Cândido dos Reis, Rua de Guilherme Braga, Rua de Santa Marinha, Rua de França, Rua de Afonso III, Rua de Guilherme Gomes Fernandes.

Em modo de curiosidade, no período final da realização da presente dissertação, ocorreu um incêndio num dos edifícios analisados no caso de estudo. No dia 5 de junho deflagrou na cozinha do Rabelo's Restaurante Bar, um incêndio que obrigou a evacuação dos clientes presentes no edifício. O estabelecimento, situado na avenida Diogo Leite, encontrava-se em bom estado de conservação, possuía hidrantes a menos de 30 metros e acesso possível a veículos Pesados de Combate a Incêndio, o que possibilitou uma intervenção eficaz por parte dos bombeiros, não tendo existido qualquer ferido.

### 6.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO

Ilustra-se, na Figura 6.1, o processo de cálculo do RI recorrendo aos Casos-Tipo e posterior Classificação de Risco de Incêndio, através dos parâmetros obtidos na inspeção prévia do edifício. De seguida, são descritos, com detalhe, cada parâmetro e os processos utilizados.

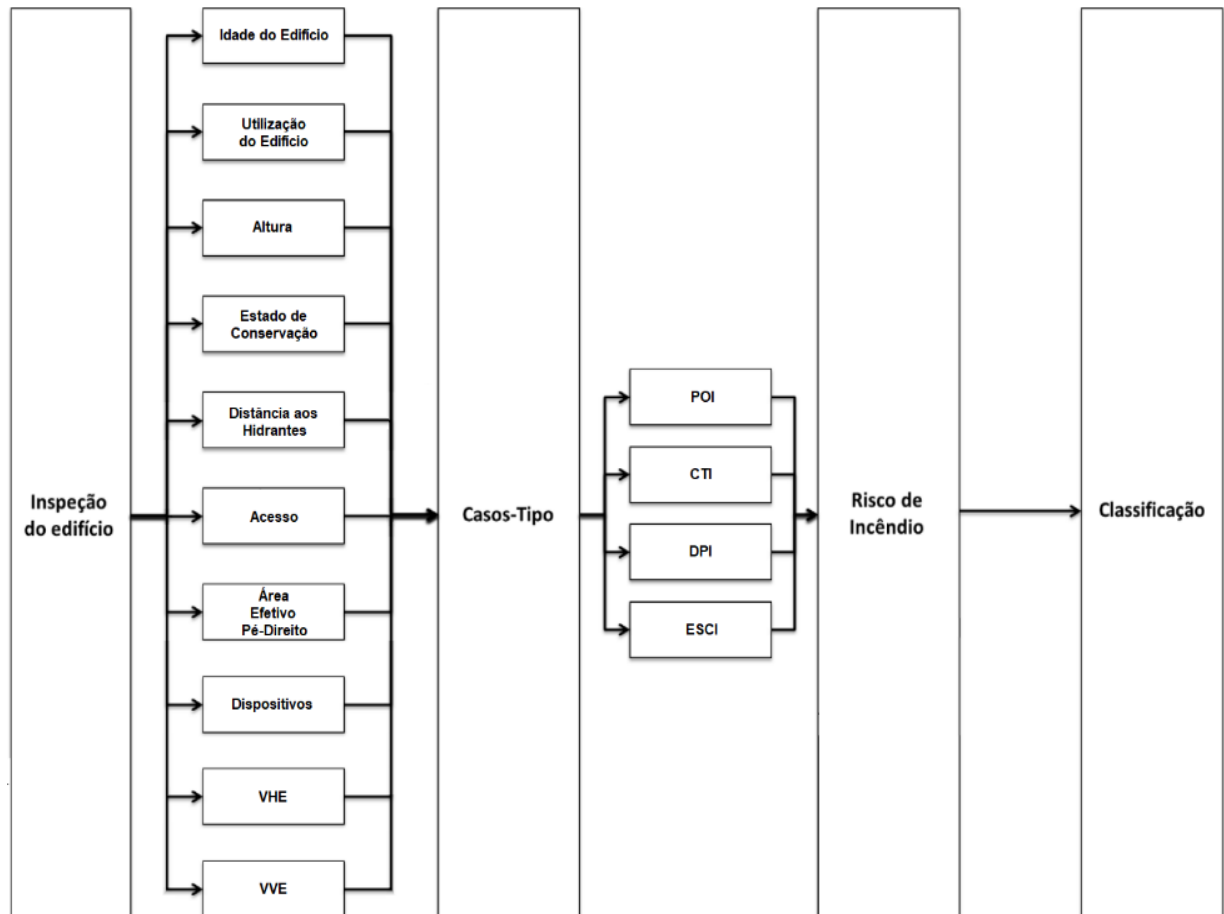


Fig. 6.1 – Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva classificação, adaptado [38]

Tal como se observa na Figura 6.1, no que diz respeito à inspeção dos edifícios à que analisar alguns fatores e casos-tipo, para cada edifício foi necessário perceber os seguintes fatores:

**Ano de construção:** A idade de um edifício tem influência no valor máximo de RI Aceitável, pois este valor varia conforme o ano de construção do edifício devido aos diferentes métodos construtivos e materiais utilizados, assim como a legislação de SCIE em vigor na data do seu licenciamento, como se pode consultar no Quadro 3.1, presente no Capítulo 3.

**Utilização-Tipo:** Consiste na classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto. Enquadra-se numa lista de doze possíveis utilizações-tipo:

- I – Habitacionais;
- II – Estacionamento;
- 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.

**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.

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

- **Bom:** Considera-se que um edifício se encontra em bom estado de conservação quando as suas fachadas necessitam somente de simples intervenções a nível de correção de pequenas fissuras ou correção nos seus azulejos/tijoleiras, assim como pequenos arranjos estéticos. Este estado de conservação engloba ainda edifícios que, de momento, não necessitam de intervenções profundas ao nível da 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 fissuras acentuadas, patologias a nível de patamares de varandas, beirais e cornijas. E ainda, edifícios que necessitam de intervenções a curto prazo no seu interior, para solucionar os seus problemas de estabilidade e de segurança de pessoas e bens. São edifícios que podem ter problemas agravantes de infiltrações de humidade;
- **Mau:** São edifícios que apresentam sérios problemas ao nível das fachadas, da cobertura e, conseqüentemente, do interior. E, caso não haja uma rápida intervenção nestas anomalias, coloca-se em causa, a estabilidade do edifício, a curto e médio prazo e, ainda, pode existir uma grande infiltração de humidade, colocando em causa as madeiras, os tetos e as escadarias no seu interior;
- **Devoluto:** São edifícios que, na generalidade, estão em péssimo estado de conservação, sem ocupação humana, ameaçando ruína, muitos deles já não têm cobertura, as fachadas ameaçam ruir, colocando em causa a segurança dos edifícios adjacentes. São edifícios que devem ser demolidos ou reabilitados, de modo a minimizar o risco.

**Distância aos Hidrantes:** A distância das saídas de evacuação do edifício ao hidrante mais próximo.

**Acesso:** A acessibilidade a veículos de socorro, nomeadamente bombeiros, está subdividido em três subcategorias:

- Acesso Possível;
- Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndio (VLCD);
- Sem Acesso.

**Área do Cenário de Incêndio:** Considera-se área do cenário de incêndio a superfície total de um dado piso ou fração, delimitada pelo perímetro 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.

**Pé Direito:** Refere-se à distância vertical medida na posição direita, ângulo reto, entre o piso e a parte inferior do teto.

**Sinalização:** Este descritor está subdividido nas seguintes partes:

- **Sinalização e Iluminação:** Consiste na existência ou não existência 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;
- **Deteção:** Consiste na existência ou não existência de sistema de deteção automática no cenário de incêndio. Em caso de existência, este pode ser termovelocimétrico ou ótico. A cada um deles está associado um respetivo tempo de deteção;
- **Extinção automática:** Consiste na existência ou não existência 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.

**VVE e VHE:** Via Vertical de Evacuação (VVE), consiste nas circulações verticais (escadas, rampas, etc.), incluindo portas e saídas, refere-se ao piso do CI. Via Horizontal de Evacuação (VHE), consiste nas circulações horizontais (corredores, átrios, etc.), refere-se à distância a percorrer entre a CI e a saída para o exterior ou para a VVE.

## 6.4. ZONA EM ANÁLISE

### 6.4.1. INTRODUÇÃO

Para proceder à análise do Risco de Incêndio dos edifícios, foi considerada uma zona pertencente ao Centro Histórico de Vila Nova de Gaia. Com localização na margem esquerda do rio Douro, situada no, atualmente, conhecido como Cais de Gaia. A escolha da área a analisar, teve em conta a representação do maior número de edifícios de diferentes utilizações-tipo, de forma a abranger a generalidade dos edifícios do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia. A localização da zona de estudo é mostrada no mapa da Figura 6.2.



Fig. 6.2 – Localização da Zona de Estudo, no Centro Histórico de Vila Nova de Gaia [Google Earth – acedido a 29 de maio de 2019]

A Zona de Estudo, está delimitada pela Avenida de Diogo Leite, Rua Cândido dos Reis, Rua de Guilherme Braga, Largo Joaquim Magalhães, Rua de Santa Marinha e Rua Dom Afonso III. A área perfaz um total de 32000 m<sup>2</sup>, com um total de 74 edifícios e 88 UT, das quais:

- 24 – Habitacionais;
- 2 – Estacionamento;
- 5 – Administrativos;
- 0 – Escolares;
- 0 – Hospitalares e lares de idosos;
- 1 – Espetáculos e reuniões públicas;
- 20 – Hoteleiros e restauração;
- 7 – Comerciais e gares de transportes;
- 1 – Desportivos e de lazer;
- 5 – Museus e galerias de arte;
- 0 – Bibliotecas e arquivos;
- 9 – Industriais, oficinas e armazéns.

É importante salientar que 14 dos edifícios se encontravam abandonados ou em construção, não sendo, por esse motivo, analisados nem contados para este estudo.

Para tornar possível a realização da análise de risco foi necessário fazer um levantamento de alguns aspetos essenciais, dos edifícios, para o método simplificado do método CHICHORRO 2.0:

- Ano de Construção;
- Utilização-Tipo;
- Altura;
- Estado de Conservação;
- Distância a Hidrantes;
- Acesso dos Bombeiros;
- Área do fogo;
- Efetivo;
- Andar CI;
- Pé Direito.

Os dados foram recolhidos *in loco*, num total de 5 visitas ao local da Zona de Estudo e foram registados numa folha de cálculo *Excel*, de forma a facilitar o processamento dos dados. Alguns dados tiveram, ainda, de ser recolhidos através de contactos efetuados, por exemplo com a Gaiurb, e investigação adicional.

O processamento dos dados teve início com a introdução dos mesmos na aplicação, criado por Ferreira [3]. O programa foi executado para cada edifício individualmente, com os dados de entrada respetivos, e os resultados, nomeadamente o RI Aceitável, o RI de cada edifício, a classificação de RI e todos os valores de RI após cada uma das intervenções existentes, entre 1 e 6 intervenções possíveis. Os resultados foram transpostos para uma folha de cálculo *Excel*.

Todos os dados recolhidos da aplicação, para cada um dos edifícios da Zona de Estudo, foram, ainda, processados e registados, graficamente, através da exposição por cores correspondentes a cada classificação de risco, num mapa. Para isso foi utilizado o software *AutoCAD* da *AutoDesk* e os ficheiros contendo a planificação do centro histórico da cidade de Vila Nova de Gaia, em formato *.dwg*, gentilmente fornecidos pela Gaiurb.

Para finalizar, foram criados gráficos de barras e circulares, de forma a melhorar a representação dos resultados obtidos, no que diz respeito à classificação do RI dos edifícios, respetivos estados de conservação, distância dos hidrantes, acessos e utilização-tipo.

Para além disso, foi, também, elaborado um gráfico de barras contendo, no eixo das ordenadas, a classificação de RI e, no eixo das abcissas, cada um dos edifícios da Zona de Estudo, com representação das intervenções sofridas, do seu custo/m<sup>2</sup> e do custo total de investimento por edifício.



Como se pode observar no Quadro 6.1, foram analisados 74 edifícios, divididos em 88 UT, com anos de construção anteriores a 1951 e posteriores a 2008, a altura dos edifícios varia entre 3 e 15 metros. Quanto ao estado de conservação foram analisados 50 UT em Bom estado, 19 em estado Médio e 5 UT em Mau estado. Quanto à distância aos hidrantes, 48 UT ficam a menos de 30 metros e 26 ficam a mais de 30 metros. Quanto ao acesso dos bombeiros, 53 das UT têm Acesso Possível, 17 têm Acesso a VLCI e 4 UT Sem Acesso. A área do fogo mínima analisada é de 24 m<sup>2</sup> e a máxima é de 5345 m<sup>2</sup>. O efetivo varia entre 5 e 100, o andar CI varia entre o R/C e 4º andar e o pé direito entre 3 e 8 m.

Foram criados gráficos circulares, com os dados relativos ao estado de conservação, distância a hidrantes e acessos. Estes gráficos são exibidos na Figura 6.4.

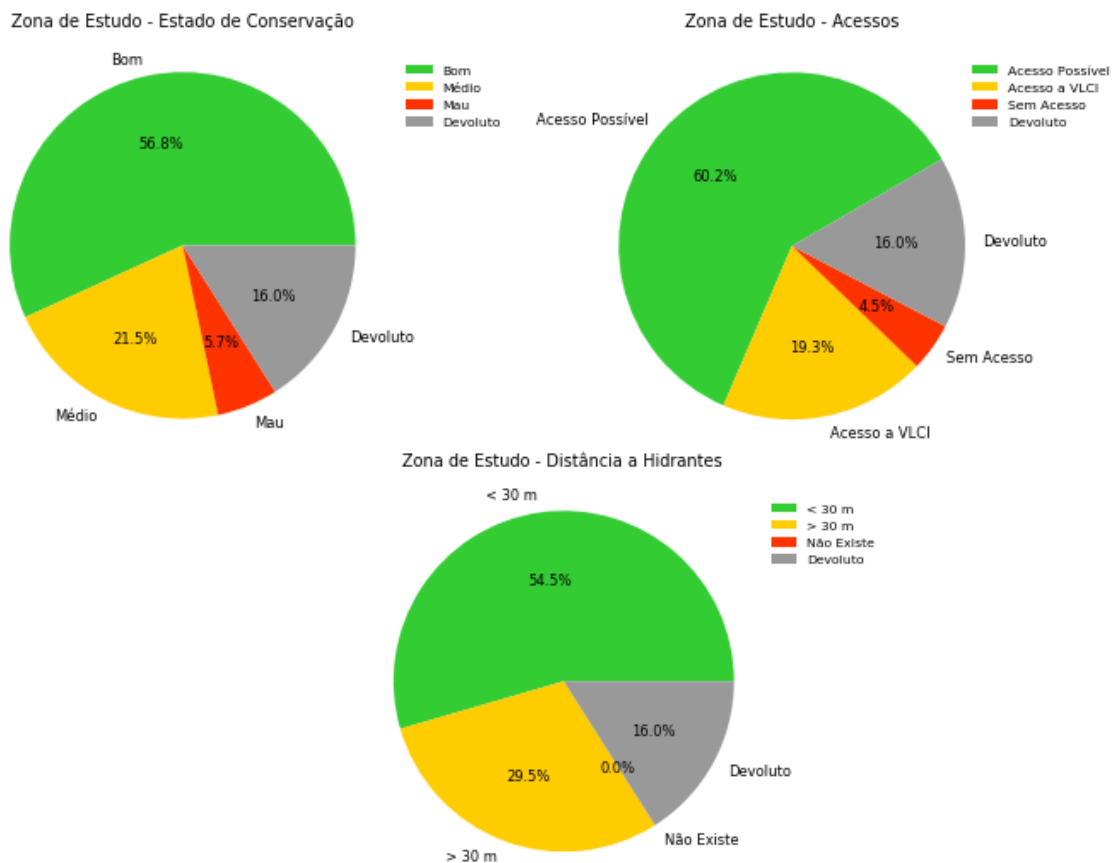


Fig. 6.4 – Gráficos representativos do Estado de Conservação, Distância a Hidrantes e Acessos, respetivamente, da Zona de Estudo

Como se pode verificar na Figura 6.4, quanto ao Estado de Conservação dos edifícios analisados, 56,8% dos edifícios encontravam-se em Bom estado, 21,5% dos edifícios em estado Médio e 5,7% em Mau estado. No que diz respeito à Distância a Hidrantes, 54,5% dos edifícios encontram-se a menos de 30 metros de um hidrante e 29,5% a mais de 30 metros. Quanto aos acessos a bombeiros, 60,2% dos edifícios tinham Acesso Possível, 19,3% tinham Acesso a VLCI e 4,5% não tinham acesso.

Como se pode ver, na Figura 6.4, 16% dos edifícios são devolutos.

Na Figura 6.5, é representado um mapa da Zona de Estudo, tendo em conta a utilização dos edifícios.

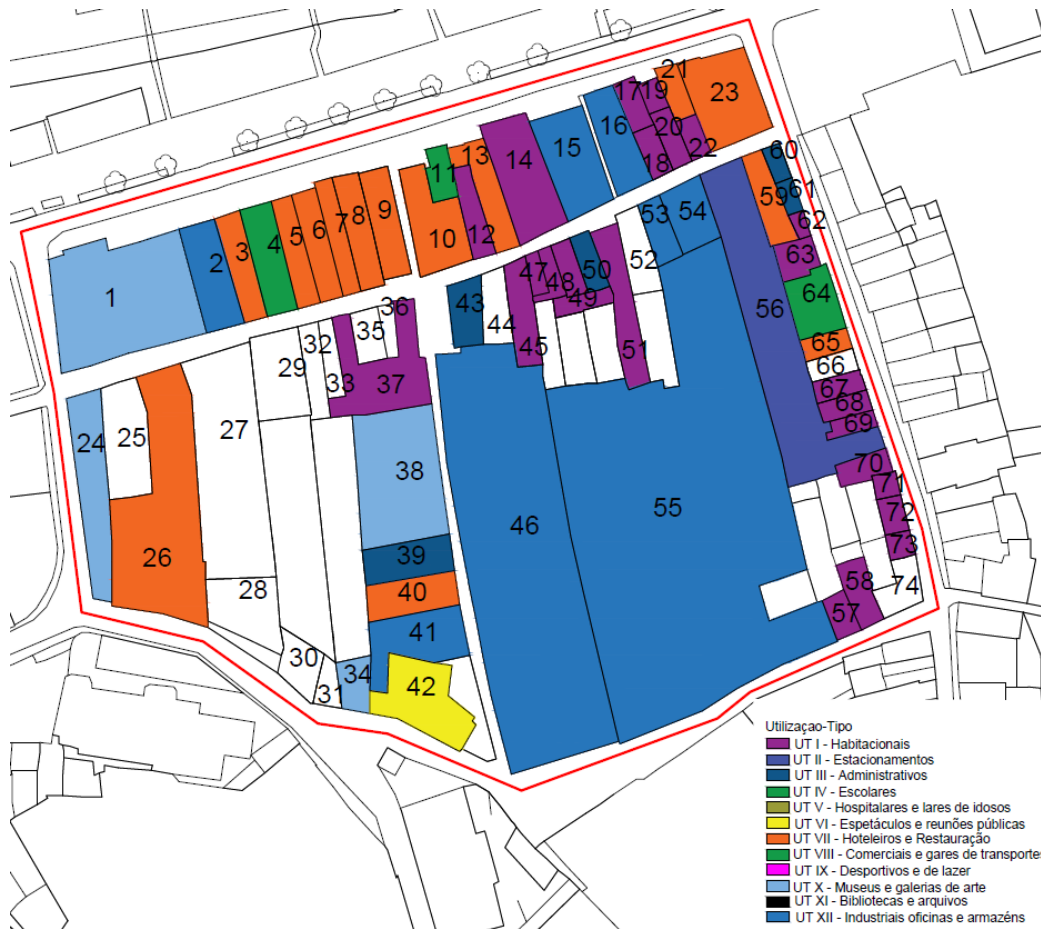


Fig. 6.5 – Mapa com a Utilização-Tipo de cada edifício da Zona de Estudo

Como se pode verificar na Figura 6.5 e na Figura 6.6, a Zona de Estudo é principalmente constituída por edifícios da UT “Habitação” (27,25%) e “Hotéis e Restauração” (22,71%), sendo as UT mais recorrentes, seguindo-se das UT “Indústria” (10,22%), “Comerciais de Gares de Transporte” (7,94%), “Administrativo” e “Museus e Galerias de Arte”, ambas com 5,68%. Com percentagens menores encontram-se as UT “Estacionamento” (2,27%), “Espetáculos e Reuniões Públicas” e “Desportivos e de Lazer”, ambas com 1,14%. Por último, é importante salientar que 15,99% são edifícios devolutos.

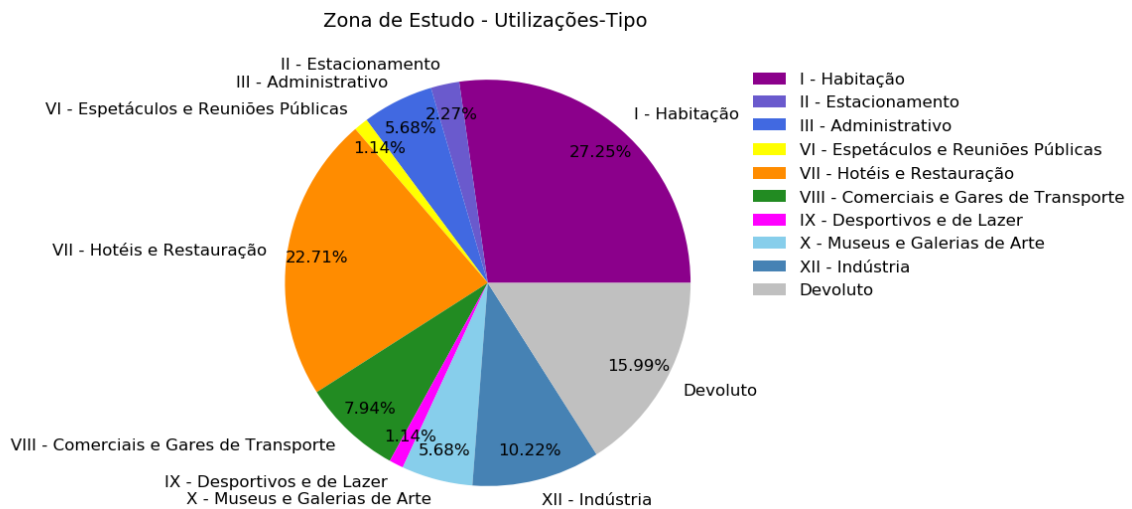


Fig. 6.6 – Gráfico representativo das Utilizações-Tipo dos edifícios da Zona de Estudo

No cabeçalho do Quadro 6.1, é apresentado o valor RI após a intervenção, para cada conjunto. Estes são descritos a seguir, como se pode ver no Quadro 6.2:

Quadro 6.2 – Medidas Ativas e Passivas para cada Conjunto de Intervenção (Habitação)

Conjunto de Intervenção/Custo	1	2	3	4	5	6
	(12 €/m <sup>2</sup> )	(25 €/m <sup>2</sup> )	(69 €/m <sup>2</sup> )	(124 €/m <sup>2</sup> )	(216 €/m <sup>2</sup> )	(283 €/m <sup>2</sup> )
<b>Medidas Ativas</b>						
Extintores	x	x	x	x	x	x
Sinalização nas zonas comuns	x	x	x	x	x	x
Iluminação nas zonas comuns	x	x	x	x	x	x
OGS – Plano de prevenção + formação	x	x	x	x	x	x
Deteção dentro das frações com grande fiabilidade		x	x	x	x	x
Deteção nas zonas comuns			x	x	x	x
Controlo de Fumo			x	x	x	x
Hidrantes exteriores < 30 m				x	x	x
Rede de incêndio armada					x	x
OGS – Plano de emergência + simulacro						x
<b>Medidas Passivas</b>						
Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos		x	x	x	x	x
Pinturas e acabamentos nas VHE e VVE			x	x	x	x
Revisão da instalação de gás			x	x	x	x
Revisão da instalação de AVAC			x	x	x	x
Revisão pequena da instalação de aquecimento			x	x	x	x
Compartimentação – Portas corta-fogo no CI				x	x	x
Proteção da cobertura e parede de empena para edifícios vizinhos					x	x
Instalação ou reparação de escadas de salvação					x	x
Revisão grande da instalação de aquecimento-central térmica						x
Compartimentação-Enclausuramento das caixas de escadas						x
Selagem de ductos piso a piso						x
Compartimentação – Reação ao fogo das lajes						x

Os custos associados a cada um dos conjuntos de intervenções advêm do estudo realizado por Ricardo Ferreira, no capítulo 3.9.3., na sua dissertação intitulada de “Desenvolvimento e Implementação Numérica do Modelo CHICHORRO de Avaliação de Risco de Incêndio de Edifícios” [3].

Os conjuntos apresentados acima dizem respeito à UT I – Habitação, contudo estes podem alterar consoante a UT do edifício. No entanto, entre as várias UT, as alterações não são significativas, mantendo os princípios de atuação.

Em cada conjunto de intervenções, no processo de escolha de qual utilizar para cada edifício, esteve em conta, como critério, o primeiro conjunto, pela respetiva ordem, em que o RI após a intervenção fosse imediatamente abaixo do RI aceitável.

De modo a facilitar a leitura do estado de conservação, da distância a hidrantes e do tipo de acesso de cada edifício, foram realizados mapas contendo estes indicadores através de cores e símbolos. Os mapas são apresentados na Figura 6.7.

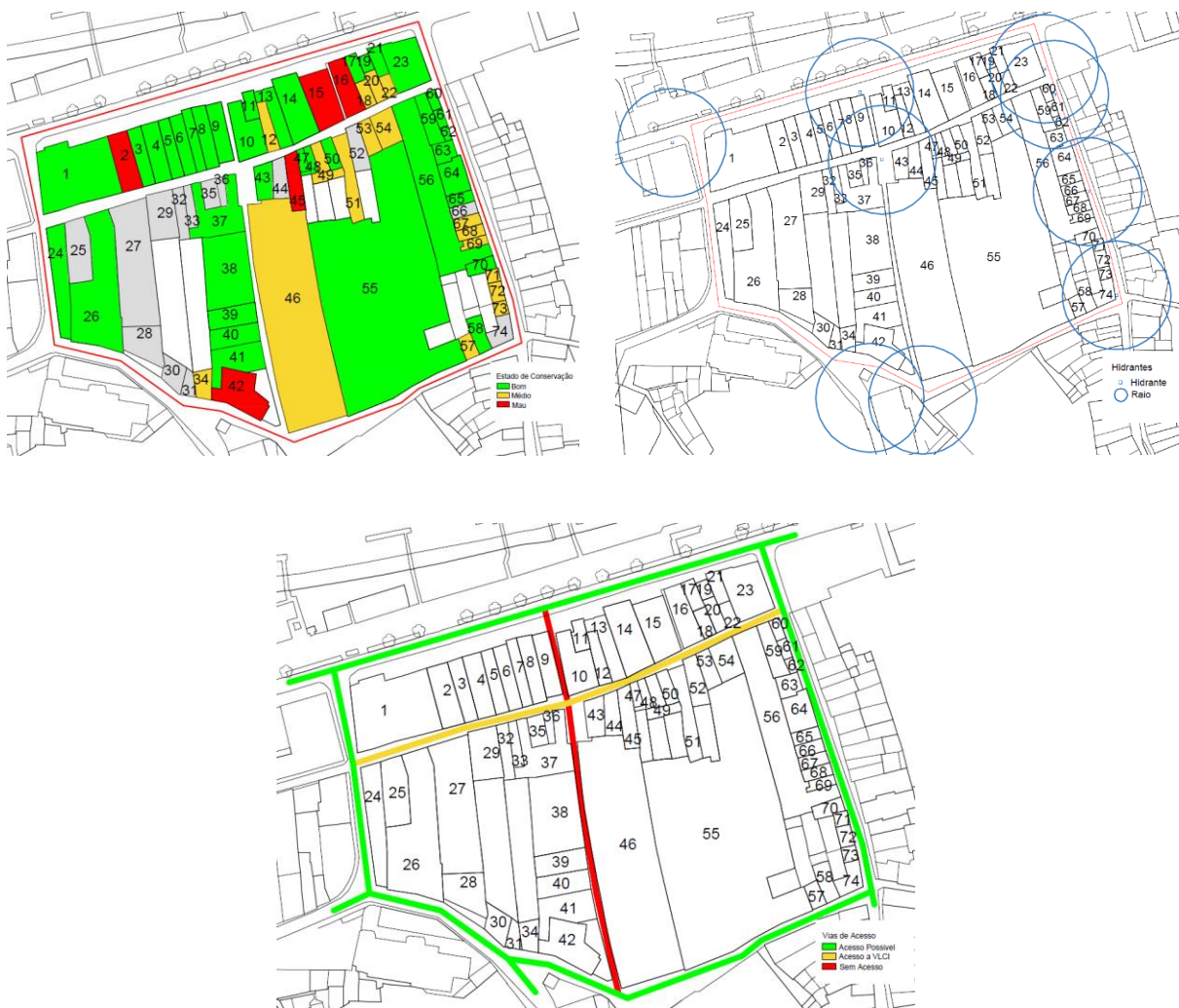


Fig. 6.7 – Mapas com o Estado de Conservação, Distância a Hidrantes e Acesso, respetivamente, da Zona de Estudo

Após a análise dos dados e a obtenção dos resultados, foi efetuado o mapa de cores correspondente às classificações do RI antes e após as intervenções. O mapa com a escala de classificação do RI antes e após as intervenções é apresentado na Figura 6.8.

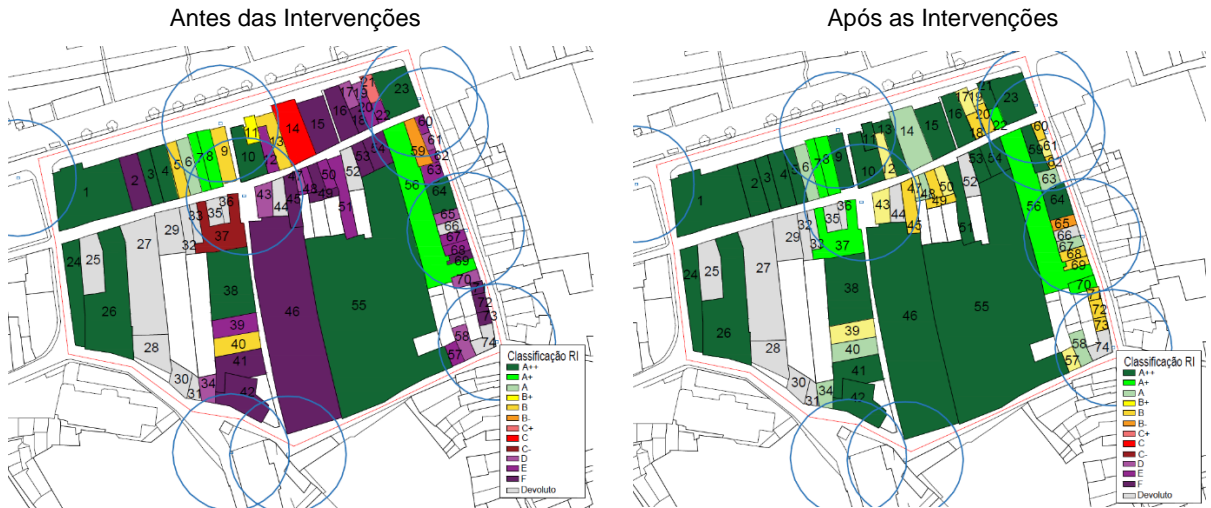


Fig. 6.8 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona de Estudo, antes das intervenções e após as intervenções

Após a implementação de cada conjunto de intervenções, é fácil constatar a melhoria significativa no Risco de Incêndio na Zona de Estudo. Na Figura 6.9, à esquerda, é apresentado um gráfico contendo o número de edifícios da Zona de Estudo inserido em cada uma das classificações de RI, no estado atual. Na mesma figura, à direita, apresenta-se um gráfico contendo o número de edifícios inserido em cada uma das classificações de RI após as respetivas intervenções realizadas. O conjunto de intervenções utilizado, em cada edifício, está representado na Figura 6.9.

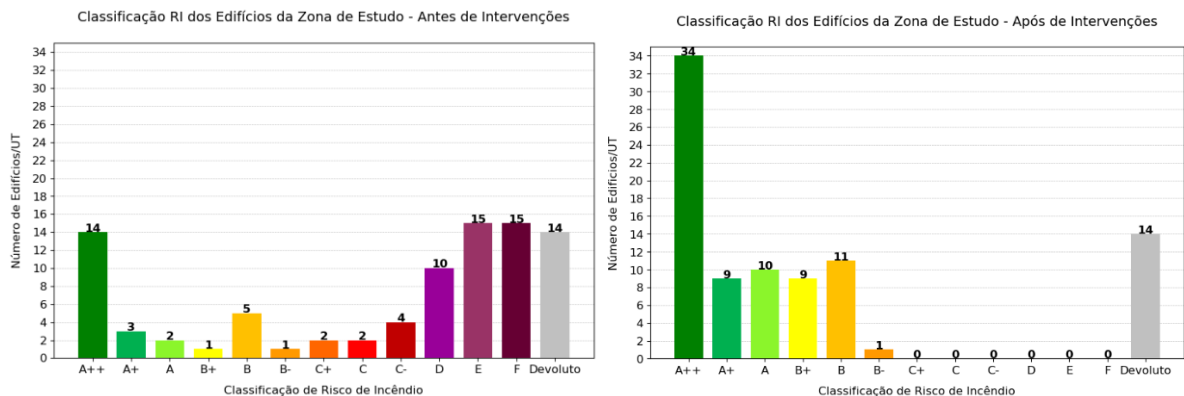


Fig. 6.9 – Gráficos representativos do nº de UT da Zona de Estudo por classificação de RI antes e após as intervenções

Representa-se na Figura 6.10 alguns edifícios da Zona de Estudo, de forma discriminada, o custo desse conjunto por m<sup>2</sup>, o custo total de intervenção e as classificações de RI, antes e após intervenções. Para uma melhor compreensão da Figura é de salientar que os números decimais referentes ao “ID da Utilização-Tipo” são referentes a diferentes UT presente no mesmo edifício. A Figura 6.10 com todos os edifícios é, também, representada no Anexo B de forma a possibilitar a análise integral e uma melhor legibilidade e compreensão do mesmo.

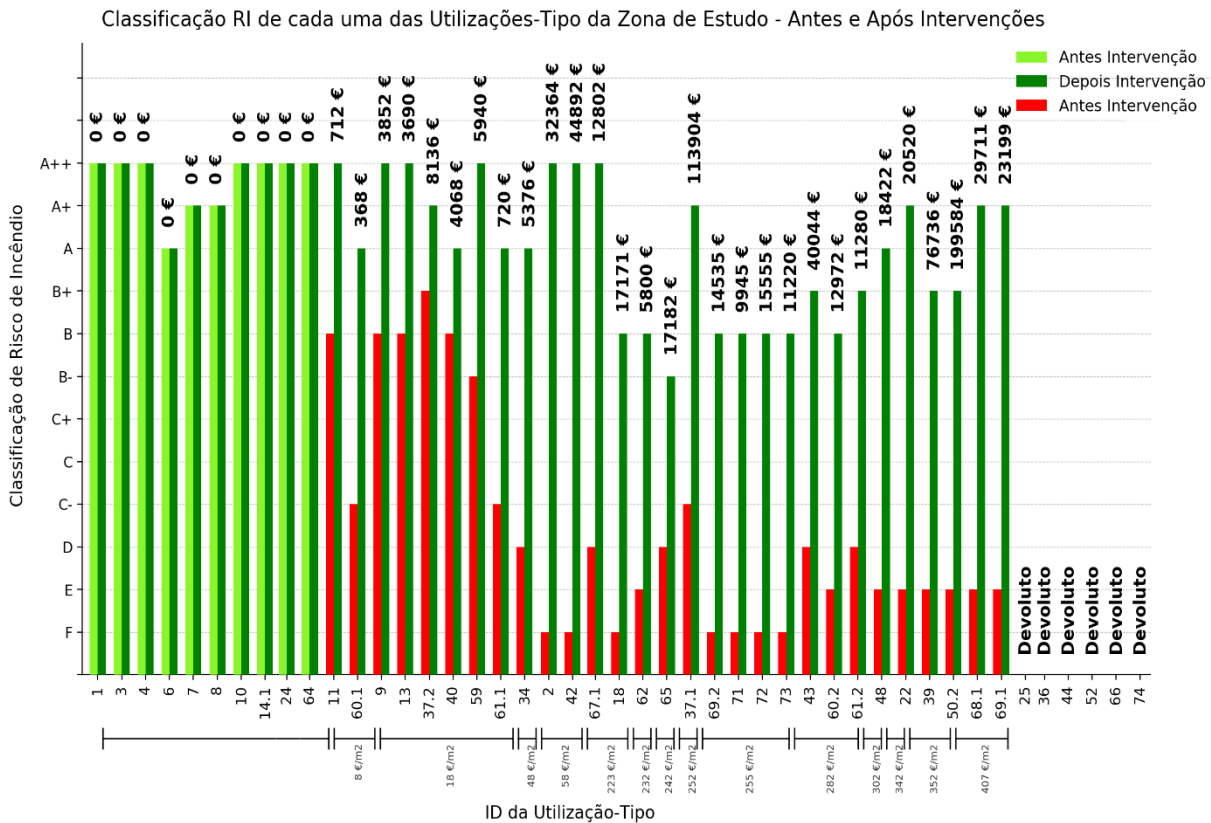


Fig. 6.10 – Gráfico com a classificação de RI antes e após as intervenções, por edifício, e respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m<sup>2</sup> de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona de Estudo

Após a análise de todos os edifícios presentes no caso de estudo destacam-se 4 que não obtiveram um Risco de Incêndio Aceitável, com os ID's 43, 60, 62 e 65, apesar de ter sido usado o conjunto de intervenções mais mitigador, estes edifícios ficaram aquém do pretendido.

Em relação ao custo, é possível observar uma variação de 386 a 553.991 € de custo total por edifício, com uma média de 28.118,09 € de custo total por edifício. Em geral, as intervenções mais caras são relativas a armazéns uma vez que possuem uma área maior. Apesar deste valor mais elevado, é de extrema importância a requalificação dos armazéns pois são um dos locais onde os incêndios acontecem com mais frequência na zona de estudo como exemplificado no subcapítulo 2.2.2.2., intitulado, na presente dissertação, de “Incêndios Históricos na Zona de Estudo”.

No Quadro 6.3, está representada uma simplificação do Quadro 6.1. Assim, ao analisar o Quadro 6.3, é possível verificar que 46 edifícios necessitaram de intervenção, sendo que 13 sofreram intervenções mais “ligeiras”, 17 intervenções “intermédias” e 16 intervenções “profundas”.

Quadro 6.3 – Nível do grau de intervenção

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14.1	14.2	14.3	14.4	15	16	17.1	17.2	18	19.1	19.2	20	21	22
RI Aceitável	1.05	1.25	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05	1.05	1.05	1.05	1.25	1.25	1.00	1.05	1.10	1.00	1.05	1.10	1.00	1.10
RI Inicial	0.74	0.92	0.89	0.89	1.06	0.99	0.94	0.94	1.06	0.85	1.06	1.61	1.06	0.76	0.89	0.99	1.25	1.99	1.99	1.22	1.46	1.73	1.19	1.40	1.62	1.19	1.67
RI Final	0.74	0.83	0.89	0.89	0.90	0.99	0.94	0.94	0.90	0.85	0.84	1.05	0.90	0.76	0.89	0.99	0.86	0.87	0.87	0.90	1.02	1.06	0.83	1.04	1.06	0.90	0.92
Conjunto de Intervenção	-	1	-	-	2	-	-	-	1	-	1	3	1	-	-	-	3	1	1	2	3	4	2	3	3	2	6
Nível de Intervenção	-	G1	-	-	G2	-	-	-	G2	-	G1	G2	G1	G2			G1	G1	G2	G3	G2	G2	G2	G2	G2	G2	G3

ID	23.1	23.2	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37.1	37.2	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50.1	50.2
RI Aceitável	1.00	1.00	1.05	1.05	1.05	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	1.05	Devoluto	Devoluto	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05	1.10	1.00	Devoluto	1.15	1.05	1.05	1.05	1.10	1.05	1.05
RI Inicial	0.78	0.88	0.89	0.85	0.85	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	1.35	Devoluto	Devoluto	1.26	1.03	0.88	1.62	1.09	1.93	1.90	1.49	Devoluto	1.95	1.78	1.45	1.55	1.78	0.79	1.54
RI Final	0.78	0.88	0.89	0.85	0.85	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	Devoluto	0.98	Devoluto	Devoluto	0.91	0.92	0.88	1.05	0.98	0.86	0.90	1.03	Devoluto	1.08	0.78	1.04	0.97	1.07	0.79	1.03
Conjunto de Intervenção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	1	-	6	1	1	1	6	Devoluto	3	1	5	6	3	-	6
Nível de Intervenção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G1	-	-	G2		-	G3	G1	G1	G1	G3	Devoluto	G2	G1	G3	G3	G2	G3	

ID	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60.1	60.2	61.1	61.2	62	63.1	63.2	64	65	66	67.1	67.2	68.1	68.2	69.1	69.2	70	71	72	73	74
RI Aceitável	1.10	Devoluto	1.05	1.05	1.05	1.00	1.10	1.05	1.00	1.00	1.05	1.00	1.05	1.05	1.05	1.10	1.00	1.00	Devoluto	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.05	1.10	1.10	1.10	1.10
RI Inicial	1.60	Devoluto	1.88	1.83	0.74	0.92	1.67	1.35	1.11	1.29	1.59	1.29	1.46	1.51	1.27	1.51	0.87	1.46	Devoluto	1.40	1.51	1.63	1.70	1.63	1.74	1.36	1.74	1.74	1.74	1.74
RI Final	0.87	Devoluto	0.89	0.86	0.74	0.92	1.01	0.98	0.85	0.97	1.09	0.97	1.04	1.07	0.81	0.96	0.87	1.11	Devoluto	0.82	0.96	0.93	1.08	0.93	1.08	0.95	1.08	1.08	1.08	1.08
Conjunto de Intervenção	3	Devoluto	1	1	-	-	3	3	1	1	6	1	6	6	2	3	-	6	Devoluto	2	3	3	3	3	5	3	5	5	5	5
Nível de Intervenção	G2	Devoluto	G1	G1	-	-	G2	G2	G1	G3	G3	G3	G3	G3	G2	-	G3	Devoluto	G2	G3	G3	G3	G3	G3	G2	G3	G3	G3	G3	Devoluto

Ilustra-se na Figura 6.11 o contraste dos edifícios antes e depois de estes terem sido intervencionados, de modo mais sucinto.

Comparação das Classificação RI dos Edifícios da Zona de Estudo

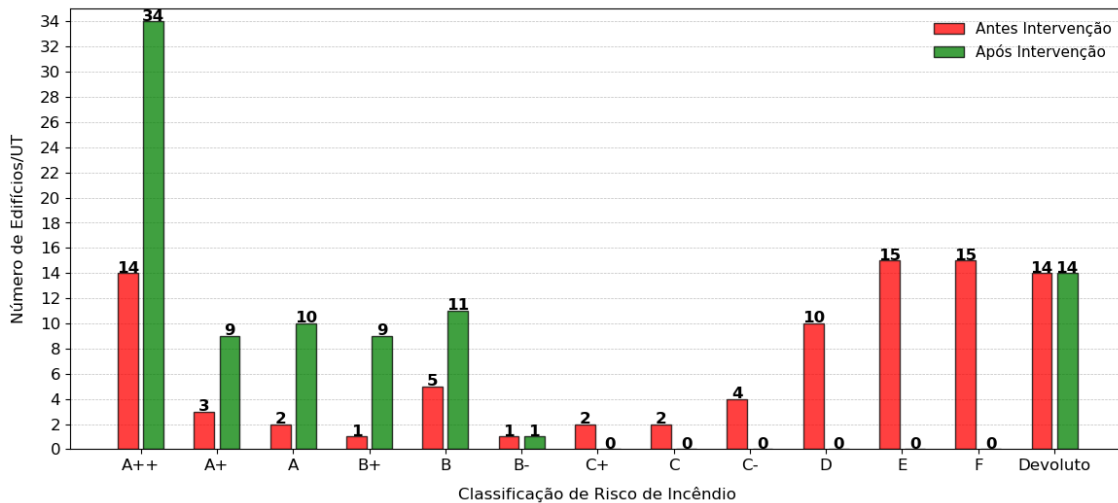


Fig. 6.11 – Gráfico comparativo por classificação de RI antes e após as intervenções

Da análise da Figura 6.11 pode concluir-se que, de forma qualitativa, cerca de 50% dos edifícios, antes de intervenção, encontravam-se com uma classificação D, E ou F e posteriormente à aplicação das medidas de intervenção, deixaram de existir quaisquer edifícios com pior classificação a partir de C+ e passaram, todos eles, para a classificação entre A e B, o que traduz numa enorme melhoria de segurança para os habitantes, demais utilizadores e património contido na zona de estudo. Em termos quantitativos, 34 das 74 UT (46 %), não incluído as 14 devolutas, possuem uma classificação A++, o que representa uma percentagem bastante elevada de UT que demonstra o benefício das intervenções para a segurança dos habitantes e património histórico.

## **6.5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A zona de estudo é constituída, na sua maioria, por edifícios antigos e, ao contrário do que se podia pensar, em bom estado de conservação (56,8%). É de destacar o empenho do município no que diz respeito à requalificação do Centro Histórico. Contudo, apesar do referido bom estado de conservação, não deixa de ser necessária a aplicação de medidas de intervenção para reduzir o risco de incêndio.

A largura das vias de acesso condiciona a possível intervenção dos bombeiros, que é um aspeto onde não é possível intervir sem causar a destruição parcial de edifícios envolventes. 60% dos edifícios têm vias com acesso possível a veículos pesados dos bombeiros sendo que o mais preocupante são os edifícios com acesso condicionado a VLCI (19%) e os que apenas têm acesso por ruas sem acesso a qualquer veículo dos bombeiros. No que diz respeito aos hidrantes, apesar de não cobrir toda a área da zona de estudo, apresentam um número interessante, tendo em consideração que é referente a uma zona num centro histórico, abrangendo 54,4% dos edifícios com hidrantes a menos de 30m.

Existem, na zona de estudo, alguns armazéns abandonados considerados edifícios devolutos (16%). Estes edifícios não obtiveram qualquer classificação de risco de incêndio por não serem oficialmente utilizados por pessoas e por se entender que, apesar de representarem um risco de ocorrência e propagação de incêndio elevado, o modelo CHICHORRO não permite avaliá-lo, isto é, o modelo não é aplicável a estes casos. Existem, ainda, 3 edifícios com aparentes características de habitação que foram ocupados com armazéns de restaurantes adjacentes sem condições no interior (ID's 2, 15 e 16), o que resulta num elevado risco de incêndio, colocando em causa a segurança de todos os edifícios envolventes.

É de destacar que os edifícios A++ são, na generalidade, edifícios já reabilitados, na sua maioria edifícios para exposição de vinho do Porto e visita ao público. Como é de conhecimento geral, a zona do cais de Vila Nova de Gaia é um local de bastante importância turística para a cidade, o que resulta num cuidado acrescido do município.

Todos os edifícios intervencionados tiveram melhorias significativas na classificação de risco de incêndio. Das 88 UT, 53 obtiveram uma classificação A e 21 uma classificação de B, sendo a pior classificação B-, existindo ainda 14 edifícios devolutos. Apesar do objetivo principal da aplicação de cada conjunto de intervenção ser de mitigar o próprio RI até que este seja inferior ao Risco de Incêndio Aceitável, apenas 4 edifícios, do total de edifícios analisados, não cumpriram esse objetivo. No entanto, esta é uma parcela reduzida (4,5%) dos edifícios e, apesar de não cumprirem o RI Aceitável, o RI mantém-se muito próximo deste. Assim sendo, é possível concluir que os conjuntos de intervenção são bastante eficazes no que toca à diminuição do RI para valores aceitáveis.

Em relação aos custos de intervenção, é de realçar que a média de custo/m<sup>2</sup> dos conjuntos sugeridos para atingir um risco de incêndio aceitável é de 119,43 €. Relativamente a custos totais, o custo médio de intervenção é de 28.118,10 € e representa um custo total de 2.080.739 €, um valor bastante avultado. Contudo, se não incluirmos os edifícios com os ID's 15 e 16 (referentes aos armazéns sem condições mínimas de utilização) e os ID's 41, 46, 37 e 39 (edifícios sem vias de acesso a bombeiros), obtemos um custo médio de 11.762,30 €. Este é um custo economicamente acessível que pode ser integrado em futuras obras de reabilitação dos edifícios que têm como objetivo principal reduzir o risco de incêndio para um valor aceitável.

Em suma, e generalizando os 74 casos de edifícios a toda a zona histórica analisada de Vila Nova de Gaia, pode-se concluir que grande parte dos edifícios possuem um elevado Risco de Incêndio. Isto compreende-se pelo facto de serem edifícios situados num CUA, dos quais poucos sofreram algum tipo de intervenção desde a sua conceção.

# 7

## CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

### 7.1. CONCLUSÕES

É essencial perceber que a SCIE é de elevada importância, não só para a preservação da vida humana, mas também para a preservação do património. Embora se trate de uma temática que tem sofrido uma série de avanços, não só tecnológicos, mas também legislativos, existe ainda um longo caminho a percorrer para alcançar os objetivos.

Nos CUA, como é o caso do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, quando se abordam potenciais incêndios estão associadas possíveis perdas humanas acrescidas, assim como perdas patrimoniais significativas dada a existência de edifícios com alto valor histórico, arquitetónico e cultural para a identidade da cidade. Por estes motivos, deve ser reconhecida a importância da prevenção dos incêndios uma vez que os edifícios antigos possuem fracas capacidades de resistência ao fogo, além de que, nestas zonas, a eficácia do combate do incêndio é reduzida tendo em consideração as várias dificuldades existentes como, por exemplo, a fraca acessibilidade por parte dos veículos de emergência dos bombeiros aos arruamentos existentes na envolvente e a inexistência de hidrantes operacionais.

A presente dissertação consistiu na implementação das medidas ativas e passivas de intervenção no modelo 3.0 e um conseqüente aperfeiçoamento do método CHICHORRO, visando a aplicação de 34 intervenções. Este *software* está facultado numa plataforma *online* permitindo uma fácil utilização geral.

Com base na aplicação do método CHICHORRO 3.1 num edifício pertencente ao Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, foi possível verificar que o *software* aprimorado no decorrer desta dissertação se encontra bem implementado sendo, no entanto, necessário realizar muitas mais aplicações até que se possa dizer que se encontra operacional. Contudo será de extrema importância uma utilização mais exaustiva comprovar a veracidade dos valores obtidos, podendo ser feita uma comparação com o método 3.0 e até o 2.0 para observar as diferentes medidas de intervenção.

Com a aplicação do método simplificado CHICHORRO 2.0 a 74 edifícios do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia foram obtidos valores de RI elevados. Contudo, posteriormente à aplicação das medidas de intervenção propostas, verificou-se uma redução considerável desses valores.

Todos os edifícios intervencionados tiveram melhorias significativas na classificação de risco de incêndio: das 88 UT, 53 obtiveram uma classificação A e 21 uma classificação de B, sendo a pior classificação B- existindo, ainda, 14 edifícios devolutos. Da totalidade dos edifícios analisados, apenas 4 não cumpriram o objetivo de RI Aceitável, mesmo quando sujeitos às mais gravosas intervenções com medidas ativas e passivas. No entanto, esta é uma parcela reduzida dos edifícios e, apesar de não cumprir

o RI Aceitável, o RI mantém-se muito próximo deste. Assim sendo, é possível concluir que os conjuntos de intervenções são bastante eficazes no que toca à diminuição do RI para valores aceitáveis.

Generalizando os 74 casos de edifícios a toda a zona histórica analisada de Vila Nova de Gaia pode-se concluir que grande parte dos edifícios possuem um elevado Risco de Incêndio. Isto compreende-se pelo facto de serem edifícios situados numa antiga zona histórica dos quais poucos destes edifícios sofreram algum tipo de intervenção desde a sua conceção.

Em modo de conclusão, o método CHICHORRO 3.1 possibilita uma melhor compreensão das condições do edificado nacional quanto ao Risco de Incêndio permitindo, assim, uma melhor atuação ao nível da sua prevenção e combate.

## 7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

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

- Implementação do método simplificado já existente na versão CHICHORRO 2.0, tendo como base o método pormenorizado, distinguindo várias tipologias de acordo com a taxa de desenvolvimento de um incêndio,  $\alpha$ , acrescida de uma subdivisão de acordo com as características construtivas típicas de cada edificado com o objetivo de simular valores para centenas de casos, de forma a não ter de calcular, individualmente, situações repetidas;
- Alteração do cálculo do Cenário 4 – CI + VHE + VVE de forma a ser possível alterar a ordem de evacuação das vias, isto é, para além do cálculo de CI, VHE e VVE, por esta ordem, ser possível, também, fazer o cálculo com o cenário CI, VVE e VHE.
- Afinação de custos por metro quadrado (€/m<sup>2</sup>) de cada intervenção, com recurso à plataforma *PRONIC*;
- Sugestões de mais algumas intervenções a considerar, Gerador de emergência, Grupo de bombagem, Cablagem resistente ao fogo, Evacuação alternativa;
- Realização de uma representação gráfica individual das consequências das medidas de intervenção no cálculo do RI de modo a permitir uma compreensão do impacto de cada uma delas;
- Criação de georreferenciação e de bases de dados com o intuito de armazenar os vários valores de RI e respetivas classificações de cada edifício introduzido no sistema, de forma a simplificar cada vez mais o processo de cálculo de Risco de Incêndio para um conjunto de vários edifícios, no programa CHICHORRO 3.1;
- Solucionar a problemática dos edifícios devolutos e a fraca aplicabilidade do método a estes, através da estipulação de um valor standardizado para este tipo de edifício. Para tal, sugere-se a seleção de uma amostra de edifícios e formulação de casos tipo, seguida de validação destes, através da aplicação do método;
- Elaborar um *debug* exaustivo à aplicação desenvolvida. Torna-se essencial uma experimentação por parte de diversas entidades de forma a melhorar e resolver problemas que possam ainda existir ao nível da programação;
- Possível interação do programa CHICHORRO 3.1 com os diversos programas relacionados com incêndios em edifícios, nomeadamente o *software* também desenvolvido na FEUP, *Firecheck* 2.0, [50];
- Finalizar a análise dos edificados do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia, de forma a criar um mapa de Risco de Incêndio da zona.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Coelho, L., *Incêndios em Edifícios*. Edições Orion, Amadora, 2010.
- [2] Martins, D., *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.
- [3] Ferreira, R., *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.
- [4] Teixeira, J., *Melhoria e Implementação do Software do Modelo CHICHORRO de Avaliação de Risco de Incêndio de Edifícios – Avaliação do Risco de Incêndio em Ponta Delgada, Açores*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2018.
- [5] Portugal, Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2008.
- [6] <http://www.proci.v.pt>. maio de 2019.
- [7] <http://cvc.instituto-camoes.pt/teatro-em-portugal-espacos/teatro-baquet.html#.XQEer1xKhPY>. maio de 2019.
- [8] <https://www.publico.pt/2018/08/25/local/noticia/incendio-do-chiado-a-catastrofe-e-a-redencao-1841993>. maio de 2019.
- [9] <https://jpn.up.pt/2009/01/09/porto-incendio-junto-a-torre-dos-clerigos-faz-quatro-mortos/>. maio de 2019.
- [10] <https://www.publico.pt/2009/04/01/jornal/incendio-em-predio-do-centro-historico-de-guimaraes-desalojou-15-moradores-301200>. maio de 2019.
- [11] Almeida, S., *Reabilitação e Segurança do Centro Histórico de Vila Nova de Gaia - Um Projeto de Proteção Civil*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 2011.
- [12] <https://tvi24.iol.pt/sociedade/lisboa/bombeiros-combatem-incendio-em-restaurante-em-benfica>. maio de 2019.
- [13] <https://sol.sapo.pt/artigo/641754/inc-ndio-em-campo-de-ourique-ja-foi-extinto->. maio de 2019.
- [14] <http://portocanal.sapo.pt/noticia/175527/>. maio de 2019.
- [15] <https://www.publico.pt/2019/02/02/local/noticia/incendio-centro-comercial-colombo-1860461>. maio de 2019.
- [16] <http://www.postal.pt/2019/02/incendio-deflagrou-no-centro-comercial-tavira-gran-plaza/>. maio de 2019.
- [17] <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/20190318-2137-homem-morre-em-incendio-numa-habitacao-em-rio-de-mouro>. maio de 2019.
- [18] <https://www.noticiasmaia.com/sete-cobras-e-um-lagarto-morreram-em-incendio-no-zoo-da-maia/>. maio de 2019.

- [19] <https://www.publico.pt/2019/04/08/sociedade/noticia/homem-morreu-incendio-habitacao-guimaraes-1868401>. maio de 2019.
- [20] <https://www.ointerior.pt/sem-categoria/incendio-na-povoa-do-mileu-destroi-habitacao/>. maio de 2019.
- [21] <https://observador.pt/2019/04/19/almada-forum-evacuado-devido-a-incendio-na-zona-de-restauracao/>. maio de 2019.
- [22] <https://www.impala.pt/noticias/portugal-e-o-mundo/incendio-em-fabrica-de-papel-de-ovar-em-fase-de-rescaldo/>. maio de 2019.
- [23] <https://www.jn.pt/mundo/interior/cinco-raparigas-morrem-num-incendio-em-escape-room-na-polonia-10399363.html>. maio de 2019.
- [24] <https://www.jn.pt/mundo/interior/incendio-em-predio-luxoso-de-paris-faz-oito-mortos-e-30-feridos-10535783.html>. maio de 2019.
- [25] <https://sol.sapo.pt/artigo/645666/as-imagens-do-terrivel-incendio-no-centro-de-treinos-do-flamengo-que-fez-10-mortos>. maio de 2019.
- [26] <https://sol.sapo.pt/artigo/650237/fogo-em-igreja-historica-de-paris-video>. maio de 2019.
- [27] <https://www.cmjornal.pt/mundo/detalhe/alerta-cm--incendio-obriga-a-evacuar-hotel-em-marina-dor-onde-estao-estudantes-portugueses-em-viagem-de-finalistas>. maio de 2019.
- [28] <https://observador.pt/pesquisa/?q=notre+dame>. maio de 2019.
- [29] <https://sicnoticias.pt/mundo/2019-04-29-Incendio-atinge-predio-de-21-andares-em-Manila-Filipinas>. maio de 2019.
- [30] <https://www.noticiasaoiminuto.com/mundo/1246247/incendio-em-moradia-mata-casal-de-90-anos-e-o-filho-em-franca>. maio de 2019.
- [31] <https://www.jn.pt/mundo/interior/incendio-num-apartamento-em-nova-iorque-caoa-seis-mortos-10876048.html>. maio de 2019.
- [32] Gonçalves, M., *Segurança Contra Incêndio em Edifícios*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2018.
- [33] Yung, D., *Principles of Fire Risk Assessment in Buildings*. Wiley, Toronto, 2008.
- [34] Fernandes, A., *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, 2006.
- [35] Costa, A., *Proposta de um Novo Método de Avaliação do Risco de Incêndio para Edifícios – Aplicação no Centro Urbano do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [36] Correia, A., *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.
- [37] Pissarra, J., *Desenvolvimento e Implementação Numérica de um Modelo de Análise de Risco de Incêndio Urbano - MARIEE - Edifícios Comerciais, Bibliotecas e Salas de Espetáculo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.

- [38] Silva, B., *Modelo de Análise de Risco de Incêndio CHICHORRO – Melhoria e Ampliação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.
- [39] Portugal, Decreto-Lei n.º 224/2015 de 9 de outubro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2015.
- [40] Portugal, Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RTSCIE), 2008.
- [41] Cunha, D., *Análise do risco de incêndio de um quarteirão do centro histórico da cidade do Porto – Quarteirão 14052, Aldas – Sé do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [42] <http://www.segurancaonline.com>. maio de 2019.
- [43] NFPA 92, Standard for Smoke Management Systems, 2011 edition.
- [44] <https://www.apsei.org.pt/areas-de-atuacao/seguranca-contraincendio/medidas-de-autoprotecao/>. junho de 2019.
- [45] <http://www.segurancaonline.com/gca/?id=917>. junho de 2019.
- [46] <http://www.tiobe.com/tiobe-index/>. maio de 2019.
- [47] <https://www.tiobe.com/tiobe-index/python/>. maio de 2019.
- [48] <https://www.theinquirer.net/inquirer/news/3077771/java-and-javascript-remain-the-most-popular-programming-languages>. junho de 2019.
- [49] Pinho Leal, A., *Portugal Antigo e Moderno*. Matos Moreira, Lisboa, 1873.
- [50] Gouveia, T., *Firecheck 2.0 - Desenvolvimento e Aplicação do Modelo Informático de Apoio à Realização e Gestão de Vistorias e Inspeções no Âmbito da SCIE*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.



## **Anexo A**

### **Suporte Papel:**

LISTA COMPLETA DOS EDIFÍCIOS ANALISADOS NO CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA



Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios no Centro Histórico de Vila Nova de Gaia

37.1	Alojamento Local	> 2008	I - Habitação	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	452	30	2º	3	1.00	1.26	C-	1.17	1.07	0.91	0.91	0.89	0.81	0.91	A+
37.2	Bar	> 2008	VII - Hotéis e Restauração	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	452	100	R/C	3	1.00	1.03	B+	0.92	0.80	0.71	-	-	-	0.92	A+
38	Augustos (Exposição)	> 2008	X - Museus e Galerias de Arte	6	Bom	> 30 m	Sem Acesso	1514	50	1º	3	1.00	0.88	A++	0.73	0.69	0.65	-	-	-	-	A++
39	Estúdio Musica	1991-2008	III - Administrativo	3	Bom	> 30 m	Sem Acesso	218	10	R/C	3	1.05	1.62	E	1.53	1.46	1.32	1.26	1.24	1.05	1.05	B+
40	Plano (bar e loja)	> 2008	VII - Hotéis e Restauração	3	Bom	> 30 m	Sem Acesso	226	30	R/C	3	1.00	1.09	B	0.98	0.80	0.69	-	-	-	0.98	A
41	Armazém	1991-2008	XII - Indústria	6	Bom	> 30 m	Sem Acesso	658	5	1º	3	1.05	1.93	F	0.86	0.73	-	-	-	-	0.86	A++
42	Centro Paroquial (abandonado)	1975-1990	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	6	Mau	< 30 m	Acesso Possível	774	100	1º	3	1.10	1.90	F	0.90	0.79	0.73	-	-	-	0.90	A++
43	Gabinetes (Gaiurb)	> 2008	III - Administrativo	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	142	25	2º	3	1.00	1.49	D	1.41	1.35	1.21	1.20	1.18	1.03	1.03	B+
44	Devoluto																					
45	Habitação	1968-1974	I - Habitação	12	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	174	10	3º	3	1.15	1.95	F	1.70	1.42	1.08	1.04	0.98	0.87	1.08	B
46	Armazém	1991-2008	XII - Indústria	8	Médio	< 30 m	Acesso Possível	3083	10	R/C	8	1.05	1.78	F	0.78	0.71	-	-	-	-	0.78	A++
47	Habitação	1991-2008	I - Habitação	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	41	10	2º	3	1.05	1.45	D	1.35	1.26	1.06	1.06	1.04	0.98	1.04	B+
48	Habitação	1991-2008	I - Habitação	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	61	10	2º	3	1.05	1.55	E	1.46	1.36	1.14	1.09	1.07	0.97	0.97	A
49	Habitação	1975-1990	I - Habitação	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	80	10	1º	3	1.10	1.78	F	1.58	1.41	1.07	1.00	0.97	0.87	1.07	B
50.1	Garagens	> 2008	II - Estacionamento	4	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	567	15	R/C	4	1.05	0.79	A++	0.75	0.67	0.64	-	-	-	-	A++
50.2	Escritórios	> 2008	III - Administrativo	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	567	10	2º	3	1.05	1.54	E	1.46	1.39	1.26	1.20	1.18	1.03	1.03	B+
51	Habitação	1975-1990	I - Habitação	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	256	10	2º	3	1.10	1.60	E	1.43	1.21	0.87	0.82	0.79	0.72	0.87	A++
52	Devoluto																					
53	Armazém (abandonado)	1991-2008	XII - Indústria	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	222	5	1º	3	1.05	1.88	F	0.89	0.77	-	-	-	-	0.89	A++
54	Armazém (abandonado)	1991-2008	XII - Indústria	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	380	5	1º	3	1.05	1.83	F	0.86	0.77	-	-	-	-	0.86	A++
55	OFFLEY (armazém)	1991-2008	XII - Indústria	7	Bom	> 30 m	Acesso Possível	5345	30	R/C	7	1.05	0.74	A++	0.70	0.65	0.63	-	-	-	-	A++
56	Parque estacionamento	> 2008	II - Estacionamento	7	Bom	< 30 m	Acesso Possível	3615	100	2º	3.5	1.00	0.92	A+	-	-	-	-	-	-	-	A+
57	Habitação	1975-1990	I - Habitação	7	Médio	< 30 m	Acesso Possível	75	10	1º	3	1.10	1.67	E	1.52	1.35	1.01	0.97	0.94	0.87	1.01	B+
58	Habitação	1975-1990	I - Habitação	8	Bom	< 30 m	Acesso Possível	123	10	1º	3	1.05	1.35	D	1.28	1.18	0.98	0.98	0.96	0.90	0.98	A
59	Restaurante (Tappas Café)	> 2008	VII - Hotéis e Restauração	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	330	50	2º	3	1.00	1.11	B-	0.85	0.80	0.71	-	-	-	0.85	A++
60.1	Loja (Vinho)	> 2008	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Bom	< 30 m	Acesso Possível	46	5	R/C	3	1.00	1.29	C-	0.97	0.76	0.69	-	-	-	0.97	A
60.2	Escritórios	1991-2008	III - Administrativo	12	Bom	< 30 m	Acesso Possível	46	8	3º	3	1.05	1.59	E	1.48	1.42	1.19	1.19	1.16	1.09	1.09	B
61.1	Loja (Vinho)	> 2008	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Bom	< 30 m	Acesso Possível	40	5	R/C	3	1.00	1.29	C-	0.97	0.76	0.69	-	-	-	0.97	A
61.2	Escritórios	1991-2008	III - Administrativo	9	Bom	< 30 m	Acesso Possível	40	6	2º	3	1.05	1.46	D	1.38	1.32	1.12	1.12	1.10	1.04	1.04	B+
62	Habitação	1991-2008	I - Habitação	9	Bom	< 30 m	Acesso Possível	25	10	2º	3	1.05	1.51	E	1.42	1.36	1.17	1.16	1.14	1.07	1.07	B
63.1	Barbearia	1991-2008	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Bom	< 30 m	Acesso Possível	24	5	R/C	3	1.05	1.27	C-	1.10	0.81	0.69	-	-	-	0.81	A++
63.2	Habitação	1975-1990	I - Habitação	12	Bom	< 30 m	Acesso Possível	98	10	3º	3	1.10	1.51	E	1.41	1.21	0.96	0.95	0.93	0.88	0.96	A
64	Loja	> 2008	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	6	Bom	< 30 m	Acesso Possível	200	15	R/C	3	1.00	0.87	A++	0.75	0.67	0.65	-	-	-	-	A++
65	Guesthouse CHARM	> 2008	VII - Hotéis e Restauração	12	Bom	< 30 m	Acesso Possível	71	30	3º	3	1.00	1.46	D	1.35	1.29	1.17	1.17	1.15	1.11	1.11	B-
66	Devoluto																					
67.1	Lavandaria	> 2008	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Médio	< 30 m	Acesso Possível	74	8	R/C	3	1.00	1.40	D	1.03	0.82	0.72	-	-	-	0.82	A++
67.2	Alojamento Local	1991-2008	I - Habitação	12	Bom	< 30 m	Acesso Possível	74	10	3º	3	1.00	1.51	E	1.41	1.27	0.96	0.95	0.93	0.88	0.96	A
68.1	Restaurante	1991-2008	VII - Hotéis e Restauração	3	Médio	< 30 m	Acesso Possível	73	50	R/C	3	1.00	1.63	E	1.36	1.09	0.93	-	-	-	0.93	A+
68.2	Habitação	1975-1990	I - Habitação	12	Médio	< 30 m	Acesso Possível	73	10	3º	3	1.10	1.70	E	1.52	1.38	1.08	1.04	1.00	0.93	1.08	B
69.1	Café	1991-2008	VII - Hotéis e Restauração	4	Médio	< 30 m	Acesso Possível	57	30	R/C	4	1.00	1.63	E	1.22	1.03	0.93	-	-	-	0.93	A+
69.2	Habitação	1975-1990	I - Habitação	10	Médio	< 30 m	Acesso Possível	57	10	2º	3	1.10	1.74	F	1.56	1.43	1.16	1.12	1.08	1.00	1.08	B
70	Habitação	1975-1990	I - Habitação	9	Bom	< 30 m	Acesso Possível	87	10	2º	3	1.05	1.36	D	1.28	1.17	0.95	0.95	0.93	0.87	0.95	A+
71	Habitação	1975-1990	I - Habitação	12	Médio	< 30 m	Acesso Possível	39	10	3º	3	1.10	1.74	F	1.56	1.43	1.16	1.12	1.08	1.00	1.08	B
72	Habitação	1975-1990	I - Habitação	12	Médio	< 30 m	Acesso Possível	61	10	3º	3	1.10	1.74	F	1.56	1.43	1.16	1.12	1.08	1.00	1.08	B
73	Habitação	1975-1990	I - Habitação	12+2	Médio	< 30 m	Acesso Possível	44	10	3º	3	1.10	1.74	F	1.56	1.43	1.16	1.12	1.08	1.00	1.08	B
74	Devoluto																					

Fig. A.1 – Lista dos edifícios da Zona de Estudo



## **Anexo B**

### **Suporte Papel:**

GRÁFICO REFERENTE AO CASO DE ESTUDO DO CENTRO HISTÓRICO DE VILA NOVA DE GAIA

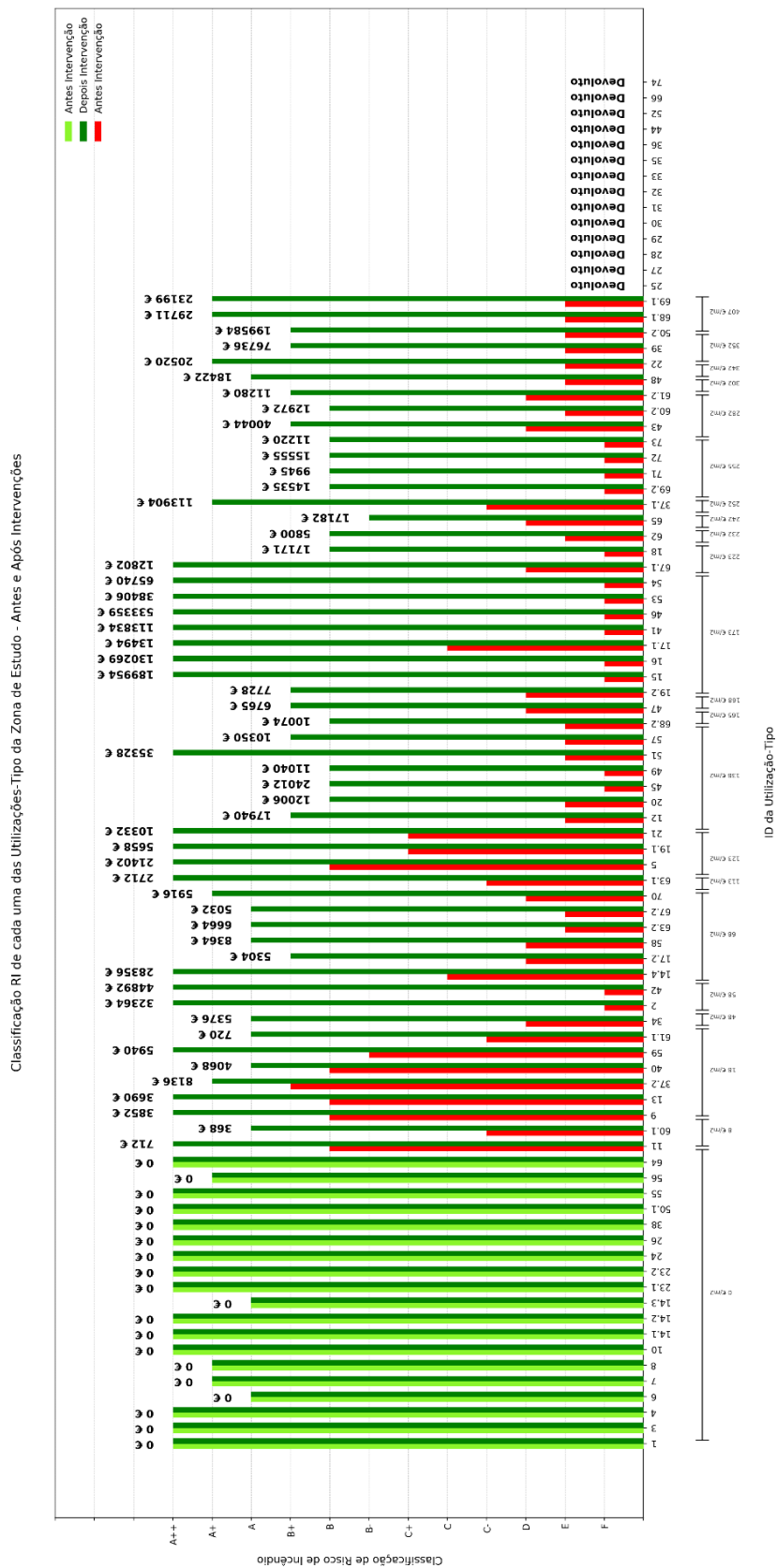


Fig. B.1 – Gráfico com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por UT, custo por m<sup>2</sup> de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona de Estudo

## **Anexo C**

### **Suporte Papel:**

FIGURAS REFERENTES AO CASO DE ESTUDO DO MOSTEIRO DA SERRA DO PILAR

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

##### CC - Caracterização da Construção

Combustibilidade do Suporte:

Infiltrações no Edifício:

Reação ao Fogo do Revestimento:

Idade de Construção do Edifício:

**Fator CC**

**1.40**

Fig. C.1 - POI<sub>CC</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

##### IEE - Instalações de Energia Elétrica

Legislação Regulamentar:

**Fator IEE**

**1.00**

Fig. C.2 - POI<sub>IEE</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**IA - Instalações de Aquecimento**

Aplicabilidade:

**Fator IA**

0.00

Fig. C.3 – POI<sub>IA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**ICONFA - Instalações de Confeção de Alimentos**

Aplicabilidade:

**Fator ICONFA**

0.00

Fig. C.4 – POI<sub>ICONFA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	<b>ICONSA</b>	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	---------------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**ICONSA - Instalações de Conservação de Alimentos**

Aplicabilidade:

**Fator ICONSA**

**0.00**

Fig. C.5 – POI<sub>ICONSA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	<b>IVCA</b>	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	-------------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**IVCA - Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar**

Aplicabilidade:

**Fator IVCA**

**0.00**

Fig. C.6 – POI<sub>IVCA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**ILGC - Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis**

Aplicabilidade:

**Fator ILGC**

0.00

Fig. C.7 – POI<sub>ILGC</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**EF - Edifícios Fronteiros**

Aplicabilidade:

**Fator EF**

0.00

Fig. C.8 – POI<sub>EF</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC | IEE | IA | ICONFA | ICONSA | IVCA | ILGC | EF | EA | FA | PPP | ATIV | POI - Resultado

**EA - Edifícios Adjacentes**

Aplicabilidade: Não Se Aplica ▾

**Fator EA**

**0.00**

Calcular Apagar

Fig. C.9 – POI<sub>EA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC | IEE | IA | ICONFA | ICONSA | IVCA | ILGC | EF | EA | FA | PPP | ATIV | POI - Resultado

**FA - Frações Adjacentes**

Aplicabilidade: Aplica-se ▾

Elementos Envolventes da Fração: (Legislação Regulamentar) Não Respeita ▾

Lajes: (Legislação Regulamentar) Respeita ▾

Paredes: (Legislação Regulamentar) Não Respeita ▾

Vãos: (Legislação Regulamentar) Não Respeita ▾

Caixa de Escadas Enclausurada: Sem ▾

Canalizações e Condutas: (Legislação Regulamentar) Respeita ▾

POI Potencial das Frações Vizinhas: Menor (Melhor) ▾

**Fator FA**

**1.10**

Calcular Apagar

Fig. C.10 – POI<sub>FA</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**PPP - Procedimentos ou Planos de Prevenção**

Aplicabilidade:

Situação:

**Fator PPP**

1.40

Fig. C.11 – POI<sub>PPP</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC	IEE	IA	ICONFA	ICONSA	IVCA	ILGC	EF	EA	FA	PPP	ATIV	POI - Resultado
----	-----	----	--------	--------	------	------	----	----	----	-----	------	-----------------

**ATIV - Ativação**

Tipo de Edifício:

**Fator ATIV**

1.40

Fig. C.12 – POI<sub>ATIV</sub>

CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

**POI - Probabilidade de Ocorrência de Incêndio**

CC | IEE | IA | ICONFA | ICONSA | IVCA | ILGC | EF | EA | FA | PPP | ATIV | POI - Resultado

**POI - Resultado**

Fator POI

**1.26**

Calcular

Apagar

Fig. C.13 – POI Resultado

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

**CTI - Consequências Totais de Incêndio**

CI | VHE | VVE | CTI - Calcular/Resultados

**CI - Consequências Totais de Incêndio**

Tipo de Edifício: VI - Salas de Espetáculo ▼

Área: 710 m<sup>2</sup>

Pé-Direito: 20 m

Efetivo: 150

Nº de Saídas: 2

Dispositivos: Inexistência ▼

Sistema de Detecção: Inexistência ▼

Sistema de Extinção: Sem ▼

Sistema de Controlo de Fumo: Sem ▼

Reação ao Fogo Teto e Paredes: ≤ 1 Classe ▼

Reação ao Fogo Pavimento: ≤ 1 Classe ▼

Fig. C.14 – CTI<sub>ci</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**CTI - Consequências Totais de Incêndio**

CI	VHE	VVE	CTI - Calcular/Resultados
----	-----	-----	---------------------------

**VHE - Via Horizontal de Evacuação**

Aplicabilidade:

Fig. C.15 – CTI<sub>VHE</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**CTI - Consequências Totais de Incêndio**

CI	VHE	VVE	CTI - Calcular/Resultados
----	-----	-----	---------------------------

**VVE - Via Vertical de Evacuação**

Aplicabilidade:

Fig. C.16 – CTI<sub>VVE</sub>

CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI | CTI | DPI | ESCI | Resultados | Intervenções

**CTI - Consequências Totais de Incêndio**

CI | VHE | VVE | CTI - Calcular/Resultados

**Calcular**

CTI: **0.85**

---

**Cenário de Incêndio**

**FATORES**

$CPI_{CIP}$ : 0.80

$CPI_{CIF}$ : 0.80

$CPI_{CIMR}$ : 1.10

$CPI_{CI}$ : **0.85**

**Potência**

$\tau_{lim p_{CI}}$ : 21 min e 34 s

Distância: 13.32 m

$\tau_{\alpha}$ : 150.0 s

$Q_{lim}$ : 18587.78 kW

$\tau_{ev_{CI}}$ : 6 min e 2 s

$\tau_{at}$ : 3 min e 14 s

$d_{per_{CI}}$ : 39.97 m

**Fumo**

$\tau_{lim f_{CI}}$ : 10 min e 29 s

$V_{f_{lim_{CI}}}$ : 12780.000 m<sup>3</sup>

**Via Horizontal de Evacuação**

**FATORES**

$CPI_{VHE}$ : —

$CPI_{VHEf}$ : —

$CPI_{VHEf_{corrigido}}$ : —

$CPI_{VHEMR}$ : —

**Fumo**

Velocidade: — m/s

$\tau_{0_{VHE}}$ : —

$V(\tau_{0_{VHE}})$ : — m<sup>3</sup>

$V_{f_{limite_{VHE}}}$ : — m<sup>3</sup>

$V_{f_{soma_{VHE}}}$ : — m<sup>3</sup>

$\tau_{soma_{VHE}}$ : —

$\tau_{limite f_{VHE}}$ : —

$d_{per_{VHE}}$ : — m

$\tau_{ev_{VHE}}$ : —

$\frac{\tau_{lim f_{VHE}}}{\tau_{ev_{VHE}}}$ : —

**Via Vertical de Evacuação**

**FATORES**

$CPI_{VVE}$ : —

$CPI_{VVEf}$ : —

$CPI_{VVEf_{corrigido}}$ : —

$CPI_{VVEMR}$ : —

**Fumo**

Velocidade: — m/s

$\tau_{0_{VVE}}$ : —

$V(\tau_{0_{VVE}})$ : — m<sup>3</sup>

$V_{f_{limite_{VVE}}}$ : — m<sup>3</sup>

$V_{f_{soma_{VVE}}}$ : — m<sup>3</sup>

$\tau_{soma_{VVE}}$ : —

$\tau_{limite f_{VVE}}$ : —

$d_{per_{VVE}}$ : — m

$\tau_{ev_{VVE}}$ : —

$\frac{\tau_{lim f_{VVE}}}{\tau_{ev_{VVE}}}$ : —

$\tau_{ev_{total}}$ : **6 min e 2 s**       $\tau_{lim f_{total}}$ : **10 min e 29 s**

Fig. C.17 – CTI Resultado

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio

REIC	EI	VDGF	PE	OGS	DPI - Resultado
------	----	------	----	-----	-----------------

#### REIC - Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais

Aplicabilidade:

Ano de Construção do Edifício:

REI da Via Vertical de Evacuação:  
(Legislação Regulamentar)

Controlo de Fumo:

REI da Estrutura e Laje:  
(Legislação Regulamentar)

**Fator REIC**

**1.30**

Fig. C.18 – DPI<sub>REIC</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio

REIC	EI	VDGF	PE	OGS	DPI - Resultado
------	----	------	----	-----	-----------------

#### EI - Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio

Aplicabilidade:

EI das Portas:  
(Legislação Regulamentar)

EI das Paredes:  
(Legislação Regulamentar)

**Fator EI**

**1.30**

Fig. C.19 –  $DPI_{EI}$

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio

REIC	EI	VDGF	PE	OGS	DPI - Resultado
------	----	------	----	-----	-----------------

#### VDGF - Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo

Aplicabilidade:

**Fator VDGF**

**0.00**

Fig. C.20 – DPI<sub>VDGF</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio

REIC	EI	VDGF	PE	OGS	DPI - Resultado
------	----	------	----	-----	-----------------

#### PE - Proteção das Paredes Exteriores

Aplicabilidade:

Reação ao Fogo das Paredes Exteriores:

Classe de Reação:

Tipo de Parede Exterior:

**Fator PE**

**1.05**

Fig. C.21 – DPI<sub>PE</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio**

REIC	EI	VDGF	PE	<b>OGS</b>	DPI - Resultado
------	----	------	----	------------	-----------------

**OGS - Organização e Gestão da Segurança**

Aplicabilidade:

Organização e Gestão de Segurança:

Formação :

Respeita a Legislação Regulamentar: (Exigência)

**Fator OGS**

1.30

Fig. C.22 – DPI<sub>OGS</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**DPI - Desenvolvimento e Propagação de Incêndio**

REIC	EI	VDGF	PE	OGS	<b>DPI - Resultado</b>
------	----	------	----	-----	------------------------

**DPI - Resultado**

**Fator DPI**

1.24

◀ Anterior

Fig. C.23 – DPI Resultado

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

##### GP - Grau de Prontidão dos Bombeiros

Trajetos dos Bombeiros:

Tempo de Chegada:

Deteção e Alerta:

**Fator GP**

**1.00**

Fig. C.24 – ESCI<sub>GP</sub>

## CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

## ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

## SID - Sinalização, Iluminação e Detecção das Zonas Comuns

Altura do Edifício:

Tipo de Dispositivos das Zonas Comuns:

Existência de OGS:

Caixa de Escadas:

Fator SID

1.40

 **Calcular** **Apagar**Fig. C.25 – ESCI<sub>SID</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

##### AE - Vias de Acesso ao Edifício

Andar do Cenário de Incêndio:

Acesso às Viaturas dos Bombeiros:

**Fator AE**

**1.00**

Fig. C.26 – ESCI<sub>AE</sub>

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

<b>POI</b>	<b>CTI</b>	<b>DPI</b>	<b>ESCI</b>	<b>Resultados</b>	<b>Intervenções</b>
------------	------------	------------	-------------	-------------------	---------------------

**ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio**

<b>GP</b>	<b>SID</b>	<b>AE</b>	<b>HE</b>	<b>EXT</b>	<b>RIA</b>	<b>CPB</b>	<b>ESCI - Resultado</b>
-----------	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	-------------------------

**HE - Hidrantes Exteriores**Aplicabilidade: Distância dos Hidrantes  
ao Edifício: **Fator HE****1.00****Calcular****Apagar**Fig. C.27 – ESCI<sub>HE</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

##### EXT - Extintores

Aplicabilidade:

Extintores: (Legislação Regulamentar)

Tipo de Organização e Gestão de Segurança (OGS):

Formação:

**Fator EXT**

**1.30**

Fig. C.28 – ESCI<sub>EXT</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

#### RIA - Redes de Incêndio Armadas

Aplicabilidade:

**Fator RIA**

**0.00**

Fig. C.29 – ESCI<sub>RIA</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

##### CPB - Corpo Privativo de Bombeiros

Aplicabilidade:

Corpo Privativo de Bombeiros: (Legislação Regulamentar)

**Fator CPB**

**1.50**

Fig. C.30 – ESCI<sub>CPB</sub>

### CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

#### ESCI - Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio

GP	SID	AE	HE	EXT	RIA	CPB	ESCI - Resultado
----	-----	----	----	-----	-----	-----	------------------

##### ESCI - Resultado

**Fator ESCI**

**1.20**

Fig. C.31 – ESCI Resultado

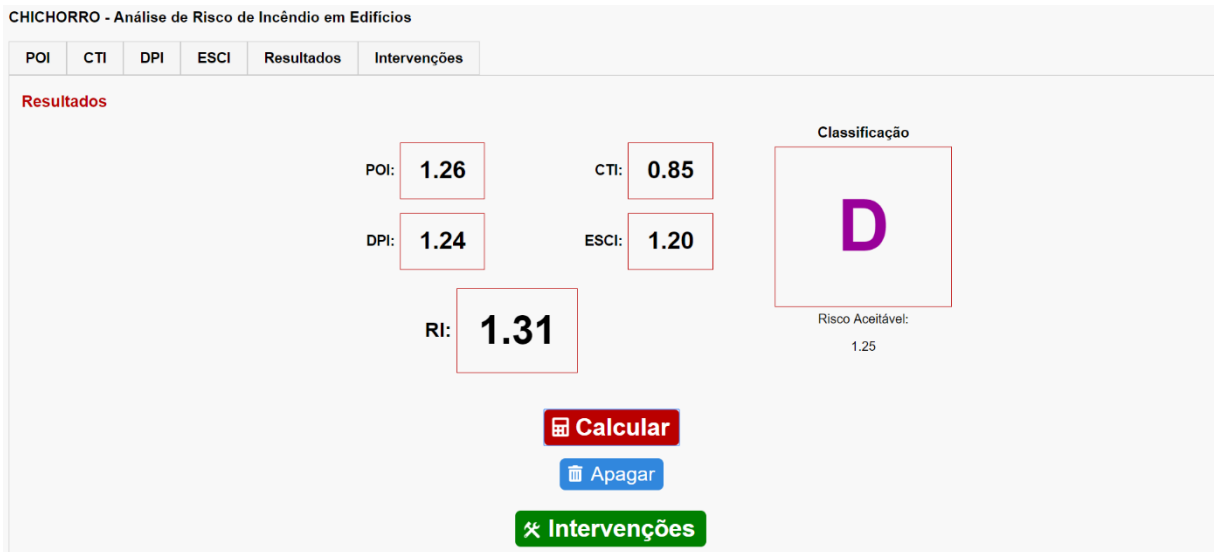


Fig. C.32 – RI Resultado

**CHICHORRO - Análise de Risco de Incêndio em Edifícios**

POI	CTI	DPI	ESCI	Resultados	Intervenções
-----	-----	-----	------	------------	--------------

**Intervenções**

**Intervenções Ativas**

- 1. Hidrantes exteriores < 30m do edifício
- 2. Redução do estacionamento condicionado pela Câmara
- 3. Sinalização nas vias de evacuação
- 4. Iluminação nas vias de evacuação
- 5. Sinalização e Iluminação na CI
- 6. Detecção dentro das frações com média fiabilidade - 100seg
- 7. Detecção dentro das frações com grande fiabilidade - 50seg
- 8. Detecção dentro das frações com elevada fiabilidade - 30seg
- 9. Detecção nas vias de evacuação
- 10. Controlo de fumo - claraboias regulamentares e entrada de ar passivo nas vias de evacuação
- 11. Controlo de fumo - CI
- 12. Extintores 1ª intervenção
- 13. Rede de intervenção armada 1ª intervenção
- 14. Rede de intervenção armada e coluna seca 2ª intervenção
- 15. REA Sprinklers
- 16. OGS - Registos + Plano prevenção
- 17. OGS - Plano emergência + Simulacro
- 18. OGS - Formação

**Intervenções Passivas**

- 19. Redução infiltrações
- 20. Acesso à cave por acesso distinto do resto do edifício ou proteção porta CF ou CCF
- 21. Instalação ou reparação de escadas de salvação
- 22. Proteção dos vãos para edifícios fronteiros
- 23. Proteção cobertura e empena para edifícios vizinhos
- 24. Compartimentação - RF lajes
- 25. Compartimentação - Enclausuramento caixa de escadas
- 26. Selagem dos ductos piso a piso
- 27. Compartimentação - Portas CF nos CI
- 28. Pinturas e acabamentos nos CHE e CVE
- 29. Revisão da instalação elétrica
- 30. Revisão da instalação gás
- 31. Revisão da instalação AVAC
- 32. Revisão pequena da instalação aquecimento
- 33. Revisão grande da instalação aquecimento
- 34. Revisão da instalação de confeção e conservação alimentos

Conjunto de medidas de intervenção para a redução do risco de incêndio

Conjunto 1
Conjunto 2
Conjunto 3

Apagar

**Classificação antes das intervenções**

RI: **1.31**

D

Risco Aceitável:  
1.25

**Classificação após as intervenções**

RI: **1.01**

B+

Custo da Intervenção (€/m²):  
64.00

Calculador
  
Apagar

Fig. C.33 – Intervenções Resultado