U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

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

JOÃO PEDRO MARQUES TEIXEIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Gonçalves

Coorientador: Mestre Ricardo Jorge Sousa Ferreira

Coorientador: Mestre Tiago Jorge da Silva Pais

JUNHO DE 2018

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

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2017/2018 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2018*.

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

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Serve a presente página para mostrar a minha gratidão a todos os que me ajudaram e me possibilitaram concluir um dos meus grandes sonhos desde tenra idade: ser engenheiro civil. Nunca esquecendo todas as pessoas maravilhosas com que me cruzei, deixo aqui algumas palavras de reconhecimento e apreço a quem, diretamente, esteve envolvido no meu percurso académico.

Ao Prof. Dr. Miguel Chichorro Gonçalves, por ter descoberto em mim uma paixão na Engenharia Civil, a Segurança Contra Incêndio, pela forma como se dedica ao ensino, pela vontade insaciável de fazer mais e melhor e pelas imensas reuniões e tardes bem passadas na busca das melhores opções.

Ao Eng. Ricardo Ferreira, pelo dinamismo e dedicação que radiou na presente dissertação, por me ter incentivado a querer sempre mais e melhor e pelo apoio incondicional dado ao longo destes últimos meses.

Ao Eng. Tiago Pais, pela disponibilidade e paciência que teve comigo ao me ensinar todos os comandos de código que, até então, desconhecia e por me dar aquelas dicas na programação. Foi uma peça fundamental para o trabalho final desta dissertação.

Ao Prof. Dr. José Miguel Castro, por me ter incentivado a integrar o Núcleo NTIEC no meu 3º ano de faculdade, por ter visto em mim uma pessoa com potencial e por me ter guiado, quando precisei, no meu percurso académico.

Ao Arq. Sérgio Luís por ter gentilmente fornecido e pelas poucas, mas boas tardes passadas a conservar sobre as mais diversas áreas, desde a construção, política, economia até à arquitetura.

A todos os meus colegas do NTIEC, por terem feito de mim uma pessoa mais responsável, dinâmica e companheira e por me terem possibilitado desenvolver como programador.

Aos meus amigos de aventura e de coração, ao Pedro Campos, à Sara Ribeiro, ao David Martins e ao João Ferreira, por todos os momentos de partilha, companheirismo e amizade que me proporcionaram ao longo destes recheados anos académicos e pela fantástica viagem de final de curso em Berlim. Vocês são os maiores.

À Daniela, por ter estado sempre presente durante estes últimos cinco anos e por ser o meu suporte, pelo carinho, afeto e ternura. Por ter acreditado sempre em mim, mesmo quando eu não acreditava e pelas palavras certas no momento certo.

Ao meu irmão, por todas as brincadeiras e brigas que passámos juntos. Podemos ter as nossas desavenças, mas serás sempre o meu irmão

Aos meus pais aos quais, simplesmente, lhes devo tudo e porque sempre me apoiaram e me possibilitaram a realização dos meus sonhos. Por me indicarem sempre o caminho certo a seguir, por me ensinarem a escolher sempre o bem e pela liberdade que me proporcionaram de poder trilhar o meu próprio destino. São, sem dúvida, os melhores pais do mundo. Nenhuma palavra reflete o quão grato estou por tudo o que fizeram por mim.

RESUMO

Os incêndios urbanos são notícia recorrente no dia-a-dia, principalmente dos centros urbanos históricos, locais de grande valor patrimonial histórico, bem como habitação de várias famílias. Estes locais, devido à sua morfologia são frequentemente fustigados por incêndios que se propagam a edifícios vizinhos resultando em consideráveis prejuízos que colocam em risco não só o património histórico, cujos valores que encerram são altamente simbólicos para a identidade da própria cidade e da sua população, mas essencialmente a vida humana.

Desta forma, torna-se necessário conhecer e perceber o Risco de Incêndio dos edifícios inseridos nos centros urbanos, especialmente os mais antigos, recorrendo a metodologias de avaliação de risco.

A presente dissertação pretende assim colaborar para o desenvolvimento do método de apreciação de Risco de Incêndio, CHICHORRO 3.0 (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras). Pretende-se ainda desenvolver uma plataforma *online* que torne a aplicação do método simples e intuitiva tornando os resultados mais inteligíveis para os peritos da Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

Devido à complexidade da metodologia proposta, tornou-se perentório o desenvolvimento de um modelo numérico, em linguagem de programação *Python*, que permitisse uma mais inteligível e imediata utilização. Este novo modelo vem, especialmente, melhorar e corrigir o modelo anterior e implementá-lo de forma a estar acessível a qualquer pessoa que tenha habilitações para o utilizar em prol da análise de risco de incêndio em edifícios urbanos. Para além deste esforço, outro objetivo foi o de tornar o cálculo mais rigoroso com a introdução de novas variáveis relacionadas com a imensa complexidade dos fenómenos físicos associado ao incêndio, como é o exemplo do fumo.

Após a conclusão do modelo final, foram realizadas inúmeras simulações para perceber a sensibilidade dos resultados apresentados em cada cenário possível. Posteriormente, foram realizados pequenos ajustes de forma a tornar o modelo o mais verosímil e rigoroso possível.

Foi também realizado um estudo da análise de risco de incêndio a 142 edifícios de diferentes tipologias da Centro Histórico de Ponta Delgada, ilha de São Miguel, Região Autónoma dos Açores, Portugal. Todos os edifícios analisados foram classificados de acordo com uma escala de classificação de Risco de Incêndio proposta pelo modelo. Para estes edifícios foram ainda propostas várias medidas ativas e passivas de intervenção definidas no método de forma a reduzir o Risco de Incêndio em cada um deles. Foi recolhido, *in situ*, vários dados relacionados com os edifícios da zona histórica: a idade, a altura, o estado de conservação, a sua caracterização construtiva, morfologia, acessos rodoviários, entre outros. Deste estudo foi possível retirar várias conclusões acerca do estado dos edifícios perante o risco de incêndio e perceber de que forma é possível mitigar a probabilidade de ocorrência do incêndio, a sua propagação, as suas consequências e o seu combate por parte dos bombeiros através de medidas ativas e passivas contempladas no Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

De forma a ganhar sensibilidade aos valores resultantes deste novo modelo, foi também concretizado uma comparação entre o modelo CHICHORRO 3.0 e o anterior, CHICHORRO 2.0. Para esse fim, foram examinados 12 edifícios estudados noutra dissertação de análise de risco com o intuito de perceber o impacto das alterações realizadas no cálculo do modelo CHICHORRO 3.0.

PALAVRAS-CHAVE: Incêndio urbano, Edifícios existentes, Análise de risco, CHICHORRO 3.0, *Python*.

ABSTRACT

Urban fires are recurrent news on a daily basis, especially in historic urban centres, places of great patrimonial historical value, and home to several families. These places, due to their morphology, are often harassed by fires that spread to neighbouring buildings resulting in considerable loss that put at risk not only the historic heritage, containing values that are highly symbolic for the identity of the city itself and of its population, but most importantly human life.

Consequently, it is necessary to be aware and understand the Risk of Fire of buildings in urban centres, especially the older ones, using methodologies for risk assessment.

This thesis aims to contribute to the development of the method for assessing the Risk of Fire, CHICHORRO 3.0 (abbreviation that stands for: Holistic Calculation of Risk of Fire of Construction and Enabled Optimization of its Reduction with Construction Works). An online platform is intended to be developed to make the application of the method simple and intuitive, resulting in more intelligible results for the experts on fire safety in buildings.

Due to the complexity of the proposed methodology, it became essential to develop a numerical model, in *Python* programming language, which would allow a more intelligible and immediate use. This new model mainly improves and corrects the previous model and implements it in such a way that it becomes accessible to anyone who has qualifications to use it to run risk of fire analysis in urban buildings. In addition to this effort, another objective was to make the calculation more rigorous with the introduction of new variables related with the immense complexity of physical phenomena associated with fires, as is the example of smoke.

After the completion of the final model, many simulations were carried out to understand the sensitivity of the results presented in every possible scenario. Later, small adjustments were made in order to make the model the most credible and rigorous as possible.

A study was also done analysing the risk of fire in 142 buildings of different typologies in the historical centre of Ponta Delgada, São Miguel Island, Autonomous Region of the Azores, Portugal. All buildings analysed were classified in accordance with a classification scale of Risk of Fire proposed by the model. For these buildings, various active and passive measures of intervention defined in the method in order to reduce the Risk of Fire were also proposed for each one of them. Various data was collected *in situ* related to the buildings in the historical area: age, height, conservation state, characterization of the construction, morphology and road access, among others. From this study, several conclusions were drawn about the state of the buildings in relation to the risk of fire and it was possible to understand how to mitigate the probability of the occurrence of a fire, its spreading and firefighting by fire fighters through active and passive measures included in the Legal Regime of Fire Protection and Safety in Buildings.

In order to perceive the sensitivity to the values resulting from this new model, a comparison was also made between the model CHICHORRO 3.0 and the previous, CHICHORRO 2.0. For this, 12 buildings examined in another thesis on risk analysis were studied with the purpose of understanding the impact of the changes made in the calculation of the model CHICHORRO 3.0.

KEYWORDS: Urban Fire, Existing buildings, Risk analysis, CHICHORRO 3.0, *Python*.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i
RESUMO iii
ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. MOTIVAÇÃO 1
1.2. OBJETIVOS 2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 2
2. ESTADO DA ARTE 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 EM PORTUGAL 3
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 5
2.3. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO 6
2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO 8
2.4.1. INTRODUÇÃO 8
2.4.2. MÉTODO DE GRETENER 8
2.4.3. ARICA 10
2.4.4. MÉTODO MARIE&FEUP 13
3.4.5. MÉTODO MARIEE 15
3.4.6. MÉTODO CHICHOrRO 17
3.4.6. MÉTODO CHICHOrRO 2.0 19
2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL 19
2.5.1. INTRODUÇÃO 19
2.5.2. DECRETO-LEI Nº 220/2008, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, RJ-SCIE 19
2.5.2.1. Utilizações-Tipo (UT) 20
2.5.2.2. Locais de Risco 20
2.5.2.3. Categorias de Risco (CR) 21

2.5.3. PORTARIA Nº 1532/2008, REGULAMENTO TÉCNICO DA SCIE, RT-SCIE 21
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 22
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 23
2.5.4. DECRETO-LEI Nº 224/2015, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, RJ-SCIE 23
3. AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.0 25
3.1. INTRODUÇÃO 25
3.2. RISCO DE INCÊNDIO 25
3.2.1. DEFINIÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO 25
3.2.2. RISCO DE INCÊNDIO ACEITÁVEL 28
3.3. DESCRIÇÃO DOS FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO MÉTODO CHICHORRO 3.0 30
3.3.1. INTRODUÇÃO 30
3.3.2. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI) 30
3.3.3. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI) 31
3.3.3.1. Introdução 31
3.3.3.2. Consequências Parciais De Incêndio No Cenário De Incêndio (CPI_{CI}) 31
3.3.3.3. Consequências Parciais De Incêndio Na Via Horizontal De Evacuação (CPI_{VHE}) 32
3.3.3.4. Consequências Parciais De Incêndio Na Via Vertical De Evacuação (CPI_{VVE}) 32
3.3.4. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI) 32
3.3.5. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO (ESCI) 33
3.4. FATOR GLOBAL – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI) 34
3.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI) 34
3.4.2. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (POI_{CC}) 34
3.4.3. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICAS (POI_{IEE}) 35
3.4.4. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO (POI_{IA}) 36

3.4.5. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE CONFEÇÃO DE ALIMENTOS (POI_{ICONFA}) 38

3.4.6. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS (POI_{ICONSA}) 39

3.4.7. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE VENTILAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE AR (POI_{IVCA}) 39

3.4.8. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE LÍQUIDOS E GASES COMBUSTÍVEIS (POI_{ILGC}) 40

3.4.9. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EDIFÍCIOS FRONTEIROS (POI_{EF}) 41

3.4.10. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EDIFÍCIOS ADJACENTES (POI_{EA}) 44

3.4.11. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – FRAÇÕES ADJACENTES (POI_{FA}) 45

3.4.12. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROCEDIMENTOS E/OU PLANOS DE PREVENÇÃO (POI_{PPP}) 47

3.4.13. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – ATIVIDADE (POI_{ATIV}) 48

3.4.14. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL POI 49

3.5. FATOR GLOBAL – CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI) 50

3.5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI) 50

3.5.2. CENÁRIO 1 – CENÁRIO DE INCÊNDIO (CI) 52

3.5.2.1. Introdução 52

3.5.2.2. Descritores Associados Ao Fator Parcial Consequências De Incêndio Associadas Ao Cenário De Incêndio (CPI_{CI}) 52

3.5.2.3. Potência Calorífica Libertada No Cenário De Incêndio 53

3.5.2.4. Definição Do Limite De Exposição Humana À Potência Calorífica Libertada No Cenário De Incêndio 56

3.5.2.5. Definição De Tempo Limite Associado À Potência Calorífica Libertada 56

3.5.2.6. Definição De Tempo De Evacuação Do Cenário De Incêndio 58

3.5.2.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIP} 66

3.5.2.8. Produção De Fumo No Cenário De Incêndio 67

3.5.2.9. Sistema De Controlo De Fumo No Cenário De Incêndio 69

3.5.2.10. Definição Do Volume Limite De Fumo No Cenário De Incêndio 70

3.5.2.11. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo No Cenário De Incêndio 70

3.5.2.12. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIF} 71

3.5.2.13. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIMR} 72

3.5.3. CENÁRIO 2 – CENÁRIO DE INCÊNDIO (CI) + VIA HORIZONTAL DE EVACUAÇÃO (VHE) 74

3.5.3.1. Introdução 74

3.5.3.2. Quantificação Do Volume De Fumo Escoado Do Cenário De Incêndio Para As VHE 75
3.5.3.3. Definição Do Volume Limite De Fumo Nas VHE 75
3.5.3.4. Definição Do Tempo De Tolerância Nas VHE 76
3.5.3.5. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo Nas VHE 76
3.5.3.6. Definição De Tempo De Evacuação Das VHE 78
3.5.3.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VHEF} 81
3.5.3.8. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VHEMR} 82
3.5.4. Cenário 3 – Cenário De Incêndio (CI) + Via Vertical De Evacuação (VVE) 84
3.5.4.1. Introdução 84
3.5.4.2. Quantificação Do Volume De Fumo Escoado Do Cenário De Incêndio Para As VVE 84
3.5.4.3. Sistema De Controlo De Fumo Nas VVE 85
3.5.4.4. Definição Do Volume Limite De Fumo Nas VVE 86
3.5.4.5. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo Nas VVE 88
3.5.4.6. Definição De Tempo De Evacuação Das VVE 91
3.5.4.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VVEF} 96
3.5.4.8. Definição Do Fator De Consequências De Incêndio Associado Aos Materiais De Revestimento 97
3.5.5. Cenário 4 – Cenário De Incêndio (CI) + Via Horizontal De Evacuação (VHE) + Via Vertical De Evacuação (VVE) 98
3.5.5.1. Introdução 98
3.5.5.2. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Ao Cenário De Incêndio (CPI_{CI}) 99
3.5.5.3. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Às Vias Horizontais De Evacuação (CPI_{VHE}) 99
3.5.5.4. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Às Vias Verticais De Evacuação (CPI_{VVE}) 101
3.5.5.5. Consequências Totais De Incêndio (CTI) 111
3.5.6. Conclusões Relativas Ao Fator Global CTI 112
3.6. Fator Global – Desenvolvimento E Propagação De Incêndio (DPI) 112
3.6.1. Descrição Geral Do Fator Global Desenvolvimento E Propagação De Incêndio (DPI) 112
3.6.2. Descritores Associados Ao Fator Parcial – Proteção REI Do Cenário De Incêndio E Vias De Evacuação Verticais (DPI_{REIC}) 113
3.6.3. Descritores Associados Ao Fator Parcial – Proteção EI Das Paredes E Portas Do Cenário De Incêndio (DPI_{EI}) 115
3.6.4. Descritores Associados Ao Fator Parcial – Afastamento Entre Vãos, Diedros E Guarda-Fogo (DPI_{VDGF}) 116

3.6.5. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROTEÇÃO DAS PAREDES EXTERIORES (DPI_{PE}) 117
3.6.6. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE SEGURANÇA (DPI_{OGS}) 118
3.6.7. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL DPI 119
3.7. FATOR GLOBAL – EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI) 120
3.7.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI) 120
3.7.2. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – GRAU DE PRONTIDÃO DOS BOMBEIROS ($ESCI_{GP}$) 120
3.7.3. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – SINALIZAÇÃO, ILUMINAÇÃO E DETEÇÃO DAS ZONAS COMUNS ($ESCI_{SID}$) 121
3.7.4. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – VIAS DE ACESSO AO EDIFÍCIO ($ESCI_{AE}$)..... 122
3.7.5. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – HIDRANTES EXTERIORES ($ESCI_{HE}$) 123
3.7.6. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EXTINTORES ($ESCI_{EXT}$) 124
3.7.7. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – REDES DE INCÊNDIO ARMADAS ($ESCI_{RIA}$) 125
3.7.8. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – CORPO PRIVADO DE BOMBEIROS ($ESCI_{CPB}$) 126
3.7.9. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL ESCI 127
3.8. ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.0 127
3.9. ALTERAÇÕES GLOBAIS E CONSIDERAÇÕES FINAIS 129
4. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE ANÁLISE DE RISCO CHICHORRO 3.0 131
4.1. INTRODUÇÃO 131
4.2. ESTRUTURA E CÓDIGO 132
4.3. SOFTWARE 138
5. CASO DE ESTUDO: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE 12 EDIFÍCIOS-TIPO 141
5.1. INTRODUÇÃO 141
5.2. CASO DE ESTUDO 1 – HABITAÇÃO NAS ESCADAS DO BARREDO 142
5.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 142
5.2.2. RESULTADOS 142
5.3. CASO DE ESTUDO 2 – PARQUE DE ESTACIONAMENTO – PRAÇA DOS LEÕES 143
5.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 143
5.3.2. RESULTADOS 143
5.4. CASO DE ESTUDO 3 – ESCRITÓRIO CLEVER ADVERTISING 144
5.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 144

5.4.2. RESULTADOS 145
5.5. CASO DE ESTUDO 4 – FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FEUP) 146
5.5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 146
5.5.2. RESULTADOS 146
5.6. CASO DE ESTUDO 5 – HOSPITAL DE FÃO 147
5.6.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 147
5.6.2. RESULTADOS 147
5.7. CASO DE ESTUDO 6 – SALA DE ESPETÁCULOS – AUDITÓRIO MUNICIPAL DE ESPOSENDE 148
5.7.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 148
5.7.2. RESULTADOS 149
5.8. CASO DE ESTUDO 7 – HOTELEIRO – HOTEL SUAVE MAR 150
5.8.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 150
5.8.2. RESULTADOS 150
5.9. CASO DE ESTUDO 8 – COMÉRCIO – ESPAÇO COMERCIAL EM ESPOSENDE 151
5.9.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 151
5.9.2. RESULTADOS 151
5.10. CASO DE ESTUDO 9 – DESPORTIVO – COMPLEXO PISCINAS FOZ DO CÁVADO 152
5.10.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 152
5.10.2. RESULTADOS 152
5.11. CASO DE ESTUDO 10 – MUSEU MARÍTIMO DE ESPOSENDE 153
5.11.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 153
5.11.2. RESULTADOS 154
5.12. CASO DE ESTUDO 11 – BIBLIOTECA DA FEUP 155
5.12.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 155
5.12.2. RESULTADOS 155
5.13. CASO DE ESTUDO 12 – ARMAZÉM INDUSTRIAL NO MONTIJO 156
5.13.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO 156
5.13.2. RESULTADOS 156
5.14. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 157
6. CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 2.0 A TRÊS ZONAS DO CENTRO HISTÓRICO DE PONTA DELGADA, AÇORES 159
6.1. INTRODUÇÃO 159

6.2. CENTRO HISTÓRICO DE PONTA DELGADA 159
6.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO 160
6.4. ZONAS EM ANÁLISE 162
6.4.1. INTRODUÇÃO 162
6.4.2. ANÁLISE DA ZONA 1 164
6.4.3. ANÁLISE DA ZONA 2 171
6.4.4. ANÁLISE DA ZONA 3 174
6.5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS 178
7. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 183
7.1. CONCLUSÕES 183
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 184
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 185

ANEXOS

ANEXO A PAINÉIS DO *SOFTWARE* CHICHOrRO 3.0
ANEXO B LISTAGEM COMPLETA DOS 142 EDIFÍCIOS DE PONTA DELGADA
ANEXO C MAPA DAS TRÊS ZONAS DE PONTA DELGADA
ESTADO DE CONSERVAÇÃO, ACESSOS, ANTES E APÓS INTERVENÇÕES
ANEXO D GRÁFICOS REFERENTES AO CASO DE ESTUDO DE PONTA DELGADA

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Representação gráfica do risco, [2] 7

Fig. 3.1 – Estrutura do método CHICHORRO 3.0 28

Fig. 3.2 – Evolução das tipologias construtivas em Portugal; adaptado [26] 29

Fig. 3.3 – Consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio e nas vias horizontais e verticais de evacuação, adaptado [27] 51

Fig. 3.4 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada 54

Fig. 3.5 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada com e sem atuação dos sprinklers para uma taxa de crescimento de incêndio muito rápida 55

Fig. 3.6 – Velocidades de evacuação do cenário de incêndio 61

Fig. 3.7 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido do cenário de incêndio 64

Fig. 3.8 – Camada livre de fumo de 2 metros 70

Fig. 3.9 – Sequência de cálculo para obtenção de tempo limite de fumo nas VHE 77

Fig. 3.10 – Velocidades de evacuação das vias horizontais de evacuação 79

Fig. 3.11 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação 80

Fig. 3.12 – Dimensões consideradas para as VVE, adaptado [3] 87

Fig. 3.13– Sequência de cálculo para obtenção de tempo limite de fumo nas VVE 89

Fig. 3.14 – Velocidades de evacuação das vias verticais de evacuação 91

Fig. 3.15 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido das vias verticais de evacuação 95

Fig. 3.16 – Sequência de cálculo para obtenção da distância total a percorrer na via vertical de evacuação 106

Fig. 3.17 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação total corrigido da via vertical de evacuação 107

Fig. 3.18 – Escala de classificação de Riscos de Incêndio do Método CHICHORRO 3.0 128

Fig. 4.1 – Número de linhas de código de cada ficheiro utilizado no *software* de cálculo CHICHORRO 3.0 132

Fig. 4.2 – Fluxograma de funcionamento do *software* de cálculo CHICHORRO 3.0 133

Fig. 4.3 – Botão “Calcular” 134

Fig. 4.4 – Botão “Limpar” 134

Fig. 4.5 – Código referente ao fator parcial POI_{CC} 135

Fig. 4.6 – Código referente ao cálculo da variável $tlimite$ (potência) do fator parcial CTI_{CI} 135

Fig. 4.7 – Excerto de código referente ao cálculo das variáveis $t0VHE$, $Vf\ limite\ VHE$ e $Vf\ soma\ VHE$ do fator CTI_{VHE} 136

Fig. 4.8 – Excerto de código do programa *Flask* referente ao fator CTI_{CI} 136

Fig. 4.9 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente ao DEL CTI CI: limpar células 137

Fig. 4.10 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente ao RI: receber *inputs* 137

Fig. 4.11 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente à classificação do RI: definição de cor correspondente 138

Fig. 6.1 – Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva classificação, adaptado [29] 160

Fig. 6.2 – Localização das zonas em análise em Ponta Delgada [*Google Earth*] 163

Fig. 6.3 – Mapa da Zona 1 [*Google Earth*] 164

Fig. 6.4 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 1 168

Fig. 6.5 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 1, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita) 168

Fig. 6.6 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 1 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções 169

Fig. 6.7 – Gráfico com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 1 169

Fig. 6.8 – Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos da Zona 1 170

Fig. 6.9 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios da Zona 1 171

Fig. 6.10 – Mapa da Zona 2 [*Google Earth*] 171

Fig. 6.11 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 2 172

Fig. 6.12 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 2, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita) 173

Fig. 6.13 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 2 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções 173

Fig. 6.14 – Gráfico com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 2 174

Fig. 6.15 – Mapa da Zona 3 [*Google Earth*] 175

Fig. 6.16 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 3 176

Fig. 6.17 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 3, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita) 176

Fig. 6.18 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 3 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções 177

Fig. 6.19 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 3 177

Fig. 6.20 – Gráfico comparativo do nº de edifícios das três zonas por classificação de RI, antes (esquerda) e após (direita) as intervenções 178

Fig. 6.21 – Gráfico comparativo do nº de edifícios das três zonas por classificação de RI antes e após as intervenções 179

Fig. 6.22 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios das três zonas 180

Fig. 6.23– Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos das três zonas 180

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Valores de POI_{CC} ... 35
Quadro 3.2 – Valores de POI_{IEE} ... 36
Quadro 3.3 – Valores de POI_{IA} ... 37
Quadro 3.4 – Valores de POI_{ICONFA} ... 38
Quadro 3.5 – Valores de POI_{ICONSA} ... 39
Quadro 3.6 – Valores de POI_{IVCA} ... 40
Quadro 3.7 – Valores de POI_{ILGC} ... 41
Quadro 3.8.1 – Valores de POI_{EF} no caso de UT I a XI ... 42
Quadro 3.8.2 – Valores de POI_{EF} no caso de UT XII ... 43
Quadro 3.9 – Valores de POI_{EA} ... 44
Quadro 3.10 – Valores de POI_{FA} ... 46
Quadro 3.11 – Valores de POI_{PPP} ... 47
Quadro 3.12 – Valores de POI_{ATIV} ... 48
Quadro 3.23 – Resumo dos valores dos fatores parciais do POI ... 50
Quadro 3.14 – Taxa de crescimento de incêndio para diferentes tipos de ocupação de acordo com a NP EN 1991-1-2, [37] ... 54
Quadro 3.15 – Saídas do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria nº 1532/2008 [1] ... 60
Quadro 3.16 – Distância a percorrer no cenário de incêndio ... 61
Quadro 3.17 – UP's do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria 1532/2008 [1] ... 66
Quadro 3.18 – Largura das saídas do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria 1532/2008 [1] 66
Quadro 3.19 – Valores do fator CPI_{CIP} ... 67
Quadro 3.20 – Valores do fator CPI_{CIF} ... 72
Quadro 3.21 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes do cenário de incêndio ... 73
Quadro 3.22 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos do cenário de incêndio ... 73
Quadro 3.23 – Valores do fator CPI_{CIMR} ... 73
Quadro 3.24 – Valores do fator CPI_{VHEF} ... 82
Quadro 3.25 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes das VHE ... 83
Quadro 3.26 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VHE .. 83
Quadro 3.27 – Valores do fator CPI_{VHEMR} ... 83
Quadro 3.28 – Valores do fator CPI_{VVEF} ... 96

Quadro 3.29 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes das VVE 97
Quadro 3.30 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VVE ... 97
Quadro 3.31 – Valores do fator CPI_{VVEMR} 98
Quadro 3.32 – Valores do fator CPI_{VVEF} 110
Quadro 3.33 – Valores do fator CPI_{VVEMR} 111
Quadro 3.34 – Resumo dos valores dos fatores parciais do CTI 112
Quadro 3.35 – Valores de DPI_{REIC} 114
Quadro 3.36 – Valores de DPI_{EI} 115
Quadro 3.37 – Valores de DPI_{VDGF} 116
Quadro 3.38 – Valores de DPI_{PE} 117
Quadro 3.39 – Valores de DPI_{OGS} 118
Quadro 3.40 – Resumo dos valores dos fatores parciais do DPI 119
Quadro 3.41 – Valores de $ESCI_{GP}$ 121
Quadro 3.42 – Valores de $ESCI_{SID}$ 122
Quadro 3.43 – Valores de $ESCI_{AE}$ 123
Quadro 3.44 – Valores de $ESCI_{HE}$ 124
Quadro 3.45 – Valores de $ESCI_{EXT}$ 125
Quadro 3.46 – Valores de $ESCI_{EXT}$ 126
Quadro 3.47 – Valores de $ESCI_{CPB}$ 126
Quadro 3.48 – Resumo dos valores dos fatores parciais do ESCI 127
Quadro 3.49 – Valor máximo aceitável do Risco de Incêndio 129
Quadro 5.1 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-I 142
Quadro 5.2 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-II 144
Quadro 5.3 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-III 145
Quadro 5.4 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-IV 146
Quadro 5.5 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-V 148
Quadro 5.6 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VI 149
Quadro 5.7 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VII 150

Quadro 5.8 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VIII 152
Quadro 5.9 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-IX 153
Quadro 5.10 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-X 154
Quadro 5.11 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-XI 155
Quadro 5.12 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-XII 157
Quadro 5.13 – Comparação entre os vários métodos para cada utilização-tipo 157
Quadro 6.1 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 1 165
Quadro 6.2 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 2 172
Quadro 6.3 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 3 175

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

$\Delta P_{IN-OUT}(Z_{CEIL})$ – Diferença de pressão interior e exterior (Pa)

ρ_{AMB} – Densidade do ar à temperatura ambiente $(1{,}2\ \mathrm{kg/m^3})$

ρ_f – Massa volúmica do fumo (kg/m^3)

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

A_{VENT} – Área da claraboia (m^2)

A_{VHE} – Área da VHE (m^2)

A_{VVE} – Área da VVE (m^2)

b_{VHE} – Largura da VHE (m)

C_p – Calor específico dos gases $(1{,}0\ \mathrm{kJ/kg^{o}C})$

CPI – Consequências Parciais de Incêndio

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

CPI_{CIF} – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido no Cenário de Incêndio

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

$CPI_{CIMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Reação ao Fogo do Revestimento do Pavimento no Cenário de Incêndio

$CPI_{CIMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Reação ao Fogo do Revestimento do Teto e das Paredes no Cenário de Incêndio

CPI_{CIP} – Consequências Parciais de Incêndio – Potência Libertada no Cenário de Incêndio

CPI_{VHE} – Consequências Parciais de Incêndio – Via Horizontal de Evacuação

CPI_{VHEF} – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Horizontais de Evacuação, sem correção

$CPI_{VHEF_{corrigido}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Horizontais de Evacuação, devidamente corrigido

CPI_{VHEMR} – Consequências Parciais de Incêndio – Reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Verticais de Evacuação

$CPI_{VHEMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do pavimento na via horizontal de evacuação

$CPI_{VHEMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do teto e das paredes na via horizontal de evacuação

CPI_{VVE} – Consequências Parciais de Incêndio – Via Verticais de Evacuação

CPI_{VVEF} – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, sem correção

$CPI_{VVEF_{corrigido}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, devidamente corrigido

CPI_{VVEMR} – Consequências Parciais de Incêndio – Reação ao fogo dos materiais de revestimento nas VVE

$CPI_{VVEMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do pavimento na via vertical de evacuação

$CPI_{VVEMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do teto e das paredes na via vertical de evacuação

CTI – Consequências Totais do Incêndio

d – Distância ao alvo (m)

$d_{Per_{CI}}$ – Distância a percorrer pelos ocupantes até à saída do cenário de incêndio (m)

$d_{Per\ total\ VVE}$ – Distância de percurso total percorrida na VVE (m)

$d_{Per\ VHE}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VHE (m)

$d_{Per\ VHE_{lento}}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VHE a uma velocidade muito lenta (m)

$d_{Per\ VHE_{normal}}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VHE a uma velocidade normal (m)

$d_{Per\ VVE}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VVE (m)

$d_{Per\ VVE_{lento}}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VVE a uma velocidade muito lenta (m)

$d_{Per\ VVE_{normal}}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VVE a uma velocidade normal (m)

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

Da – Densidade adimensional (m^2/m^2)

DPI – Fator Global – Desenvolvimento e Propagação de Incêndio

DPI_{EI} – Fator Parcial DPI – Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio

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

DPI_{PE} – Fator Parcial DPI – Proteção das Paredes Exteriores

DPI_{REIC} – Fator Parcial DPI – Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais

DPI_{VDGF} – Fator Parcial DPI – Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo

E – Exposição ao Perigo

$ESCI$ – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio

$ESCI_{AE}$ – Fator Parcial ESCI – Vias de Acesso ao Edifício

$ESCI_{CPB}$ – Fator Parcial ESCI –Corpo Privado de Bombeiros

$ESCI_{EXT}$ – Fator Parcial ESCI – Extintores

$ESCI_{GP}$ – Fator Parcial ESCI – Grau Prontidão dos Bombeiros

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

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

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

g – Aceleração da gravidade $(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})$

G – Gravidade

h – Pé direito (m)

l_{VHE} – Comprimento da VHE (m)

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

L_{VVE} – Largura da VVE (m)

m – Caudal mássico de fumo (kg/s)

P – Perigo Potencial / Probabilidade

P_{atm} – Pressão atmosférica ($1{,}01325 \times 10^5\ Pa$)

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

q – Radiação total libertada (kW/m^2)

Q – Potência calorífica libertada (kW)

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

Q_c – Potência calorífica convectada (kW)

Q_{limite} – Potência calorífica limite (kW)

R – Constate do gás (287)

R_{CIF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação do cenário de incêndio;

R_{CIP} – Razão entre o tempo limite de exposição à potência calorífica e o tempo de evacuação do cenário de incêndio

R_{VHEF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias horizontais de evacuação

R_{VVEF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias verticais de evacuação

$R_{VVEF_{total}}$ – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias verticais de evacuação

RI – Risco de Incêndio

t_{α} – Tempo necessário para se atingir uma potência calorífica de 1 MW (s)

$t_{0\ total\ VVE}$ – Instante de passagem de fumo do cenário de incêndio (CI) e da via horizontal de evacuação (VHE) até atingir a via vertical de evacuação (VVE) (s)

$t_{0\ VHE}$ – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação (s)

$t_{0\ VVE}$ – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via vertical de evacuação (s)

t_{at} – Tempo necessário para se libertar a potência limite, após início de atuação dos *sprinklers* (s)

t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s)

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

$t_{Ev\ 2\ Pisos\ VVE}$ – Tempo de evacuação até ao segundo piso imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (s)

$t_{Ev\ CI}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s)

$t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s)

$t_{Ev\ Piso\ VVE}$ – Tempo de evacuação até ao piso imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (s)

$t_{Ev\ total\ VVE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação total corrigido da VVE (s)

$t_{Ev\ total\ VVE}$ – Tempo de evacuação total da via vertical até à sua evacuação (s)

$t_{Ev\ VHE}$ – Tempo de evacuação da VHE sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s)

$t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação (s)

$t_{Ev\ VVE}$ – Tempo de evacuação da VVE sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s)

$t_{Ev\ VVE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias verticais de evacuação (s)

t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído ($V_{ext\ CI}$) (s)

$t_{Per\ CI}$ – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s)

$t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de percurso do cenário de incêndio corrigido (s)

$t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Tempo de percurso de um piso (até ao segundo piso consecutivos) da VVE (s)

t_{limite} – Tempo necessário para ser libertada a potência calorífica limite (s)

$t_{limite_{f\ CI}}$ – Tempo limite de fumo no cenário de incêndio (s)

$t_{limite\ f\ total\ VVE}$ – Tempo limite de fumo total da via vertical de evacuação (s)

$t_{limite_{f\ VHE}}$ – Tempo limite de fumo nas vias horizontais de evacuação (s)

$t_{limite_{f\ VVE}}$ – Tempo limite de fumo nas vias verticais de evacuação (s)

$t_{soma\ total_{VHE}}$ – Instante em que se acumula o volumo de fumo soma total da VHE (s)

$t_{soma_{VHE}}$ – Tempo em que é produzida a soma dos volumes $V(t_{0_{VHE}}) + V_{f\ limite_{VHE}}$ (s)

$t_{soma_{VVE}}$ – Tempo em que é produzida a soma dos volumes $V(t_{0_{VVE}}) + V_{f\ limite_{VVE}}$ (s)

$t_{sprinklers}$ – Tempo de atuação dos *sprinklers* (s)

$t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s)

T – Temperatura (ºC)

T_0 – Temperatura ambiente (ºC)

T_{AMB} – Temperatura ambiente (ºC)

T_{LAY} – Temperatura da camada de fumo (ºC)

UP – Unidades de Passagem

v_{AE} – Velocidade ascendente para condições de movimento de emergência (m/s)

v_{AL} – Velocidade ascendente para condições de movimento lento (m/s)

v_{AML} – Velocidade ascendente para condições de movimento muito lento (m/s)

v_{AN} – Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s)

v_{DE} – Velocidade descendente para condições de movimento de emergência (m/s)

v_{DL} – Velocidade descendente para condições de movimento lento (m/s)

v_{DML} – Velocidade descendente para condições de movimento muito lento (m/s)

v_{DN} – Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s)

v_H – Velocidade horizontal de evacuação (m/s)

v_{HE} – Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência (m/s)

v_{HHL} – Velocidade horizontal lenta para habitações (m/s)

v_{HHN} – Velocidade horizontal normal para habitações (m/s)

v_{HL} – Velocidade horizontal para condições de movimento lento (m/s)

v_{HML} – Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento (m/s)

v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s)

v_V – Velocidade vertical de evacuação (m/s)

v_{VE} – Velocidade vertical para condições de movimento de emergências nas VVE (m/s)

v_{VENT} – Velocidade média com que se processa a ventilação na claraboia (m/s)

v_{VL} – Velocidade vertical para condições de movimento lento nas VVE (m/s)

v_{VML} – Velocidade vertical para condições de movimento muito lento nas VVE (m/s)

v_{VN} – Velocidade vertical para condições normais de movimento nas VVE (m/s)

V – Caudal volúmico de fumo (m³/s)

$V(t_{0\ total\ VVE})$ – Volume de fumo correspondente ao instante de passagem de fumo do cenário de incêndio e da via horizontal de evacuação até atingir a via vertical de evacuação (m³)

$V(t_{0\ VHE})$ – Volume de fumo produzido no instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VHE

$V(t_{0\ VVE})$ – Volume de fumo correspondente ao instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VVE (m³)

$V_{ext\ CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído (m³/s)

$V_{ext\ VVE}$ – Caudal volúmico de fumo extraído nas VVE (m³/s)

V_f – Volume de fumo produzido (m³)

$V_{f\ 2\ Pisos\ VVE}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular nos dois pisos consecutivos imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (m³)

$V_{f\ com\ ext\ CI}$ – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio com sistema de desenfumagem ativa (m³)

$V_{f\ com\ ext\ VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas VVE com sistema de desenfumagem ativa (m³)

$V_{f\ corrimão\ VVE}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m³)

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

$V_{f\ limite\ VHE}$ – Volume de fumo limite nas Vias Horizontais de Evacuação (m³)

$V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume limite de fumo nas Vias Verticais de Evacuação (m³)

$V_{f\ limite\ VVE\ 2\ Pisos}$ – Volume limite de fumo até ao segundo piso de evacuação da VVE (m³)

$V_{f\ limite\ VVE\ Piso}$ – Volume limite de fumo até ao piso de evacuação da VVE (m³)

$V_{f\ soma\ total\ VVE}$ – Volume de fumo soma total da VVE (m³)

$V_{f\ soma\ VVE}$ – Volume de fumo limite que se pode acumular no CI e nas VVE (m³)

$V_{f\ soma\ VVE\ 2\ Pisos}$ – Volume de fumo soma dos dois pisos consecutivos da VVE (m³)

$V_{f\ soma\ VVE\ Piso}$ – Volume de fumo soma do piso da VVE (m³)

$V_{f\ total\ VVE}$ – Volume de fumo total que se pode acumular em toda a via vertical de evacuação (m³)

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

x – Eficácia da radiação (30%)

z – Pé direito (m)

Z – Distância acima da base da fonte de calor a que se encontra a interface entre a camada quente e fria (2 m)

Z_{CEIL} – Altura da claraboia (m)

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

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil

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

CI – Cenário de Incêndio

CPB – Corpo Privativo de Bombeiros

Det – Deteção

EI – Estanquidade e Isolamento

EN – European Norms

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IEE – Instalações de Energia Elétrica

Ilum – Iluminação

LR – Legislação Regulamentar

MARIEE – Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes

NFPA – Nacional Fire Protection Association

NP – Norma Portuguesa

OGS – Organização e Gestão de Segurança

PPP – Procedimentos ou Planos de Prevenção

REI – Resistência, Estanquidade e Isolamento

RHRf – Rate of Heat Release of fire

RIA – Redes de Incêndio Armadas

RJ-SCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SADI – Sistema Automático de Deteção de Incêndio

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SEA – Sistema de Extinção Automática

SFPE – Society of Fire Protection Engineers

Sinal – Sinalização

VE – Via de Evacuação

VHE – Via Horizontal de Evacuação

VLCI – Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio

VVE – Via Vertical de Evacuação

1
INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

A Segurança Contra Incêndio em Edifícios na ótica da reabilitação é um exercício complexo e multidisciplinar exigindo a intervenção de muitos especialistas para conceber as melhores soluções. Há muitos aspetos técnicos da legislação de SCIE cujo cumprimento e verificação apresentam dificuldades. Mas também há edifícios novos em que o cumprimento do artigo 15.º do RJ-SCIE pode ser "desadequado face às grandes dimensões em altimetria ou planimetria ou às suas características de funcionamento, ou de exploração ou construtivas…" [1].

Para aqueles casos, os artigos 14º e 14º-A para recintos e edifícios novos ou existentes respetivamente, apelam, no primeiro caso, ao conceito de perigosidade atípica, na qual as soluções de SCIE devem ser "objeto de fundamentação adequada baseada em métodos de análise de risco, que venham a ser reconhecidos pela ANPC …". No segundo caso, sejam compatíveis com a natureza da intervenção e com o grau de proteção que podem ter os edifícios e recintos, sejam objeto de fundamentação adequada na memória descritiva do projeto, a qual pode ser baseada em métodos de análise de risco que venham a ser reconhecidos pela ANPC ou, em métodos de ensaio ou, modelos de cálculo, ou seja, baseada em novas tecnologias ou em tecnologias não previstas no presente decreto-lei. Parece, pois, justificar-se a premente necessidade de avaliar e conhecer o risco de incêndio em meio urbano para que, nos casos em que este se revele inaceitável, sejam delineadas possíveis medidas de intervenção.

Desta forma, ao longo de diversas dissertações já desenvolvidas, criou-se e desenvolveu-se um método de análise de risco de incêndio urbano de forma a poder abordar aquelas situações e, numa forma mais direta no âmbito destas dissertações, contribuir para a preservação dos centros históricos e garantir a segurança de todos os seus utilizadores.

Este modelo, denominado de CHICHORRO – Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras – nasce, assim, da preocupação de análise dos edifícios construídos em zonas históricas devido à ocorrência crescente de incêndios urbanos, alguns de elevada gravidade, e da quantificação do impacto que um incêndio deflagrado num edifício possa ter.

Após a implementação do modelo CHICHORRO 2.0, a presente dissertação pretende contribuir para o melhoramento do modelo existente que consiste na análise pormenorizada dos conteúdos estruturais base, da análise de cálculo do modelo e da sua implementação em plataforma acessível a qualquer projetista de SCIE. Dito isto, o modelo CHICHORRO 3.0 tem como grande objetivo melhorar o modelo anterio, de forma a identificar as vulnerabilidades dos edifícios em relação aos incêndios.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma metodologia de análise de Risco de Incêndio em edifícios existentes de forma a identificar as debilidades que o edifício apresenta no que respeita à Segurança Contra Incêndio e a sua integração numa plataforma *online* acessível através de um *web browser*.

Tendo por base o modelo desenvolvido por Daniel Martins (aluno que apresentou um método de avaliação de risco, CHICHORRO, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil na FEUP) [2] e por Ricardo Ferreira [3] (CHICHORRO 2.0), a metodologia agora proposta pretende permitir uma utilização em qualquer plataforma digital, bem como o melhoramento do método anterior através de alterações, nomeadamente no cálculo das consequências do incêndio, e de correções de *bugs* e de limitações que o *software* anterior possuía.

Será também objeto desta dissertação a realização de uma análise de sensibilidade do método corrigido através da análise de 12 casos, um de cada utilização-tipo. Assim, foi possível perceber os impactos que as alterações ao modelo anterior tiveram nos resultados parciais e, mais importante, no Risco de Incêndio final e na respetiva escala de classificação.

O último objetivo foi a avaliação do Risco de Incêndio de três zonas contidas no Centro Histórico de Ponta Delgada através da aplicação do modelo a 142 edifícios das mais variadas tipologias. No fim da implementação do método e da avaliação de um número significativo de edifícios, também se procedeu à análise dos resultados e dos impactos que as intervenções possíveis têm na diminuição do Risco de Incêndio, de forma a se atingir o designado Risco de Incêndio considerado aceitável. Todos os resultados foram devidamente tratados e representados em gráficos de forma a possibilitar ao leitor uma melhor compreensão destes. As três zonas em análise também foram representadas em mapa com cores que simbolizam a classificação de Risco de Incêndio, antes e após as devidas intervenções.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos, sendo que o primeiro apresenta o enquadramento e justificação do tema, além da definição dos objetivos inerentes à sua realização e estrutura da mesma.

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

No Capítulo 3 apresenta-se a proposta do método para avaliação do Risco de Incêndios em edifícios existentes, intitulado de "CHICHORRO 3.0".

No Capítulo 4 apresenta-se o desenvolvimento de um modelo numérico concebido em linguagem Python que permite a aplicação do método de Risco de Incêndio proposto.

No Capítulo 5 é apresentada uma análise de sensibilidade a 12 edifícios, um de cada utilização-tipo, de forma a perceber qual o impacto das alterações propostas no novo modelo.

No Capítulo 6 é feita a caracterização do caso de estudo de 142 edifícios do Centro Histórico de Ponta Delgada, Açores, através da aplicação da metodologia proposta e são apresentados e analisados os respetivos resultados.

No Capítulo 7, expõem-se as conclusões do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos, bem como a proposta de possíveis desenvolvimentos futuros.

2
ESTADO DA ARTE

2.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita uma abordagem sobre o histórico de incêndios urbanos mais importantes que deflagraram em Portugal e as suas consequências. São, também, exibidos alguns incêndios que deflagraram, tanto em solo nacional como internacional durante o período de elaboração da presente dissertação.

Seguidamente, é feita uma abordagem ao conceito de risco e aos métodos de análise de Risco de Incêndios existentes. Sobre eles é feita uma ligeira descrição, referindo os principais fatores intervenientes.

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

2.2. HISTÓRICO DE INCÊNDIOS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

2.2.1. INTRODUÇÃO

Através do histórico de incidentes de incêndios, é possível obter relevantes informações sobre a incessante repetição das causas de incêndio. Desta forma, é possível determinar medidas de intervenção precaucional que melhorem o Risco de Incêndio.

Neste subcapítulo será feita uma ligeira referência a esse apontamento através da elucidação dos principais incêndios históricos que deflagraram em Portugal, bem como alguns incêndios ocorridos durante a elaboração da presente dissertação, em Portugal e no Mundo.

2.2.2. INCÊNDIOS HISTÓRICOS EM PORTUGAL

De seguida, é apresentado certos exemplos de incêndios históricos ocorridos em centros urbanos em Portugal ao longo dos anos:

- **20 de março de 1888 – Incêndio no teatro *Baquet*:** o público lotava a plateia do teatro *Baquet*, no Porto quando deflagra um incêndio que provocara cerca de 120 vítimas;
- **20 de outubro de 1971 – Incêndio nos Armazéns Quinta Noval:** destruiu a totalidade dos armazéns;

- **25 de agosto de 1988 – Incêndio do Chiado:** o mais famoso dos incêndios em centros históricos em Portugal. Ocorreu numa das zonas mais emblemáticas de Lisboa, destruindo 18 edifícios e uma área equivalente a 18 estádios de futebol. Registou-se, ainda, a perda de 2 vidas, um residente e um bombeiro;
- **9 de janeiro de 2009 – Incêndio na Rua dos Clérigos, Porto:** resultaram 4 vítimas mortais: um idoso que morava no 2º piso do edifício, duas crianças de 11 e 15 anos e a sua mãe, moradoras do último piso;
- **3 de outubro de 2009 – Incêndio no centro histórico de Guimarães:** ocorreu numa habitação situada na Rua Camões, propagando-se rapidamente à cobertura do edifício e posteriormente aos telhados vizinhos. Ficaram lesadas duas habitações e o telhado de um terceiro edifício, que funcionava como um infantário com 127 crianças no seu interior, no decurso do incêndio.

2.2.3. Incêndios Deflagrados, em Portugal, no Decurso da Elaboração da Presente Dissertação

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

- **25 de janeiro de 2018 – Incêndio em habitação na Lapa, Lisboa** [4]**:** incêndio deflagrado na cobertura de uma habitação na Rua de São Domingos à Lapa. Não é conhecida a causa do incêndio e não foram registados feridos. Houve doze pessoas desalojadas;
- **26 de janeiro de 2018 – Incêndio em habitação na freguesia de Valdosende, Braga** [5]**:** Um idoso de 80 anos, único morador da habitação unifamiliar, perdeu a vida num incêndio que destruiu, por completo, a moradia. O incêndio começou na lareira a fogo aberto e, devido à moradia ser toda em madeira, esta foi rapidamente consumida pelas chamas. No local estiveram 24 operacionais dos bombeiros, auxiliados por 8 veículos de combate ao incêndio.
- **30 de janeiro de 2018 – Incêndio em edifício habitacional na freguesia do Lumiar, Lisboa** [6]**:** incêndio num edifício de 7 andares leva 16 pessoas para o hospital devido à inalação de fumo. O edifício foi totalmente destruído pelo incêndio. No local estiveram 2 viaturas do Regimento Sapadores Lisboense com 31 operacionais, 1 viatura dos Bombeiros Voluntários Lisbonenses com 4 operacionais e ainda uma ambulância.
- **22 de fevereiro de 2018 – Incêndio numa loja e restaurante num edifício no centro histórico do Porto** [7]**:** incêndio causado pelo rebentamento de um termoacumulador na Rua de Gonçalo Cristóvão 140. A rápida intervenção dos Bombeiros Sapadores do Porto possibilitou a rápida extinção do incêndio;
- **28 de fevereiro de 2018 – Incêndio num prédio na Rotunda da Boavista, Porto** [8]**:** incêndio deflagrado num quarto do primeiro piso com vários moradores desalojados. O edifício encontrava-se em "muito mau estado" e sem condições habitacionais. Um casal de morados ficou ferido. Bombeiros demoraram 20 minutos a chegar ao local.
- **26 de março de 2018 – Incêndio numa habitação municipal em Évora** [9]**:** três pessoas ficaram desalojadas, uma mulher e dois filhos menores, após um incêndio com início na varanda e que se propagou para o interior da casa.

- **21 de abril de 2018 – Incêndio na Rua Sá da Bandeira no Porto** [10]**:** incêndio que teve lugar num prédio em reabilitação onde iria funcionar um hostel prestes a ser inaugurado. A causa do incêndio teve origem numa faísca provocada durante o processo de soldadura. O incêndio obrigou ao corte parcial da rua Sá da Bandeira. Não houve feridos a lamentar.
- **7 de maio de 2018 – Incêndio em fábrica de móveis em Paredes, Porto** [11]**:** um incêndio de enormes proporções atingiu uma fábrica de móveis. Um bombeiro teve de ser assistido no local devido a inalação de fumo. Para combater as chamas estiveram cerca de 60 bombeiros assistidos por 23 viaturas das corporações de Paredes, Baltar, Rebordosa, Penafiel, Cête, Lordelo, Passo de Sousa.
- **10 de maio de 2018 – Incêndio em armazém em Leiria** [12]**:** um armazém onde estava instalada uma empresa de controlo de pragas em Gandra dos Olivais ficou totalmente destruído devido a um incêndio. Um armazém contíguo ficou com danos estruturais. No local estiveram 36 operacionais auxiliados por 15 veículos. Não houve qualquer vítima do incêndio.

Segundo dados apurados junto da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), entre 2010 e 2015, 203 pessoas perderam a vida em incêndios urbanos e 1193 pessoas ficaram desalojadas. Os dados da ANPC informam que ocorreram, em média, 5900 incêndios urbanos por ano, num total de 30260 incêndios desde 2010. A maioria das habitações atingidas pelos incêndios urbanos são casas, por norma, antigas, sem grande manutenção ou com muito material combustível, [13].

2.2.4. Incêndios Deflagrados, no Mundo, no Decurso da Elaboração da Presente Dissertação

Enumeram-se, de seguida, alguns dos incêndios mais importantes que ocorreram, no mundo, durante o período de elaboração da presente dissertação.

- **20 de janeiro de 2018 – Incêndio no Eurostars David Hotel em Praga, República Checa** [14]**:** quatro pessoas morreram e muitas outras ficaram feridas após um incêndio que deflagrou no hotel Eurostars David Hotel em Praga.
- **26 de janeiro de 2018 – Incêndio num hospital em Miryang, Coreia do Sul** [15]**:** incêndio matou, pelo menos, trinta e sete pessoas e cerca de cento e trinta e uma pessoas ficaram feridas após o pior incêndio de que há registo na Coreia do Sul na última década. Estas vítimas morreram devido à intensa inalação de fumo. Testemunhas do incêndio acreditam que este terá iniciado na sala de emergência do hospital e, como consequência, todo o primeiro andar do hospital foi destruído.
- **1 de março de 2018 – Incêndio num centro de reabilitação em Baku, capital do Azerbaijão** [16]**:** morte de vinte e quatro pessoas foi o balanço de um incêndio numa enfermaria de pacientes acamados devido a uma falha elétrica no edifício. Este incêndio, que eclodiu um pouco antes do amanhecer, demorou três horas para ser extinto pelos bombeiros locais devido a fortes rajadas de vento.
- **23 de março de 2018 – Incêndio num complexo de condomínio em Ho Chi Minh City, Vietname** [17]**:** pelo menos treze pessoas faleceram e vinte e oito ficaram feridas no decorrer de um incêndio onde mil pessoas escaparam das chamas. Não foi acionado nenhum alarme ou sinal de incêndio e a maioria das pessoas morreu de sufocamento ou por se atirarem pelos vãos dos andares mais elevados. Mais de duzentos operacionais estiveram no local no combate do

incêndio que demorou mais de uma hora para estar controlado. O incêndio poderá ter começado a partir do sistema elétrico de uma mota, mas a hipótese de explosão não foi descartada.

- **25 de março de 2018 – Incêndio num centro comercial em Kemerovo, Rússia** [18]**:** Incêndio deflagrado num centro comercial na cidade de Kemerovo. Vinte e três pessoas morreram, das quais oito eram crianças. O incêndio começou num centro de trampolins do shopping. O incêndio espalhou-se rapidamente e foram geradas enormes nuvens de fumo. As saídas de emergência estavam bloqueadas e o sistema de alarme de incêndio não disparou.
- **29 de março de 2018 – Incêndio numa estação de polícia em Valencia, província de Carabobo, Venezuela** [19]**:** Incêndio ocorreu após uma revolta numa esquadra policial onde sessenta e oito pessoas faleceram. O incêndio começou depois de os prisioneiros incendiarem colchões numa tentativa desesperada de sair. O incêndio é um dos incidentes mais mortais nas prisões da Venezuela.
- **23 de abril de 2018 – Incêndio em salão de *karaoke* em Qingyuan, sul da província Guangdong, China** [20]**:** Dezoito pessoas morreram após um incêndio num salão de *karaoke* situado num edifício de três andares. cinco pessoas ficaram, também, feridas e forma encaminhadas para o hospital mais próximo. Os incêndios fatais são comuns na China, onde os regulamentos de segurança são amplamente desrespeitados e a fiscalização é negligente.
- **1 de maio de 2018 – Incêndio em São Paulo desaba após incêndio** [21]**:** Edifício de vinte e quatro andares ocupado, de forma irregular, por cerca de cento e quarenta e seis famílias (quinhentas pessoas), desabou após um incêndio à 1:30h da manhã. Tendo em conta o que foi apurado pelas entidades brasileiras, o fogo foi iniciado devido a uma discussão de um casal que estaria a cozinhar com o uso de álcool. A queda do edifício também destruiu grande parte de uma igreja Luterana. Quatro pessoas ficaram desaparecidas.
- **16 de junho de 2018 – Incêndio na Escola de Artes de Glasgow, Escócia** [22]**:** Incêndio no edifício Mackintosh, em Glasgow, que se espalhou para os edifícios vizinhos. 50% do edifício foi consumido pelas chamas. Não foi possível a entrada dos bombeiros no edifício por temerem um desabamento. Foram evacuadas vinte e sete pessoas e não houve vítimas. O edifício possuía uma biblioteca com materiais e arquivos raros que foram destruídos. O edifício tinha sido restaurando há quatro anos devido a um outro incêndio.

2.3. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO

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

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

$$R = P \times G \tag{2.1}$$

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 e o eixo das abcissas corresponde à gravidade das consequências, Figura 2.1.

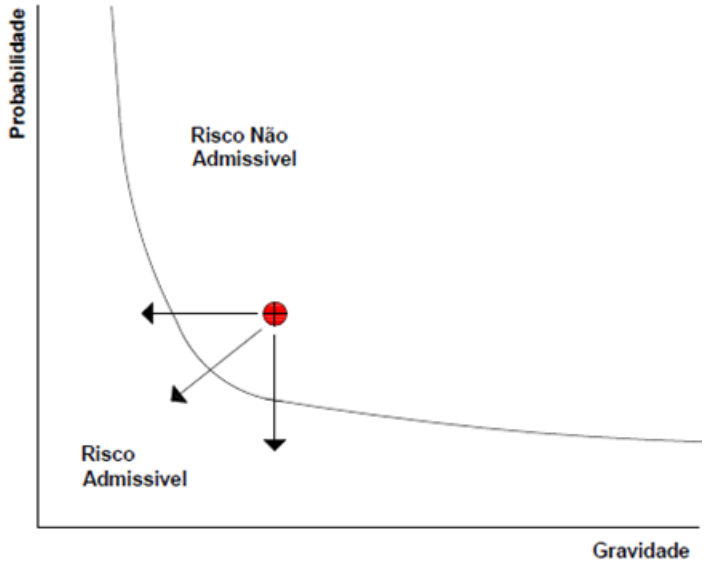


Fig. 2.1 – Representação gráfica do risco, [2]

Fazendo uma análise cuidada da Figura 2.1, pode-se observar que existem duas zonas de risco: risco admissível (aceitável) e não admissível (não aceitável). Face ao Risco de Incêndio real existente, importa compreender se esse risco é, ou não, admissível pelas sociedades, ou seja, se o risco é ou não aceitável. O risco aceitável é função de distintos fatores e pode ser variável no tempo. O que hoje é considerado risco aceitável pode não o ser amanhã, no próximo ano ou na próxima década.

As sociedades aceitam os riscos se estes forem inferiores a certos valores de referência (chamados limiares de risco). Esta redução pode ser atingida através de implementação de medidas de prevenção e de proteção. As medidas de prevenção destinam-se a prevenir a ocorrência do incêndio, enquanto que as medidas de proteção se destinam a proteger a vida dos residentes e os bens materiais, ou seja, a mitigar a gravidade das consequências do incêndio.

É ainda possível constatar, através da análise da Figura 2.1, a impossibilidade de se atingir um risco nulo, apenas sendo possível minimizar o risco de forma a o tornar aceitável. Dito isto, devem ser adotadas medidas que permitam apaziguar as consequências nefastas decorrentes do incêndio, estabelecendo uma evacuação dos locais tão rápida quanto possível e a rápida extinção do incêndio com o intuito de evitar a destruição do edifício e a possível propagação a edifícios contíguos ou fronteiros.

2.4. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

2.4.1. INTRODUÇÃO

A avaliação do Risco de Incêndio 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. Este evento levou a que as seguradoras tomassem em linha de conta a prevenção da ocorrência destes sinistros ou, pelo menos, minimizar os danos causados por estes de modo a proteger os seus clientes e a salvaguardar o seu património financeiro [23].

Assim, a análise de Risco de Incêndio tornou-se numa ferramenta essencial para as seguradoras de forma a poderem avaliar corretamente os seguros de acordo com a probabilidade de ocorrência de incêndio, tendo em conta todas as caraterísticas e informação dos locais relevantes para isso. A análise de risco tornou-se também numa ferramenta bastante útil na otimização da escolha das medidas preventivas e ativas a serem aplicadas nos edifícios.

O Risco de Incêndio é uma consequência indesejável da atividade humana uma vez que qualquer projeto de edifício terá sempre associado um certo Risco de Incêndio ao longo de toda a sua vida útil.

Segundo Coelho [24], o Risco de Incêndio envolve uma variedade de fatores extremamente diversos, dos quais se destacam:

- Probabilidade esperada de ocorrência de um determinado cenário de incêndio;
- Grau esperado de exposição a esse cenário;
- Capacidade potencial de afetação que o cenário pode apresentar.

Para que seja possível efetuar a análise do Risco de Incêndio torna-se indispensável proceder à sua identificação, determinar a sua probabilidade de ocorrência e avaliar as suas consequências.

Desta forma, a análise de Risco de Incêndio deve permitir a definição das decisões de forma a diminuí-lo para valores aceitáveis e prever, também, o modo de atenuar as consequências do incêndio.

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

2.4.2. MÉTODO DE GRETENER

Desenvolvido por Max Gretener na Suíça (1968), este método tem como objetivo o apoio ao estabelecimento de prémios de seguro na indústria e armazéns de grande dimensão. Este é, provavelmente, o método de análise de Risco de Incêndio mais difundido, adaptado e utilizado.

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 Risco de Incêndio. Este método é utilizado para avaliar e comparar o nível de Risco de Incêndio, com base em conceitos alternativos entre diferentes tipos de edificações. Os diversos parâmetros e os respetivos pesos utilizados para calcular o Risco de Incêndio neste método, foram obtidos por consenso do meio técnico e científico, com base em dados estatísticos testados pela sua larga aplicação prática.

Assim, o método 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^2);
- **Tipo G** – Construção de grandes superfícies: permite e facilita a propagação horizontal do fogo, exceto a vertical (áreas superiores a 200 m^2, 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 do fator de exposição ao perigo (B), através da equação 2.2.

$$R = A \times B \tag{2.2}$$

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, o tipo de exploração do edifício e os perigos criados pelos fatores humanos, encontrando-se tabelado para diferentes tipos de edifícios.

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), equação 2.3.

$$B = \frac{P}{M} \tag{2.3}$$

Em que:

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

O fator de exposição ao perigo 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 e da dimensão dos compartimentos de incêndio e a relação entre as suas dimensões.

Os valores referentes às medidas que dificultam o desenvolvimento do incêndio (N, S, F) encontram-se tabelados.

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

$$R = B \times A = \frac{P}{N \times S \times F} \times A \tag{2.4}$$

O cálculo do Risco de Incêndio 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), equação 2.5.

$$R < Ru \tag{2.5}$$

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 LNEC), [24], e Ana Margarida Sequeira Fernandes (aluna que apresentou o método em dissertação de mestrado em Ciências da Construção pela FCTUC, em 2006) [25], destinado à aplicação em edifícios localizados em Centros Urbanos Antigos.

A metodologia desenvolvida assenta na 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 ao incêndio, FG_{CI}.

Os fatores globais referidos cobrem a generalidade dos aspetos relacionados com a Segurança Contra Incêndio, desde a segurança dos ocupantes, dos seus 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.

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

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.

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

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

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 ≤ 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 ao 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.

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

Fator interior de combate ao 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.

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

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

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

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI} + FI_{CI} + F_{ES}}{3} \tag{2.14}$$

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), equação 2.15.

$$RI = \frac{FGR}{FRR} \tag{2.15}$$

Este método é bastante moroso, pouco expedito e com uma enorme quantidade de cálculos intermédios, o que propicia 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), [26], e que 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 propagação e desenvolvimento de incêndio;
- F_{EE} – Fator associado à evacuação do edifício em caso de incêndio;
- F_{CI} – Fator associado ao combate ao incêndio.

Com estes cinco fatores globais pretende-se abranger a maioria dos aspetos relacionados com a segurança ao incêndio e, consequentemente, o risco para os ocupantes e seus 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 Segurança Contra Incêndio em Edifícios. Valores superiores significam que a contribuição para o Risco de Incêndio 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 Risco de Incêndio.

Assim, a determinação do Risco de Incêndio tem por base o conceito explícito do risco, equação 2.16.

$$RI = P \times G \tag{2.16}$$

Em que:

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

A probabilidade de ocorrência de um incêndio (P) é função de características inerentes ao edifício, tais como, a caracterização da construção, as instalações elétricas, edifícios fronteiros, entre outros, equação 2.17.

$$P = F_{II} \tag{2.17}$$

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, equação 2.18.

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

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 propagação e desenvolvimento de incêndio;
- F_{EE} – Fator associado à evacuação do edifício em caso de incêndio, equação 2.19.
- F_{CI} – Fator associado ao combate ao incêndio.

$$F_{EE} = F_{EL} + F_{VHE} + F_{VVE} \tag{2.19}$$

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 associados aos diversos fatores parciais encontram-se tabelados.

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

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

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, inferir ou igual a 1.

3.4.5. MÉTODO MARIEE

O método MARIEE (Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes), baseado no método de Ana Costa, [26], foi desenvolvido por André Correia, [27], para edifícios habitacionais, administrativos, escolares, hospitalares e hoteleiros, e por Jorge Pissarra, [28], 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 ao 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 Risco de Incêndio, e consequentemente traduz o risco para as pessoas, para o edifício e tudo que 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 Risco de Incêndio é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência do incêndio pela gravidade das suas consequências, de acordo com a equação 2.21.

$$RI = P \times G \tag{2.21}$$

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 caraterísticas do edifício que influenciam a deflagração deste, tais como a caraterização 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, equação 2.22.

$$P = POI \tag{2.22}$$

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 ao Incêndio, equação 2.23.

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

O fator CTI traduz as consequências no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE). Este resulta da média aritmética das respetivas consequências parciais de incêndio, equação 2.24.

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

Em que:

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

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

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

Em que:

- CTI – Consequências Totais de Incêndio;
- P – Perigo potencial;
- E – Exposição ao perigo.

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

A exposição depende do tempo necessário para a evacuação 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 ao incêndio assume um papel de maior relevância porque corresponde ao salvamento das vítimas do sinistro, do que o fator desenvolvimento e propagação do incêndio.

3.4.6. MÉTODO CHICHORRO

O método CHICHORRO (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras) é um método 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 Risco de Incêndio 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, 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 ao Incêndio, equação 2.27.

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

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).

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

Em que:

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

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

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 Risco de Incêndio (RI) é obtido através da equação 2.29.

$$RI = POI \times \text{CTI} \times \frac{DPI + ESCI}{2} \tag{2.29}$$

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.

3.4.6. MÉTODO CHICHORRO 2.0

O método CHICHORRO 2.0 é um método desenvolvido por Ricardo Ferreira (aluno que apresentou o método, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, em 2016), [3] e aprimorado por Bruno Silva [29].

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

2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.5.1. INTRODUÇÃO

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

2.5.2. DECRETO-LEI Nº 220/2008, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, RJ-SCIE

O RJ-SCIE [30] 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 [31] e definidas no nº 2 do artigo 4º, aqueles 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 [31] encontra-se estruturado com base na definição das utilizações-tipo, dos locais de risco e das categorias de risco, bem como a caracterização da responsabilidade dos técnicos, e a caracterização das medidas de autoproteção, que orientam as distintas disposições de segurança constantes do RT-SCIE [1].

2.5.2.1. Utilizações-Tipo (UT)

A cada edifício é atribuída uma ou mais utilizações-tipo, em função do seu uso. As doze utilizações-tipo, que englobam todos os tipos de edifícios e recintos, encontram-se listadas de seguida [30]:

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

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

2.5.2.2. Locais de Risco

Os locais dos edifícios, com exceção dos fogos de habitação e dos espaços afetos a circulações, são classificados de acordo com a natureza do Risco de Incêndio em 6 classes (A a F), descritas sucintamente em seguida, [30]:

- **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 perceção 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 (CR)

Cada UT pode ser classificada, quanto ao Risco de Incêndio, numa de quatro categorias de risco (1ª, 2ª, 3ª ou 4ª categorias, numa escala ascendente de risco), [33].

A categoria de risco de cada UT é a mais baixa que satisfaz 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.

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

Uma vez identificadas as utilizações-tipo do edifício e determinadas as respetivas categorias de risco, o RT-SCIE, [1], 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, ainda, existir disponibilidade de água nas suas imediações para permitir o abastecimento desses veículos. Além disso, a localização e implantação, na malha urbana, de novos edifícios deve ser condicionada, em função das respetivas categorias de risco, pelas distâncias a que se encontram de um quartel de bombeiros devidamente equipado.

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

2.5.3.2. Comportamento Ao Fogo, Isolamento E Proteção

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

Os elementos estruturais de um edifício devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo, ou seja, devem conservar a estabilidade com que foram projetados, quando sujeitos a um processo de aquecimento normalizado e durante um período 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 nos seguintes aspetos: existência de saídas em número e largura suficientes, convenientemente distribuídas e devidamente sinalizadas, vias de evacuação desobstruídas e com largura adequada (quando necessário, protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão) e distâncias a percorrer limitadas. Em situações particulares, a evacuação pode processar-se para espaços temporariamente seguros, 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.

2.5.3.5. Equipamentos E Sistemas De Segurança

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

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

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

Devem também ser equipados com instalações que permitam detetar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e acionar os sistemas e equipamentos de segurança. De igual modo, devem ser dotados de meios que promovam a libertação 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 utilização-tipo e proporcionadas à respetiva categoria de risco.

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

2.5.4. DECRETO-LEI Nº 224/2015, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, RJ-SCIE

Foi publicado na Iª Série do Diário da República o Decreto-Lei n.º 224/2015, [31], que procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, que estabelece o regime jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios.

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

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

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

3
AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.0

3.1. INTRODUÇÃO

O método CHICHORRO 3.0 (**C**álculo **H**olístico do **R**isco de **I**ncêndio da **C**onstrução e **H**abilitada **O**timização da sua **R**edução com **O**bras), é uma evolução do método CHICHORRO 2.0 em que foram realizadas imensas alterações e melhorias na base do software. Neste capítulo apresenta-se uma análise exaustiva e detalhada do método CHICHORRO 3.0 salientando-se, no fim do capítulo, as alterações à versão anterior do modelo. Para esse fim, foram consultadas dissertações desenvolvidas neste âmbito, nomeadamente, as Dissertações de André Correia [27], Jorge Pissarra [28], Daniel Martins [2], Ricardo Ferreira [3] e Bruno Silva [29] onde foi possível compreender a evolução desde o método MARIEE (Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes) até ao Método CHICHORRO.

3.2. RISCO DE INCÊNDIO

3.2.1. DEFINIÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO

No método CHICHORRO 3.0, o conceito de Risco de Incêndio é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência de incêndio pela gravidade das suas consequências - equação 3.1.

$$RI = P \times G \tag{3.1}$$

Em que:

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

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

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

Transitam do método MARIE&FEUP, três dos quatro fatores globais: POI, DPI e ESCI, sendo que o fator global CTI transita do método MARIEE, sendo feito um desenvolvimento deste fator nas dissertações de Correia [27], Pissarra [28], Ferreira [3] e Silva [29].

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

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

Assim, o método CHICHORRO considera que o fator **Probabilidade (P)** é definido pelo fator global POI, Probabilidade de Ocorrência do Incêndio - equação 3.2.

$$P = POI \tag{3.2}$$

Em que:

- P – Fator Probabilidade;
- POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio.

A **Gravidade (G)** é traduzida pelas consequências que decorrem do incêndio sendo o resultado 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 ao Incêndio; equação 3.3.

$$G = CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \tag{3.3}$$

Em que:

- G – Gravidade;
- CTI – Consequências Totais do Incêndio;
- DPI – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio;
- $ESCI$ – Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio.

Através da ponderação apresentada na equação 3.4, o fator CTI traduz as consequências no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE).

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

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. A equação 3.6 correspondente à possibilidade de não existir qualquer tipo de via de evacuação (VE).

$$CTI = \frac{2 \times CPI_{CI} + CPI_{VE}}{3} \tag{3.5}$$

$$CTI = CPI_{CI} \tag{3.6}$$

Em que:

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

As consequências de incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam da razão entre o perigo potencial decorrente do incêndio e a exposição a esse perigo; equação 3.7.

$$CPI = \frac{P}{E} \tag{3.7}$$

Em que:

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

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

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

Assim, no método CHICHORRO 3.0, o valor do Risco de Incêndio (RI) é obtido através da equação 3.8.

$$RI = POI \times CTI \times \frac{DPI + ESCI}{2} \tag{3.8}$$

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 ao Incêndio.

Na Figura 3.1, são apresentados os fatores intervenientes no método CHICHORRO 3.0, para o cálculo do valor do Risco de Incêndio (RI).

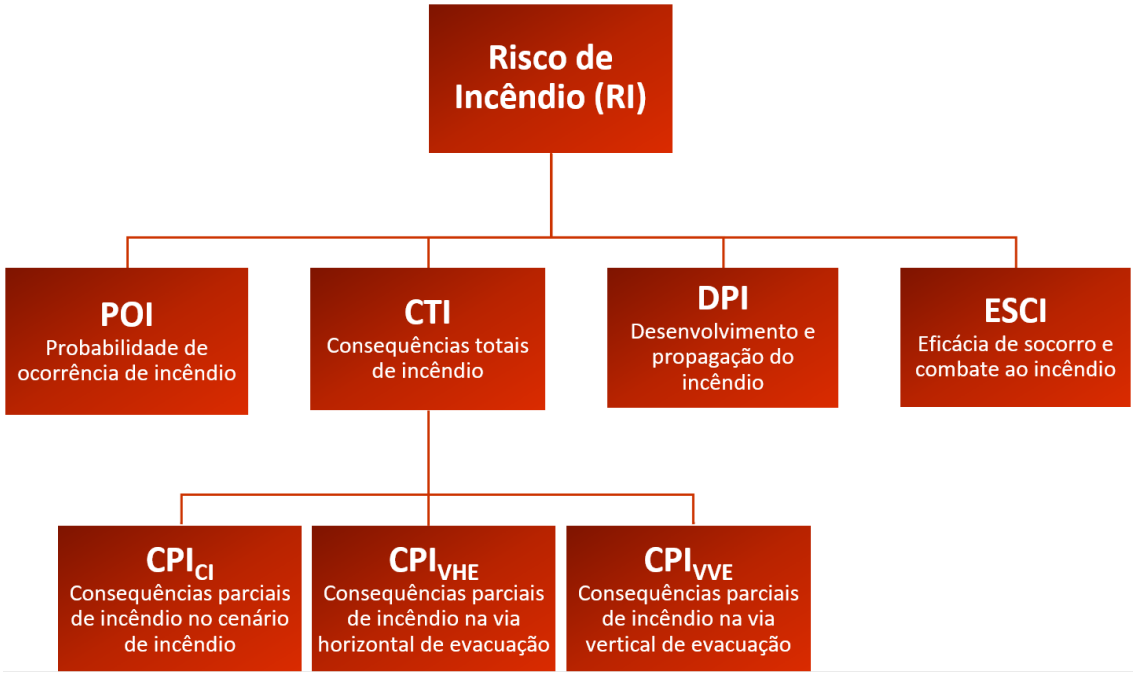


Fig. 3.1 – Estrutura do método CHICHORRO 3.0

3.2.2. Risco De Incêndio Aceitável

Segundo André Correia [27], importa perceber se o Risco de Incêndio existente é, ou não, admissível pela sociedade, ou seja, se o risco é ou não aceitável.

O risco de incêndio aceitável é função de diversos fatores e pode ser variável no tempo. O que hoje é considerado risco aceitável pode não o ser amanhã, no próximo ano ou na próxima década.

As sociedades aceitam os riscos, se eles forem inferiores a determinados valores de referência (chamados limiares de risco).

Conforme mencionado na secção 3.2, alguns fatores parciais e respetivos descritores transitam do método MARIEE&FEUP. Para todos e cada um dos fatores parciais e respetivos descritores, a legislação atual mantém-se como referencial para a definição do risco aceitável. Assim sendo, valores iguais à unidade representam o cumprimento legislativo, valores superiores significam que a contribuição para o Risco de Incêndio é maior do que a correspondente ao cumprimento legal e valores inferiores correspondem a situações melhores que o cumprimento legal, do ponto de vista da contribuição para o Risco de Incêndio.

Relativamente aos fatores parciais e respetivos descritores propostos nesta dissertação, a salvaguarda da vida humana e a manutenção de condições ambientais compatíveis com a evacuação do edifício são, em detrimento da preservação do património, os critérios primordiais no estabelecimento do Risco de Incêndio aceitável. Com base nestes critérios são estabelecidos tempos de referência. Da comparação destes com o tempo de evacuação dos locais, resultam os valores dos fatores parciais.

Em congruência com o exposto anteriormente, o Risco de Incêndio é aceitável se o seu valor for inferior ou igual à unidade. Nos casos em que o valor do Risco de Incêndio é superior à unidade, devem ser implementadas medidas que permitam mitigar esse mesmo risco.

No entanto, tendo em conta a possibilidade de existência futura de um regulamento de Segurança Contra Incêndio em Edifícios a aplicar especificamente em processos de reabilitação e cujo método CHICHORRO 3.0 possa constituir o ponto de partida tal como no atual quadro legislativo para quantificar o Risco de Incêndio, será necessário que tal regulamento mantenha e estabeleça a obrigatoriedade de verificação de um Risco de Incêndio mínimo aceitável que se pretende que seja certificado pela ANPC para que o processo de reabilitação seja viabilizado pelas autoridades competentes.

É importante referenciar que o Risco de Incêndio Mínimo Aceitável deverá ser diferente consoante o ano de construção do edifício evidenciando, distintamente, que um edifício mais antigo, com as vulnerabilidades inerentes à tipologia construtiva dominante à época, assume um maior Risco de Incêndio. No subcapítulo 3.8 é apresentado o valor do risco aceitável segundo o ano de construção do edifício em análise – Quadro 3.49 (pág. 129).

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, Figura 3.2 [26].

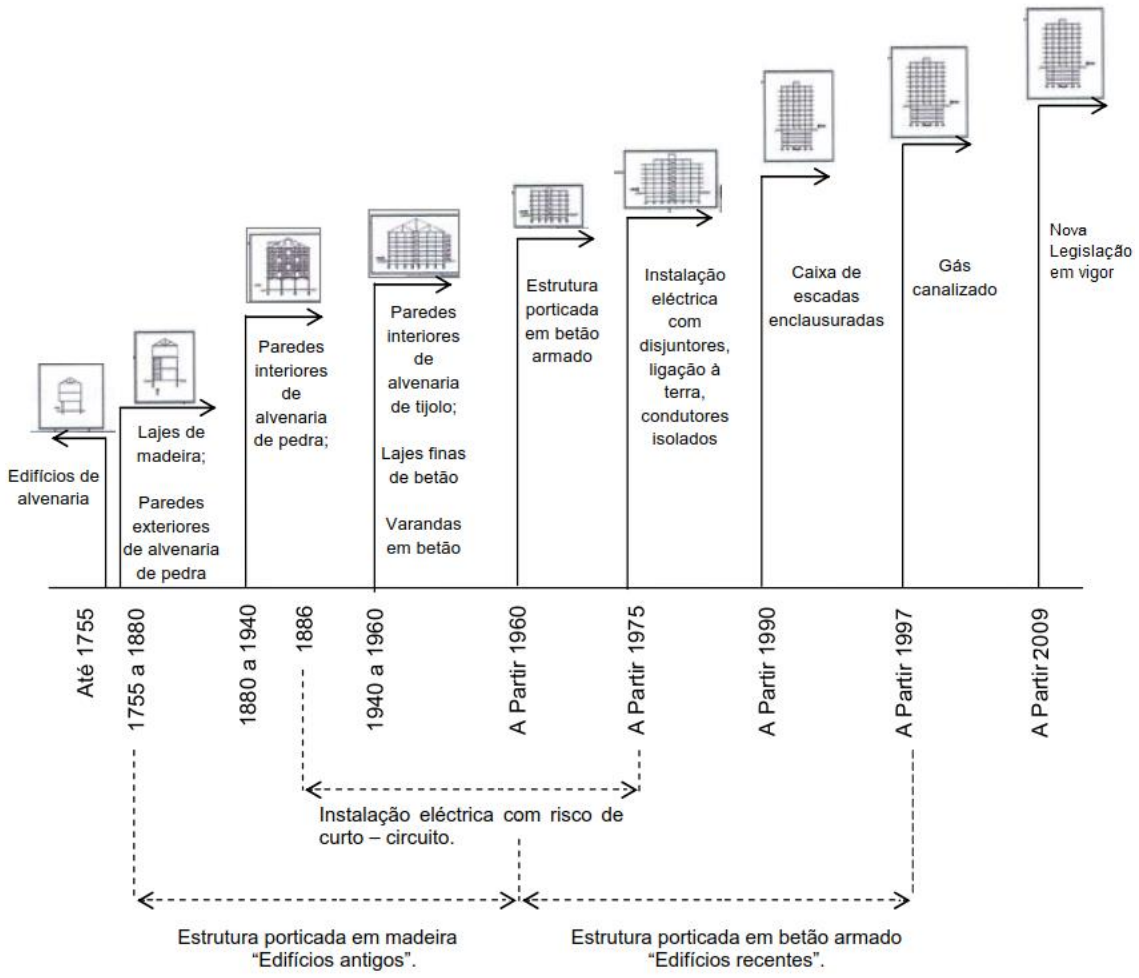


Fig. 3.2 – Evolução das tipologias construtivas em Portugal; adaptado [26]

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. Esta consideração será desenvolvida no subcapítulo 3.8.

3.3. DESCRIÇÃO DOS FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO MÉTODO CHICHORRO 3.0

3.3.1. INTRODUÇÃO

Como referenciado anteriormente, cada um dos quatro fatores globais é constituído por diversos fatores parciais que, por sua vez, cada fator parcial é constituído por diversos descritores.

Nesta secção pretende-se fazer uma descrição simplificada de todos os fatores parciais associados a cada um dos fatores globais do método CHICHORRO 3.0.

3.3.2. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI)

O fator global Probabilidade de Ocorrência do Incêndio (POI) é constituído por doze fatores parciais que serão descritos a seguir e cujos descritores serão mencionados na secção 3.4.

- **Caracterização da Construção (POI_{CC}):** pretende traduzir a possível contribuição do estado de conservação do edifício na origem de curto-circuitos, bem como a ocupação anormal do mesmo. Foram considerados como fatores chave a 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_{IEE}):** 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_{IA}):** 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 (LR): 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_{ICONFA}):** 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 e se a ventilação e extrações dos gases de combustão cumprem ou não a LR e se contêm corte elétrico ou não;
- **Instalações de Conservação de Alimentos (POI_{ICONSA}):** 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;
- **Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar (POI_{IVCA}):** 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 LR: uma relativa às condições de instalação e outra relativa às condições de utilização;

- **Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis (POI_{ILGC}):** 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 LR: uma relativa às condições do local e do armazenamento e outra relativa às condições de utilização;
- **Edifícios Fronteiros (POI_{EF}):** 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_{EA}):** 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_{FA}):** 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_{PPP}):** pretende traduzir a possível contribuição dos procedimentos e planos de prevenção no evitar do início do incêndio;
- **Atividade (POI_{ATIV}):** pretende traduzir a importância do tipo de atividade desenvolvida no edifício para o início de um incêndio.

3.3.3. Fatores Parciais Associados Ao Fator Global – Consequências Totais Do Incêndio (CTI)

3.3.3.1. Introdução

O fator global Consequências Totais de Incêndio (CTI) é constituído por sete fatores parciais, três associados ao cenário de incêndio (CI), dois associados às vias horizontais de evacuação (VHE) e outros dois associados às vias verticais de evacuação (VVE). Por sua vez, cada um desses fatores é constituído por vários descritores. Os descritores serão referenciados na secção 3.5 do presente capítulo.

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

3.3.3.2. Consequências Parciais De Incêndio No Cenário De Incêndio (CPI_{CI})

Os descritores do CPI_{CI} são os seguintes:

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

3.3.3.3. Consequências Parciais De Incêndio Na Via Horizontal De Evacuação (CPI_{VHE})

Os descritores do CPI_{VHE} são os seguintes:

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

3.3.3.4. Consequências Parciais De Incêndio Na Via Vertical De Evacuação (CPI_{VVE})

Os descritores do CPI_{VVE} são os seguintes:

Fumo (CPI_{VVEF}): pretende quantificar a contribuição do fumo presente, na via vertical de evacuação, para as consequências totais de incêndio;

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

3.3.4. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI)

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

- **Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais (DPI_{REIC}):** pretende traduzir o nível de proteção do cenário de incêndio, das vias verticais e estrutura, do ponto de vista da resistência ao fogo REI. Foram considerados como fatores chave a REI da estrutura, laje e via vertical de evacuação;
- **Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio (DPI_{EI}):** pretende traduzir o nível de proteção do cenário de incêndio, paredes e portas, do ponto de vista da resistência ao fogo EI ou E. Foram considerados como fatores chave o EI ou E das paredes e portas do cenário de incêndio;
- **Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo (DPI_{VDGF}):** 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_{PE}):** pretende traduzir o nível de proteção das paredes exteriores do ponto de vista da reação ao fogo. Foram considerados como fatores chave a reação ao fogo das paredes exteriores e o tipo de sistema de construção;
- **Organização e Gestão de Segurança (DPI_{OGS}):** 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_{PPP}.

3.3.5. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL – EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE A INCÊNDIO (ESCI)

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

- **Grau de Prontidão dos Bombeiros ($ESCI_{GP}$):** pretende traduzir o tempo entre o início do incêndio e o começo do combate e 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 ($ESCI_{SID}$):** 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 ($ESCI_{AE}$):** as vias de acesso podem dificultar a atuação dos bombeiros. Nos descritores associados a este fator parcial consideram-se situações em que se combinam as características das vias com as características dos meios de intervenção dos bombeiros. Foram considerados como 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 ($ESCI_{HE}$):** a existência de água é fundamental para a eficácia do combate ao incêndio por parte dos bombeiros. Foram considerados como fator chave a existência de hidrantes exteriores e a distância entre estes e o edifício em análise;
- **Extintores ($ESCI_{EXT}$):** os extintores podem representar, nos instantes iniciais do incêndio, um meio de extinção importante. Contudo, para que tal aconteça, é necessário que sejam corretamente manuseados, especialmente quando se trata de incêndios de líquidos. Para tal, é necessário 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 ($ESCI_{RIA}$):** 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 ($ESCI_{CPB}$):** como a organização e gestão de segurança já foi considerada noutros meios de intervenção (extintores, redes de incêndio armadas, etc.), considera-se que, em matéria de organização e gestão de segurança, só falta considerar a eventualidade de existência de corpos privativos de bombeiros. Foram considerados como fator chave a existência ou não de CPB.

3.4. FATOR GLOBAL – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI)

3.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI)

Conforme referido anteriormente, este fator transita do método MARIEE ainda que neste apenas com 11 fatores, e pretende aferir a probabilidade de ocorrência de um incêndio no edifício. Este é obtido agora através da média aritmética de 12 fatores parciais referidos no subcapítulo 3.3.2. que traduzem as características intrínsecas do edifício e do seu equipamento; equação 3.9.

$$POI = \frac{POI_{CC} + POI_{IEE} + POI_{IA} + POI_{ICONFA} + POI_{ICONSA} + POI_{IVCA} + POI_{ILGC} + POI_{EF} + POI_{EA} + POI_{FA} + POI_{PPP} + POI_{ATIV}}{12 *} \quad (3.9)$$

Em que:

- POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio;
- POI_{CC} – Fator Parcial POI – Caracterização da Construção;
- POI_{IEE} – Fator Parcial POI – Instalações de Energia Elétrica;
- 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_{IVCA} – Fator Parcial POI – Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar;
- POI_{ILGC} – Fator Parcial POI – Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis;
- POI_{EF} – Fator Parcial POI – Edifícios Fronteiros;
- POI_{EA} – Fator Parcial POI – Edifícios Adjacentes;
- POI_{FA} – Fator Parcial POI – Frações Adjacentes;
- POI_{PPP} – Fator Parcial POI – Procedimentos ou Planos de Prevenção;
- POI_{ATIV} – Fator Parcial POI – Atividade.

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

3.4.2. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (POI_{CC})

Este fator traduz a constituição dos suportes do edifício e o estado de conservação do edifício na possível ocorrência de curto-circuito da rede elétrica.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Estrutura e Lajes de Suporte: Incombustível ou Combustíveis;
- Estado de Conservação: Existência ou Não de Infiltrações (através de vãos, cobertura e paredes exteriores);
- Revestimento com Reação ao Fogo Adequado nas Vias de Evacuação (Verticais e Horizontais): Com ou Sem.

Os valores do fator parcial POI_{CC} são apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Valores de POI_{CC}

POI_{CC}	Sem Infiltrações		Com Infiltrações	
	Revestimento RF Adequado	Revestimento RF Não Adequado	Revestimento RF Adequado	Revestimento RF Não Adequado
Suporte Incombustível	1,00	1,10	1,30	1,40
Suporte Combustível	1,20	1,30	1,60	1,70

Pela análise do quadro 3.1 observa-se que os valores do fator parcial POI_{CC} variam entre 1,00 e 1,70. Estas variações são resultado de 8 diferentes combinações dos descritores considerados neste fator, combinações essas que o profissional de SCIE se pode deparar na avaliação do risco de incêndio de um edifício.

Através do estudo do mesmo quadro conclui-se ainda que o valor mais baixo do fator será de 1,00 para um edifício ocupado, com laje incombustível, sem infiltrações e com revestimento com reação ao fogo adequado. Ao pior cenário, um edifício ocupado, laje combustível, infiltrações e com revestimento sem reação ao fogo adequado correspondente ao valor de 1,70. A declaração dos restantes valores do POI_{CC} tem por base um critério de agravamento crescente do próprio fator face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, quer através da existência de infiltrações, quer através da existência de lajes constituídas por materiais combustíveis, quer pelo revestimento com reação ao fogo desadequado nas VVE e VHE.

Há que referir que as tabelas e todos os valores atribuídos, neste e nos restantes fatores parciais, advêm ou têm como base outras dissertações desenvolvidas nesta temática, nomeadamente as dissertações de André Correia [27] e Ricardo Ferreira [3].

3.4.3. Descritores Associados Ao Fator Parcial – Instalações De Energia Elétricas (POI_{IEE})

As instalações elétricas contribuem, muitas vezes, para o início do incêndio. Desta forma, considerou-se como fatores determinantes no POI_{IEE} a proteção dos quadros elétricos, 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, determinante para a existência ou não de sobrecarga elétrica.

Assim, os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Legislação Regulamentação: Respeita ou Não;
- Existe ou Não Ligação "Pirata";
- Potência Instalada (PI) igual ou superior à Potência Contratada (PC);
- Tipo de Proteção dos Quadros: Disjuntores ou Fusíveis;
- Estado de Conservação do Circuito Elétrico: Boas Condições do Circuito ou Más Condições do Circuito.

Este fator reflete os artigos **70.º a 79.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo II** – Instalações de energia elétrica.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento da legislação referente às Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de setembro) [32].

Os valores do fator parcial POI_{IEE} são apresentados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Valores de POI_{IEE}

POI_{IEE}			Disjuntores		Fusíveis	
			Boas Condições do Circuito	Más Condições do Circuito	Boas Condições do Circuito	Más Condições do Circuito
Respeita Legislação Regulamentar			1,00			
Não Respeita Legislação Regulamentar	Existe Ligação Pirata		1,80			
	Não Existe Ligação Pirata	PI = PC	1,00	1,10	1,30	1,40
		PI > PC	1,20	1,30	1,50	1,60

Da apreciação do Quadro 3.2, constata-se que o fator POI_{IEE} pode assumir valores entre 1,00 e 1,80. Da análise destes parâmetros resultam 10 situações possíveis de avaliação por parte do profissional de SCIE na análise do risco de incêndio do edifício.

Ao valor de 1,00 corresponde ao caso em que as instalações elétricas cumprem todos os requisitos exigidos pela legislação, enquanto que o valor máximo de 1,80 corresponde ao caso em que existe uma instalação elétrica 'pirata'. A definição dos restantes valores deste fator parcial tem por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, quer através da existência de uma potência instalada excessiva face à contratada, quer através da verificação de más condições de conservação do circuito elétrico ou pelo facto da proteção dos quadros elétricos ser assegurada por fusíveis.

3.4.4. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO (POI_{IA})

Pretende-se com este fator parcial espelhar a importância das instalações de aquecimento para o início de um incêndio pois estas instalações podem funcionar como fontes de ignição.

Os descritores considerados neste fator parcial são:

- Tipo de Instalação de Aquecimento: Centrais Térmicas, Aparelhos Autónomos ou Combustível Sólido (lareiras, salamandras e fogões);
- Tipo de Aparelho: Elétricos ou Catalíticos (aquando o uso de 'Aparelhos Autónomos');
- Tipo de Combustível: sobre Suporte Incombustível ou Combustível (aquando o uso de 'Combustível Sólido');
- Conduta de Exaustão: Simples ou Dupla (Parede + Isolamento);
- Legislação Regulamentação: Respeita ou Não;

Este fator reflete os artigos **80.º a 87.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo III** – Instalações de aquecimento.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{IA} são apresentados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Valores de POI_{IA}

POI_{IA}			Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se aplica			0,00	
Inexistência de IA			0,85	
Centrais térmicas			1,00	1,20
Aparelhos autónomos	Elétricos		1,05	1,25
	Catalíticos		1,10	1,35
Combustível sólido	Sobre suporte incombustível	Conduta Simples	1,20	1,40
		Conduta Dupla Parede + Isolamento	1,40	1,60
	Sobre suporte combustível	Conduta Simples	1,40	1,60
		Conduta Dupla Parede + Isolamento	1,60	1,80

Da análise do Quadro 3.3 constata-se que o fator POI_{IA} pode assumir valores entre 0,85 e 1,80. Da análise destes parâmetros resultam 16 situações possíveis de avaliação por parte do profissional de SCIE.

Este mesmo fator assume o valor de 0,85 para o caso de não existir qualquer tipo de instalações de aquecimento, apesar de ser suposto existir, ou seja, não acarreta um risco acrescido de incêndio sendo, por isso, um fator favorável para o cálculo global do POI. Assume valor 1,00 para o caso de as centrais térmicas cumprirem a legislação regulamentar em vigor, sendo este tipo de instalação de aquecimento o que menos contribui para a deflagração do incêndio. Pelo contrário, sistemas de aquecimento que utilizam combustível sólido, como é o caso das lareiras, existindo o perigo de incêndio pelas chaminés e através da libertação de faúlhas, assumem o valor máximo de 1,80. Os restantes valores deste fator parcial são definidos tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como a existência de aparelhos autónomos ou de sistemas de aquecimento que utilizam combustível sólido, através do incumprimento destes sistemas face ao disposto na legislação regulamentar.

Este fator não é contabilizado, isto é, assume o valor 0,00, caso se trate de uma situação em que as instalações de aquecimento não são aplicáveis como é o exemplo de uma indústria que não necessite desse tipo de equipamentos para a sua atividade industrial.

3.4.5. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – INSTALAÇÕES DE CONFEÇÃO DE ALIMENTOS (POI_{ICONFA})

Neste fator pretende-se refletir a contribuição das instalações de confeção de alimentos para o início de incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Tipo de Instalação de Confeção de Alimentos: Uso de Combustível Sólido ou Outros Combustíveis/Elétrico;
- Instalação de Confeção de Alimentos: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Ventilação e Extração dos Gases de Combustão: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Existência ou Não de Corte Elétrico Parcial.

Este fator reflete os artigos **88.º a 90.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo IV** – Instalações de confeção e de conservação de alimentos e os artigos **92.º e 93.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo V** – Evacuação de efluentes de combustão.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos. Os valores do fator parcial POI_{ICONFA} são apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Valores de POI_{ICONFA}

POI_{ICONFA}		Ventilação + Extração				
		Respeita Legislação Regulamentar		Não Respeita Legislação Regulamentar		Não Existe
		Com corte elétrico	Sem corte elétrico	Com corte elétrico	Sem corte elétrico	
Não se aplica		0,00				
Combustível Sólido	Instalação Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,10	1,30	1,40	1,50
	Instalação Não Respeita Legislação Regulamentar	1,10	1,15	1,35	1,45	1,60
Outros Combustíveis/ Elétrico	Instalação Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,05	1,20	1,30	1,40
	Instalação Não Respeita Legislação Regulamentar	1,05	1,10	1,25	1,35	1,50

Os incêndios provenientes das instalações de confeção de alimentos não são os que apresentam maior perigosidade, apesar de serem os mais frequentes. Estes incêndios são resultado, fundamentalmente, de descuidos durante a confeção dos alimentos. Assim, o valor máximo atribuído é de 1,60, sendo este valor o mais baixo em comparação com os valores máximos dos fatores referentes às instalações apresentadas anteriormente, designadamente, instalações de energia elétrica e instalações de aquecimento.

Da análise do Quadro 3.4, constata-se que o fator parcial POI_{ICONFA} pode variar entre 1,00 e 1,60, dependendo do cumprimento ou não da legislação regulamentar em vigor da instalação e do conjunto ventilação + extração, do tipo de combustível utilizado (assumindo o valor máximo quando se usa combustível sólido: lenha ou carvão) e da existência ou não de corte de energia elétrica parcial. Da análise destes parâmetros resultam 12 situações possíveis de avaliação por parte do profissional de SCIE, na análise do risco de incêndio do edifício.

Quando estas instalações não existem, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.6. Descritores Associados ao Fator Parcial – Instalações de Conservação de Alimentos (POI_{ICONSA})

O fator parcial POI_{ICONSA} pretende traduzir o possível contributo das instalações de conservação de alimentos para o início do incêndio.

O descritor considerado neste fator parcial é:

- Instalação de Conservação de Alimentos: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;

Este fator reflete o artigo **91.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo IV** – Instalações de confeção e de conservação de alimentos.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento do artigo 91.º do RT-SCIE.

Os valores do fator parcial POI_{ICONSA} são apresentados no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Valores de POI_{ICONSA}

POI_{ICONSA}	Não se Aplica	Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Instalação de Conservação de Alimentos	0,00	1,00	1,10

O profissional de SCIE, em relação a este fator em específico, apenas se pode deparar com o caso em que a instalação cumpre ou não a regulamentação em vigor e com a possibilidade desta instalação não existir. Nesse caso, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.7. Descritores Associados ao Fator Parcial – Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar (POI_{IVCA})

Este fator parcial pretende traduzir o possível contributo das instalações de ventilação e de condicionamento de ar para o começo do incêndio.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Utilização das Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar: Respeita ou Não Legislação Regulamentar.

Este fator reflete os artigos **94.º a 100.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo VI** – Ventilação e condicionamento de ar.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{IVCA} são apresentados no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Valores de POI_{IVCA}

POI_{IVCA}		Utilização	
		Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00	
Instalação	Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,20
	Não Respeita Legislação Regulamentar	1,10	1,40

É possível comprovar, do estudo do Quadro 3.6, que o fator POI_{IVCA} pode adotar valores entre 1,00 e 1,30. Estes valores têm por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições nefandas para o início do incêndio, como o não cumprimento da legislação regulamentar, tanto da instalação como da utilização, dos aparelhos de ventilação e acondicionamento de ar.

Da análise destes parâmetros resultam 4 situações possíveis de avaliação por parte do projetista, aquando da análise do risco de incêndio do edifício.

Quando este tipo de instalação não existe, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.8. Descritores Associados ao Fator Parcial – Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis (POI_{ILGC})

Este fator parcial pretende traduzir a contribuição das instalações de líquidos e gases combustíveis podem ter no princípio de um incêndio.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Local e Armazenamento das Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Utilização das Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis: Respeita ou Não Legislação Regulamentar.

Este fator reflete os artigos **106.º e 107.º do RT-SCIE**: **Título V** – Condições gerais das instalações técnicas, **Capítulo VIII** – Líquidos e gases combustíveis.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{ILGC} são apresentados no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 – Valores de POI_{ILGC}

POI_{ILGC}		Utilização	
		Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00	
Local + Armazenamento	Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,20
	Não Respeita Legislação Regulamentar	1,10	1,40

Da análise do Quadro 3.7, prova-se que o fator POI_{ILGC} pode assumir valores entre 1,00 e 1,40, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como o incumprimento do armazenamento e do tipo de instalações face ao disposto na legislação regulamentar. Da análise destes parâmetros resultam 4 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE, na análise do risco de incêndio do edifício.

Quando estas instalações de líquidos e gases não existem, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.9. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EDIFÍCIOS FRONTEIROS (POI_{EF})

Este fator pretende traduzir a possível contribuição dos edifícios fronteiros já em chamas para o início de incêndio do edifício em análise devido à radiação emitida através das aberturas que estão em confronto, decorrente da reduzida largura da rua que serve esses edifícios.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Utilização-Tipo (UT) do Edifício: UT I a XI e UT XII;
- Carga de Incêndio Modificada (caso a Utilização-Tipo seja 'XII');
- Altura do Edifício;
- Distância entre Edifícios;
- Elementos Construtivos da Fachada (Paredes Exteriores, Caixilharias e Proteção de Vãos): Respeita ou Não a Legislação Regulamentar
- Elemento Construtivo da Fachada: Respeita ou Não Legislação Regulamentar.

Este fator reflete os artigos **7.º e 8.º do RT-SCIE**: **Título II** – Condições exteriores comuns, **Capítulo II** – Limitações à propagação do incêndio pelo exterior.

No caso da UT XII, este fator também reflete o artigo **300.º do RT-SCIE**: **Título VIII** – Condições específicas das utilizações-tipo, **Capítulo X** – Utilização-tipo XII «Industriais, oficinas e armazéns».

O fator 'Elemento Construtivo da Fachada: Respeita ou Não Legislação Regulamentar' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{EF}, no caso de o edifício da **utilização-tipo I a XI,** são apresentados no Quadro 3.8.1.

Quadro 3.8.1 – Valores de POI_{EF} no caso de UT I a XI

UT I a XI

POI_{EF}		Elementos Construtivos da Fachada	
		Respeita Exigências Regulamentares	Não Respeita Exigências Regulamentares
Não se Aplica		0,00	
Altura do Edifício h < 9m	Distância entre Edifícios > 8m	1,00	1,00
	Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,05
	Distância entre Edifícios < 4m		1,20
Altura do Edifício h > 9m	Distância entre Edifícios > 16m	1,00	1,00
	Distância entre Edifícios > 8m e < 16m		1,05
	Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,20
	Distância entre Edifícios < 4m		1,40

Da análise do Quadro 3.8.1, constata-se que o fator POI_{EF} pode assumir valores entre 1,00 e 1,40, considerando-se maior o risco de incêndio nos casos em que a distância entre os edifícios é menor que a exigida pela legislação regulamentar em vigor e os seus elementos não cumprem as exigências regulamentares. Da análise destes parâmetros resultam 9 situações possíveis de avaliação na observação do risco de incêndio do edifício.

No caso do edifício se encontrar isolado, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

Os valores do fator parcial POI_{EF}, no caso de o edifício da **utilização-tipo XII,** são apresentados no Quadro 3.8.2.

Quadro 3.8.2 – Valores de POI_{EF} no caso de UT XII

UT XII

POI_{EF}			Elementos Construtivos da Fachada	
			Respeita Exigências Regulamentares	Não Respeita Exigências Regulamentares
Não se Aplica			0,00	
Carga de Incêndio Modificado ≤ 500 MJ/m²	Altura do Edifício h < 9m	Distância entre Edifícios> 8m	1,00	1,00
		Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,05
		Distância entre Edifícios < 4m		1,20
	Altura do Edifício h > 9m	Distância entre Edifícios > 16m		1,00
		Distância entre Edifícios > 8m e < 16m		1,05
		Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,20
		Distância entre Edifícios < 4m		1,40
Carga de Incêndio Modificado >500 e ≤ 5000 MJ/m²	Altura do Edifício h < 9m	Distância entre Edifícios > 16m	1,00	1,00
		Distância entre Edifícios > 8m e < 16m		1,05
		Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,30
		Distância entre Edifícios < 4m		1,50
	Altura do Edifício h > 9m	Distância entre Edifícios > 12m		1,00
		Distância entre Edifícios > 8m e < 12m		1,30
		Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,40
		Distância entre Edifícios < 4m		1,60
Carga de Incêndio Modificado > 5000 MJ/m²		Distância entre Edifícios > 16m	1,00	1,00
		Distância entre Edifícios > 12m e < 16m		1,10
		Distância entre Edifícios > 8m e < 12m		1,40
		Distância entre Edifícios > 4m e < 8m		1,60
		Distância entre Edifícios < 4m		1,80

Da análise do Quadro 3.8.2, constata-se que o fator POI_{EF} pode assumir valores entre 1,00 e 1,80, considerando-se maior o risco de incêndio nos casos em que a distância entre os edifícios é menor que a exigida pela legislação regulamentar em vigor e os seus elementos não cumprem as exigências regulamentares. Da análise destes parâmetros resultam 23 situações possíveis de avaliação na observação do risco de incêndio do edifício.

No caso do edifício se encontrar isolado, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.10. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EDIFÍCIOS ADJACENTES (POI_{EA})

Este fator pretende traduzir a possível a contribuição de um edifício vizinho, para o início de incêndio em análise, devido à passagem do fogo pela parede de empena ou pela cobertura/terraço quando estes não têm a qualificação de resistência ao fogo adequada.

Os descritores considerados neste fator são:

- Parede de Empena do Edifício: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Parede Guarda-Fogo (Cobertura) ou Terraço: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar.

Este fator reflete os artigos **9.º e 10.º do RT-SCIE**: **Título II** – Condições exteriores comuns, **Capítulo II** – Limitações à propagação do incêndio pelo exterior.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{EA} são apresentados no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 – Valores de POI_{EA}

POI_{EA}		Paredes Guarda-Fogo (Cobertura) / Terraço	
		Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica		0,00	
Parede de Empena do Edifício	Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,20
	Não Respeita Legislação Regulamentar	1,10	1,40

Da análise do Quadro 3.9, constata-se que o fator POI_{EA} pode assumir valores entre 1,00 e 1,40, considerando-se maior o risco de incêndio nos casos em que a parede de empena do edifício em estudo e o guarda-fogo/terraço não respeitam a legislação regulamentar em. Da análise destes parâmetros resultam 4 situações possíveis de avaliação na observação do risco de incêndio do edifício pelo profissional de SCIE.

3.4.11. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – FRAÇÕES ADJACENTES (POI_{FA})

Com este fator pretende-se traduzir a contribuição que as frações vizinhas possam dar para início de um incêndio numa outra fração devido à passagem do incêndio através dos seus elementos ou vãos (caixa de escadas) quando estas não têm qualificação de resistência ao fogo.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Elementos Envolventes da Fração: Todos os elementos respeitam ou algum não respeita a legislação regulamentar;
- Elemento (Laje, Parede ou Vão): Respeita ou Não a Legislação Regulamentar (Caso algum dos elementos envolventes da fração não respeite a legislação regulamentar);
- POI (Probabilidade de Ocorrência de Incêndio) Potencial das Frações Vizinhas: Menor, Igual ou Pior.

Em primeiro lugar, este fator reflete os artigos **15.º a 28.º do RT-SCIE**: **Título III** – Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção, **Capítulo I** – Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados, **Capítulo II** – Compartimentação geral de fogo, **Capítulo III** – Isolamento e proteção de locais de risco e **Capítulo IV** – Isolamento e proteção das vias de evacuação, relativamente a elementos estruturais, de compartimentação, locais de risco, vias horizontais e verticais de evacuação.

Em segundo lugar, o POI_{FA} espelha, também, os artigos **29.º a 33.º do RT-SCIE**: **Título III** – Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção, **Capítulo V** – Isolamento e proteção de canalizações e condutas, referente a isolamento e proteção de canalizações e condutas.

Por último, o fator em questão retrata, igualmente, os artigos **34.º a 37.º do RT-SCIE**: **Título III** – Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção, **Capítulo VI** – Proteção de vãos interiores, alusivo a proteção de vãos interiores.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{FA} são apresentados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 – Valores de POI_{FA}

POI_{FA}					POI Potencial das Frações Vizinhas			
					Menor (Melhor)	Igual	Menor (Melhor)	Não Sabe / Não Conhece
Não se Aplica							0,00	
Elementos Envolventes da Fração	Respeita Legislação						1,00	
	Não Respeita Legislação	Lajes	Respeita Legislação				1,00	
			Não Respeita Legislação		1,20	1,30	1,40	1,30
		Paredes	Respeita Legislação				1,00	
			Não Respeita Legislação		1,05	1,15	1,20	1,15
		Vãos para Vias de Evacuação	Respeita Legislação				1,00	
			Não Respeita Legislação	Com Caixa de Escadas Enclausurada			1,00	
				Sem Caixa de Escadas Enclausurada	1,10	1,15	1,20	1,15
		Canalizações e Condutas	Respeita Legislação		1,00	1,00	1,00	1,00
			Não Respeita Legislação		1,05	1,15	1,20	1,15

Da análise do Quadro 3.10 verifica-se que o fator POI_{FA} apenas pode tomar valores entre 1,00 e 1,30, considerando-se o maior risco de incêndio nos casos em que a laje da fração não respeita a legislação regulamentar referente à resistência ao fogo padrão mínima e em que o POI potencial das frações vizinhas é menor do que a fração em análise. Da observação destes parâmetros resultam 17 situações possíveis de avaliação na observação do risco de incêndio do edifício.

No caso de não haver frações vizinhas, o POI_{FA} não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.12. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROCEDIMENTOS E/OU PLANOS DE PREVENÇÃO (POI_{PPP})

Os procedimentos e planos de prevenção pretendem promover a segurança dos ocupantes do edifício. Assim sendo, este fator pretende avaliar a contribuição dos procedimentos e planos de prevenção no evitar do início de incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são:

- Procedimentos e/ou Planos de Prevenção: Existência ou Não de Procedimentos e/ou Planos de Prevenção;
- Forma de Implementação de Procedimentos e/ou Planos de Prevenção: Implementado Corretamente ou Não Implementado Corretamente.

Este fator reflete os artigos **201.º e 202.º do RT-SCIE**: **Título VII** – Condições gerais de autoproteção.

O POI_{PPP} reflete, também, a **Nota Técnica N.º 21 – Planos de Segurança da ANPC** – Autoridade Nacional de Proteção Civil.

O fator 'Forma de Implementação de Procedimentos e/ou Planos de Prevenção: Implementado Corretamente ou Não Implementado Corretamente' compreende o cumprimento dos artigos e nota técnica acima descritos.

Os valores do fator parcial POI_{PPP} são apresentados no Quadro 3.11.

Quadro 3.11 – Valores de POI_{PPP}

POI_{PPP}	Implementado Corretamente	Não Implementado Corretamente
Não se Aplica	0,00	
Existe PPP (mas não é necessário)	0,80	
Existe PPP	1,00	1,20
Não Existe PPP	1,40	

A existência de procedimentos e planos de prevenção pode ser exigida ou não pela legislação regulamentar, dependendo da UT e da categoria de risco do edifício.

O facto de existir PPP, apesar de este não ser necessário, subentende-se que este está conforme a legislação e que é aplicado corretamente.

Da observação do Quadro 3.11, verifica-se que o valor do fator parcial POI_{PPP} pode variar entre 0,80 e 1,40, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como a inexistência de procedimentos ou planos de prevenção, quando o regulamento o exige, ou o incumprimento destes face ao disposto na legislação regulamentar. Da análise destes parâmetros resultam 4 situações possíveis de avaliação por parte do projetista, na análise do risco de incêndio do edifício. Este fator assume o valor de 0,80 quando existe PPP, mas não são requeridos pela legislação. Por sua vez, esta fator pode assumir o valor 1,40 caso não exista qualquer tipo de procedimento ou plano de prevenção

Quando não existe PPP e a legislação não o exige, o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.4.13. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – ATIVIDADE (POI_{ATIV})

O fator parcial POI_{ATIV} pretende traduzir a importância do tipo de atividade desenvolvida no edifício para o início de incêndio.

Este fator reflete um estudo aprofundado e ponderado de 3 documentos:

- Despacho 2074/2009 de 15 de Janeiro de 2009 [33]
- Método de Gretener [34]
- Documento Espanhol *Real Decreto 2276/2004 de 3 de diciembre* [35]

Os valores do fator parcial POI_{ATIV} são apresentados no Quadro 3.12.

Quadro 3.12 – Valores de POI_{ATIV}

POI_{ATIV}				
ID	**UT**	**Tipo de Edifício**		**POI ATIV**
1	I	Habitação		1,00
2	II	Estacionamento		1,00
3	III	Administrativos		1,00
4	IV	Escolas, Creches ou Jardins de Infância		1,10
5	V	Hospitais, Enfermarias, Lares, Consultórios ou Clínicas		1,10
6	VI	Salas de Espetáculos e Reuniões Públicas		1,40
7	VII	Hotéis, Hosteis, Pensões ou Albergarias		1,10
8	VII	Restauração		1,20
9	VIII	Comércio		1,20
9.1	VIII	Comércio	Alimentação	1,20
9.2	VIII	Comércio	Calçado	1,00
9.3	VIII	Comércio	Eletrodomésticos	1,00
9.4	VIII	Comércio	Farmácia	1,00
9.5	VIII	Comércio	Mercearia com Venda de Garrafas de Gás	1,20
9.6	VIII	Comércio	Têxteis	1,20
9.7	VIII	Comércio	Encadernação	1,40
10	IX	Desporto e de Lazer		1,00
10.1	IX	Desporto e de Lazer	Estádio/Pavilhão	1,10
10.2	IX	Desporto e de Lazer	Cinema/Teatro/ Coliseu	1,20

Quadro 3.12 – Valores de POI_{ATIV} – Continuação

11	X	Museus ou Galerias de Arte		1,00
12	XI	Bibliotecas		1,40
13	XI	Arquivos		1,40
14	XII	Indústria		1,40
14.1	XII	Indústria	Fogos de Artifícios	1,40
14.2	XII	Indústria	Máquinas e Aparelhos	1,20
14.3	XII	Indústria	Vernizes e Pintura	1,40
14.4	XII	Indústria	Vestuário	1,40
14.5	XII	Indústria	Artigos de Papelaria	1,20
14.6	XII	Indústria	Resinas Naturais	1,40
14.7	XII	Indústria	Artigos de Cera	1,40
14.8	XII	Indústria	Produtos Farmacêuticos	1,40
15	XII	Oficinas		1,10
15.1	XII	Oficinas	Reparação de Veículos	1,20
15.2	XII	Oficinas	Pintura	1,00
16	XII	Laboratórios Químicos		1,00
17	XII	Armazém		1,40

Da análise do Quadro 3.12 averigua-se que o fator parcial POI_{ATIV} pode assumir os valores de 1,00, 1,20 ou 1,40, dependendo da tipologia do edifício em estudo.

3.4.14. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL POI

Conforme exposto no subcapítulo 3.4.1, o fator global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI) resulta da média aritmética de doze fatores parciais apresentados anteriormente, obtido da equação 3.9.

$$POI = \frac{POI_{CC} + POI_{IEE} + POI_{IA} + POI_{ICONFA} + POI_{ICONSA} + POI_{IVCA} + POI_{ILGC} + POI_{EF} + POI_{EA} + POI_{FA} + POI_{PPP} + POI_{ATIV}}{12} \quad (3.9)$$

Em síntese, apresentam-se no Quadro 3.13 todos os fatores parciais do POI, bem como todos os valores que estes podem assumir.

Quadro 3.23 – Resumo dos valores dos fatores parciais do POI

Fator Parcial (POI)	Limites dos Fatores Parciais													
POI_{CC} - Caracterização da Construção	-	-	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60	1,70	-	-	-	-	-
POI_{IEE} - Instalações de Energia Eléctrica	-	-	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80	-	-	-	-
POI_{IA} - Instalações de Aquecimento	0,00	0,85	1,00	1,05	1,10	1,20	1,25	1,35	1,40	1,60	1,80	-	-	-
POI_{ICONFA} - Instalações de Confeção de Alimentos	-	0,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60
POI_{ICONSA} - Instalações de Conservação de Alimentos	-	0,00	1,00	1,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POI_{IVCA} - Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar	-	0,00	1,00	1,10	1,20	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-
POI_{ILGC} . Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis	-	0,00	1,00	1,10	1,20	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
POI_{EF} - Edifícios Fronteiros	-	0,00	1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80	-	-	-
POI_{EA} - Edifícios Adjacentes	-	0,00	1,00	1,10	1,20	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-
POI_{FA} - Frações Adjacentes	-	0,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40	-	-	-	-	-
POI_{PPP} - Procedimentos ou Planos de Prevenção	0,00	0,80	1,00	1,20	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POI_{ATIV} - Atividade (Probabilidade de Ocorrência)	-	-	1,00	1,10	1,20	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global POI assume como valor mínimo 0,97 e como valor máximo 1,50. O valor de 1,00, destacado no Quadro 3.13, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

3.5. FATOR GLOBAL – CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI)

3.5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DO INCÊNDIO (CTI)

De acordo com Correia [27], as consequências do incêndio resultam de uma relação entre o perigo potencial do incêndio e a exposição a esse perigo. O perigo potencial é quantificado em função dos produtos que se formam no decurso do incêndio, nomeadamente, a potência calorífica, o fumo e gases libertados. A exposição depende, essencialmente, do tempo de evacuação dos locais. Estes dois conceitos, perigo e exposição, estão de tal forma interligados que a sua análise e respetivo cálculo são feitos em conjunto.

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

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

- Área do cenário de incêndio (CI);
- Efetivo do cenário de incêndio (CI);
- Largura das saídas do cenário de incêndio (CI);
- Sistema de deteção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de extinção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo na via vertical de evacuação (VVE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento do cenário de incêndio (CI);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via vertical de evacuação (VVE);

- Comprimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Largura da via vertical de evacuação (VVE);
- Distância a percorrer na via vertical de evacuação (VVE), traduzida através da posição do cenário de incêndio no edifício (número de pisos acima e número de pisos abaixo);
- Sinalização de emergência no cenário de incêndio, na via horizontal de evacuação (VHE) e na via vertical de evacuação (VVE).

Nos subcapítulos subsequentes são apresentados e comentados cada um dos fatores parciais constituintes de CTI; equações 3.4, 3.5 e 3.6 (subcapítulo 3.2.1.).

Em síntese, apresenta-se na Figura 3.3 um esquema elucidativo das consequências parciais de incêndio resultantes de cada um dos locais: cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação.

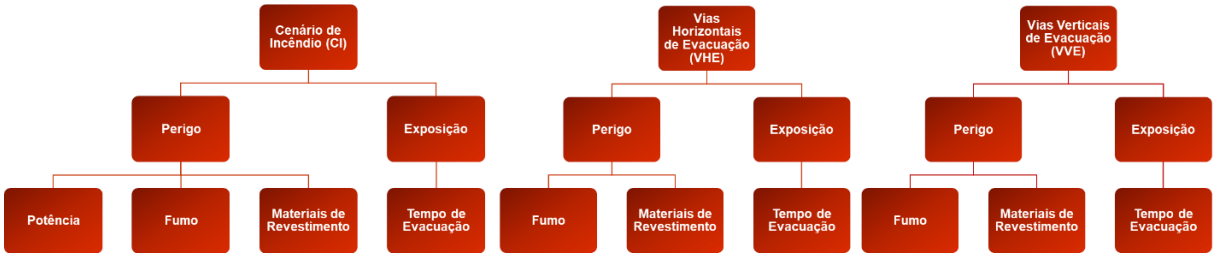


Fig. 3.3 – Consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio e nas vias horizontais e verticais de evacuação, adaptado [27]

Assim, como referido na secção 3.2.1., o fator global CTI é obtido através da equação 3.4.

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

Como foi mencionado no início da presente dissertação, um dos grandes objetivos desta é o de propor um método de avaliação de Risco de Incêndio que possa vir a ser efetivamente utilizado no futuro e não um método cujos fundamentos sejam demasiado teóricos ao ponto de comprometer a sua aplicação a casos correntes.

Dito isto, e através do estudo exaustivo da base de criação do fator CTI, foi proposto alterações no cálculo das velocidades, tempos de produção de fumo e tempos de evacuação de forma a fornecer um método mais rigoroso e verosímil que o anterior. A criação de novos métodos de cálculo no fator CTI e de novas tabelas referentes aos restantes fatores POI, DPI e ESCI originou a principal diferença entre o método CHICHORRO 2.0 [3] e o método em desenvolvimento na presente dissertação.

3.5.2. CENÁRIO 1 – CENÁRIO DE INCÊNDIO (CI)

Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associadas Ao Cenário De Incêndio (CPI_{CI})

3.5.2.1. Introdução

O fator parcial CPI_{CI}, obtido através da equação 3.10, pretende traduzir a contribuição da potência libertada, do fumo produzido e dos materiais de revestimento do Cenário de Incêndio (CI), para as consequências do incêndio.

$$CPI_{CI} = \frac{3 \times CPI_{CIP} + 2 \times CPI_{CIF} + CPI_{CIMR}}{6} \quad (3.10)$$

Em que:

- CPI_{CI} – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio;
- CPI_{CIP} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à potência libertada no CI;
- CPI_{CIF} – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao fumo produzido no CI;
- CPI_{CIMR} – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos materiais de revestimento no CI.

3.5.2.2. Descritores Associados Ao Fator Parcial Consequências De Incêndio Associadas Ao Cenário De Incêndio (CPI_{CI})

Segundo Correia [27], os descritores considerados neste fator parcial são:

- **Área do cenário de incêndio:** este descritor exprime o valor da área do cenário de incêndio.
- **Efetivo do cenário de incêndio**: este descritor traduz o número de pessoas presente no cenário de incêndio.
- **Largura das saídas do cenário de incêndio:** a largura das saídas do cenário de incêndio é estabelecida com base no respetivo efetivo de acordo com o artigo 56º da Portaria nº 1532/2008 [1].
- **Sistema de deteção automática no cenário de incêndio (SADI):** este descritor traduz a existência ou não de sistema de deteção automática no cenário de incêndio. Em caso de existência, este pode ser termovelocimétrico, ótico ou de aspiração. A cada um deles está associado o respetivo tempo de deteção. Estes valores serão apresentados e justificados no subcapítulo 3.5.2.6.
- **Sistema de extinção automática no cenário de incêndio (SEA):** este descritor traduz a existência ou não de sistema de extinção automática no cenário de incêndio. O objetivo da atuação dos *sprinklers* não passa por extinguir o incêndio, mas sim proceder ao seu controlo, reduzindo a potência calorífica libertada. A sua forma de atuação será apresentada e explicada na secção 3.5.2.5.

- **Sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio:** este descritor traduz a existência ou não de sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio. No método proposto, são consideradas duas hipóteses: existência de sistema ativo de controlo de fumo ou inexistência deste. Não é considerada a possibilidade de existência de meios passivos de controlo de fumo. A sua forma de atuação será apresentada e explicada no subcapítulo 3.5.2.9.
- **Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento do cenário de incêndio:** pretende quantificar a contribuição dos materiais de revestimento do cenário de incêndio, para as consequências totais de incêndio. Foram consideradas classes admitidas, em relação às quais é feita a avaliação dos materiais existentes no cenário de incêndio. Este descritor será apresentado e justificado na secção 3.5.2.13.
- **Sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio:** este descritor traduz a existência ou não de sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio. A sua existência traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, consequentemente, no tempo de evacuação. Este descritor será apresentado e justificado no subcapítulo 3.5.2.6.
- **Exercícios e simulacros realizados pelos ocupantes do edifício:** este descritor traduz a realização de exercícios de evacuação por parte dos ocupantes do edifício. A sua realização traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, consequentemente, no tempo de evacuação. Este descritor será apresentado e justificado na secção 3.5.2.6.

3.5.2.3. Potência Calorífica Libertada No Cenário De Incêndio

O desenvolvimento do incêndio, no compartimento onde teve origem, depende de vários fatores. A formulação adotada, no método CHICHORRO 3.0, tem por base a NFPA 92 [36], a NP EN 1991-1-2 [37] e o SFPE Handbook [38], com algumas simplificações.

Segundo a NP EN 1991-1-2 [37], a evolução da potência calorífica libertada durante o incêndio é dada pela curva de crescimento parabólico definida pela equação 3.11:

$$Q = 10^3 \times \left(\frac{t}{t_\alpha}\right)^2 \tag{3.11}$$

Em que:

- Q – Potência calorífica libertada (kW);
- t – Tempo ao fim do qual é atingida a potência calorífica (s);
- t_α – Tempo necessário para se atingir uma potência calorífica de 1 MW (s).

Ainda de acordo com a NP EN 1991-1-2 [37], apresenta-se no Quadro 3.14 a correspondência das curvas características com as respetivas utilizações-tipo (UT). Consta ainda do Quadro 3.14 o valor de t_α para cada uma das curvas, bem como, a taxa máxima de libertação de calor produzida por 1 m^2 de área de compartimento.

Quadro 3.14 – Taxa de crescimento de incêndio para diferentes tipos de ocupação de acordo com a NP EN 1991-1-2, [37]

Utilizações-Tipo	Taxa de Crescimento de Incêndio	t_α (s)	RHRf (kW/m^2)
Habitação	Média	300	250
Hospitalar	Média	300	250
Hotel	Média	300	250
Biblioteca	Rápida	150	500
Escritório	Média	300	250
Escola	Média	300	250
Comércio	Rápida	150	500
Teatro	Rápida	150	500
Transporte	Lenta	600	125
Armazém	Muito Rápida	75	1000
Estacionamento	Muito Rápida	75	1000

Na Figura 3.4 representam-se as curvas características de crescimento da potência calorífica libertada, lenta, média, rápida e muito rápida, respetivamente correspondentes aos valores de t_α de 600s, 300s, 150s e 75s.

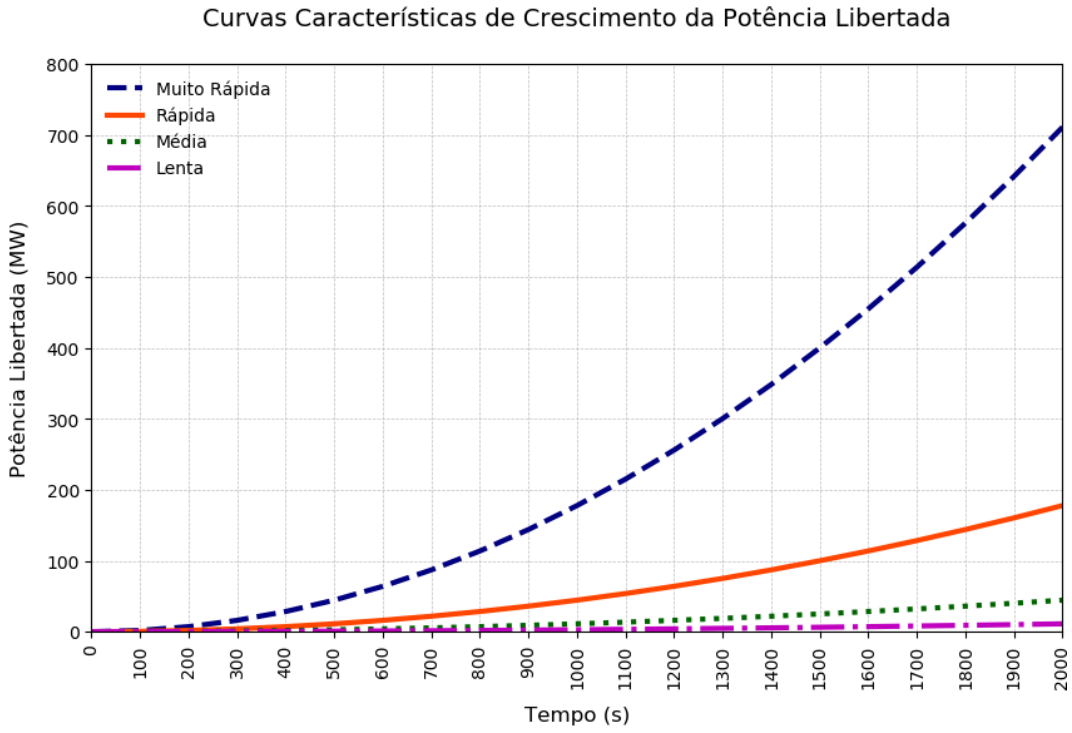


Fig. 3.4 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada

Porém, quando o cenário de incêndio se encontra equipado com um sistema automático de extinção, isto é, *sprinklers*, a evolução da potência calorífica libertada será menor e é traduzida pela equação 3.12, [39].

$$Q = Q_{at} \times e^{0.0023 \times t} \tag{3.12}$$

Em que:

- Q – Potência calorífica libertada (kW);
- Q_{at} – Potência libertada no instante de início de atuação dos *sprinklers* (kW);
- t – Tempo após o início de atuação dos *sprinklers* (s).

Os sistemas automáticos de extinção de incêndio considerados neste método limitam-se exclusivamente aos que usam a água como agente extintor.

O objetivo da atuação dos *sprinklers* não passa por extinguir o incêndio, mas sim proceder ao seu controlo, reduzindo a potência calorífica libertada.

A Figura 3.5 mostra um gráfico onde é possível observar o comportamento das curvas de crescimento da potência calorífica libertada com e sem a atuação dos sprinklers para uma taxa de crescimento de incêndio muito rápida (t_α de 75s).

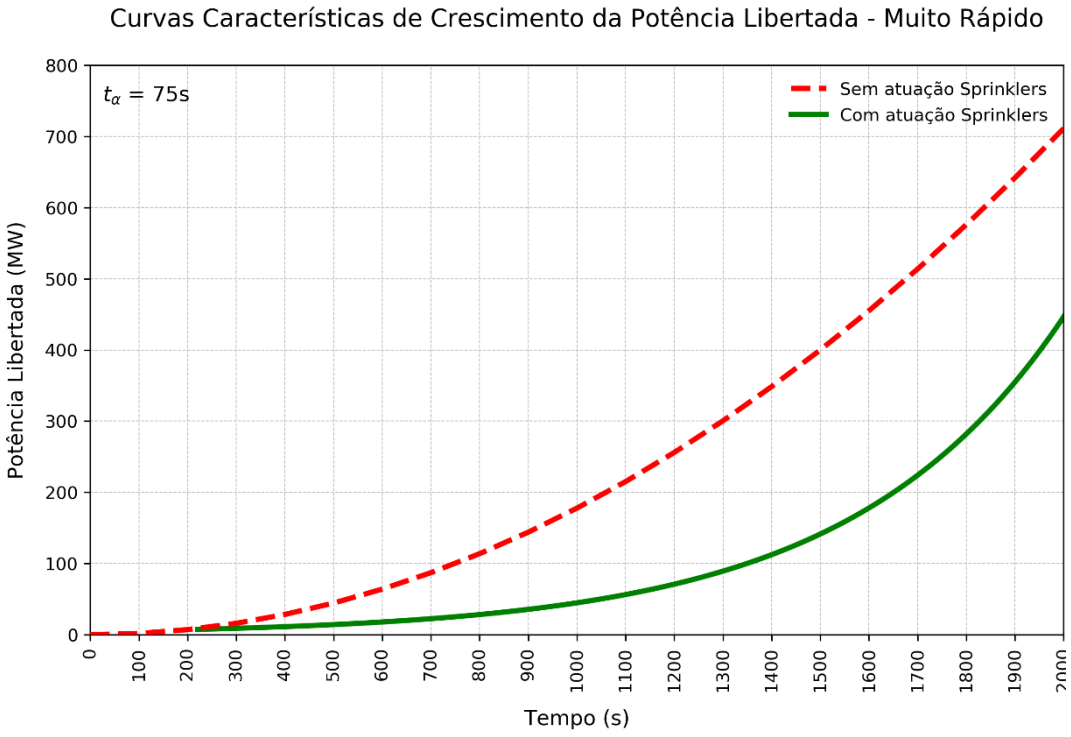


Fig. 3.5 – Curvas características de crescimento da potência calorífica libertada com e sem atuação dos sprinklers para uma taxa de crescimento de incêndio muito rápida

3.5.2.4. Definição Do Limite De Exposição Humana À Potência Calorífica Libertada No Cenário De Incêndio

Segundo Babrauskas [38], o limite máximo de radiação a que o ser humano pode estar sujeito é de 2,5 kW/m^2.

A radiação produzida por um incêndio sobre um determinado objeto pode ser avaliada através da equação 3.13.

$$q = \frac{x \times Q}{4 \times \pi \times d^2} \tag{3.13}$$

Em que:

- q – Radiação total libertada (kW/m^2);
- x – Eficácia da radiação (30%);
- Q – Potência calorífica libertada (kW);
- d – Distância ao alvo (m).

A partir da equação 3.13, é possível obter o valor limite de potência calorífica libertada (Q). Para isso considera-se como valor de radiação total libertada (q), o valor limite definido por Babrauskas, 2,5 kW/m^2. O valor da distância representa metade do comprimento de um lado do cenário de incêndio (como simplificação, os cenários são considerados quadrados).

Resolvendo a equação 3.13, em ordem a Q, obtém-se a equação 3.14 que permite calcular a potência calorífica limite.

$$Q_{limite} = \frac{2{,}5 \times 4 \times \pi \times d^2}{0{,}3} \tag{3.14}$$

Em que:

- Q_{limite} – Potência calorífica limite (kW);
- d – Distância ao alvo (m).

3.5.2.5. Definição De Tempo Limite Associado À Potência Calorífica Libertada

Conforme exposto anteriormente, o fator parcial CPI_{CI} resulta da comparação de um tempo de referência com o tempo de evacuação dos locais.

No método CHICHORRO 3.0, o tempo de referência associado à potência calorífica libertada resulta do exposto no subcapítulo anterior. Este corresponde ao tempo, desde o início do incêndio, até ser libertada a potência calorífica limite.

Assim, e nos casos de **inexistência de sistema de extinção automática** este tempo é calculado através da equação 3.11 resolvida em ordem ao tempo; equação 3.15.

$$t_{limite} = 3 \times (10 \times Q_{limite})^{\frac{1}{2}} \tag{3.15}$$

Em que:

- t_{limite} – Tempo necessário para ser libertada a potência calorífica limite (s);
- Q_{limite} – Potência calorífica limite (kW).

Nos casos em que existe **sistema de extinção automática**, para se ficar a saber qual o tempo limite – t_{limite} – é necessário conhecer o tempo de início de atuação dos sprinklers –t_{at}.

Os *sprinklers* iniciam a sua atuação para temperaturas na ordem dos 73 ºC. A esta temperatura, a ampola parte e inicia-se a descarga de água. Através do conhecimento da evolução da temperatura no cenário de incêndio, que será apresentada e explicada na secção 3.5.2.8, é possível determinar o instante (t) em que a temperatura atinge 73 ºC. A potência calorífica libertada no instante de início de atuação dos *sprinklers* (Q_{at}) é obtida através das equações 3.16 e 3.17. Estas equações tiveram como base, para além do explicado anteriormente, as equações 3.31 e 3.32 do subcapítulo 3.5.2.8.

$$Q_c = (T\ -\ T_0) \times \left(\left(Z^{\frac{5}{3}} \times 0{,}071 \times {Q_c}^{\frac{1}{3}}\right) + 0{,}0018 \times Q_c\right) \tag{3.16}$$

Em que:

- Q_c – Potência calorífica convectada (70% da potência calorífica total) (kW);
- T – Temperatura de início de atuação dos *sprinklers* (73 ºC);
- T_0 – Temperatura ambiente (20 ºC);
- Z – Distância acima da base da fonte de calor a que se encontra a interface entre a camada quente e fria (2 m).

Da resolução da equação anterior em ordem a Q_c, é possível conhecer a potência calorífica convectada que representa 70% da potência calorífica total. Assim, através da equação 3.17, é possível conhecer Q_{at} – potência calorífica total aos 73 ºC (início de atuação dos *sprinklers*).

$$Q_{at} = \frac{Q_c}{0{,}70} \tag{3.17}$$

Em que:

- Q_{at} – Potência libertada no instante de início de atuação dos *sprinklers* (kW);
- Q_c – Potência calorífica convectada (kW).

Desta forma, resolvendo a equação 3.11 em ordem a *t*, estão reunidas todas as condições para conhecer o tempo em que a rede de sprinklers inicia a sua atividade – (t_{at}) (equação 3.18).

$$t_{at} = \left(\frac{Q_{at}}{10^3}\right)^{\frac{1}{2}} \times t_{\alpha} \tag{3.18}$$

Em que:

- t_{at} – Instante de início de atuação dos *sprinklers* (s);
- Q_{at} – Potência libertada no instante de início de atuação dos *sprinklers* (kW);
- t_{α} – Tempo necessário para se atingir uma potência calorífica de 1 MW (s).

O tempo de atuação dos sprinklers caracteriza-se pelo tempo necessário até se atingir a potência limite – (Q_{limite}) – e pode ser obtido através da equação 3.19.

$$t_{sprinklers} = 434{,}783 \times \ln\left(\frac{Q_{limite}}{Q_{at}}\right) \tag{3.19}$$

Em que:

- $t_{sprinklers}$ – Tempo de atuação dos *sprinklers* (s);
- Q_{limite} – Potência calorífica limite (kW);
- Q_{at} – Potência libertada no instante de início de atuação dos *sprinklers* (kW).

O tempo limite é calculado através da equação 3.20 e corresponde à soma do tempo de início de atuação dos *sprinklers* (t_{at}) com o tempo necessário para se libertar a potência limite, após início de atuação destes ($t_{sprinklers}$).

$$t_{limite} = t_{at} + t_{sprinklers} \tag{3.20}$$

Em que:

- t_{limite} – Tempo necessário para ser libertada a potência calorífica limite (s);
- t_{at} – Instante de início de atuação dos *sprinklers* (s).
- $t_{sprinklers}$ – Tempo de atuação dos *sprinklers* (s);

3.5.2.6. Definição De Tempo De Evacuação Do Cenário De Incêndio

Tempo de Evacuação ($t_{Ev\,CI}$)

O tempo de evacuação do cenário de incêndio resulta da soma do tempo de deteção, do tempo de percurso no cenário de incêndio e do tempo de atravessamento dos vãos; equação 3.21.

No entanto, o tempo de percurso do cenário de incêndio, definido no modelo CHICHORRO 2.0, não tem em conta as consequências que o fumo pode ter na velocidade de movimento dos ocupantes e, como consequência, no tempo de percurso e no tempo de evacuação.

$$t_{Ev_{CI}} = t_{Det} + t_{Per_{CI}} + t_{Av} \quad (3.21)$$

Em que:

- $t_{Ev_{CI}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s);
- t_{Det} – Tempo de deteção de incêndio (s);
- $t_{Per_{CI}}$ – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s);
- t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s)

Assim sendo, este novo método corrige este tempo de percurso de forma a ter o fumo em conta, fumo este que retarda significativamente o tempo de percurso dos ocupantes e, consequentemente, o tempo de evacuação. Este tempo corrigido – $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – é descrito posteriormente neste subcapítulo e tem em consideração o esquema de cálculo da Figura 3.8.

Tempo de Deteção (t_{Det})

O tempo de deteção representa o instante em que os ocupantes têm conhecimento do incêndio. Dependendo da existência e do tipo de sistema de deteção automática, este tempo pode assumir diferentes valores:

- **Sem Sistema de Deteção Automática (sem SADI):** considera-se que os ocupantes tomam conhecimento do incêndio por observação direta deste, correspondendo a uma potência calorífica libertada de 250 kW. Através da curva característica de crescimento da potência libertada; equação 3.11, é possível estabelecer o respetivo tempo de deteção;
- **Detetor Termovelocimétrico:** a temperatura de atuação deste tipo de detetores é da ordem dos 60 ºC. Através do conhecimento da evolução da temperatura no cenário de incêndio, através das equações 3.31 e 3.32 da secção 3.5.2.8, é possível estabelecer o respetivo tempo de deteção;
- **Detetor Ótico:** este tipo de sistemas possui como sensor uma célula fotoelétrica e uma fonte luminosa. Estes elementos estão alojados no interior de uma câmara com acesso ao fumo, permitindo que a luz recebida na célula recetora seja influenciada pelo fumo, sinalizando a sua existência. Com recurso à bibliografia da especialidade foi possível estabelecer um tempo médio de deteção para os detetores óticos igual a 50 segundos, [40].
- **Detetor de Fumo por Aspiração:** os detetores de fumo por aspiração extraem o ar ambiente da área de forma contínua utilizando um ventilador. O ar aspirado atravessa um ou mais filtros de modo a evitar que as partículas de poeira cheguem à câmara de deteção. Depois de passar pelo(s) filtro(s) a amostra de ar passa para a câmara de deteção e, existindo vestígios de fumo, é desencadeado o sinal de alarme. Com recurso a estudos e artigos referentes a detetores de fumo por aspiração foi possível estabelecer um tempo médio de deteção para os detetores de aspiração de 30 segundos,[41] e [42].

Tempo de Percurso ($t_{Per\ CI}$)

O tempo de percurso representa o tempo necessário para a realização do trajeto até se atingir a saída do cenário de incêndio

Como foi explicado acima, o tempo de percurso que era considerado no método CHICHORRO 2.0 não tinha em conta os efeitos nocivos do fumo no tempo de percurso dos ocupantes no cenário de incêndio. Este tempo é obtido através do quociente entre a distância a percorrer e a respetiva velocidade – equação 3.22.

Assim sendo, este novo método tem em conta o fumo presente no cenário de incêndio que retarda significativamente o tempo de percurso dos ocupantes e, consequentemente, o tempo de evacuação. Este tempo – $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – é descrito posteriormente neste subcapítulo e tem em consideração o esquema da Figura 3.8.

$$t_{Per\ CI} = \frac{d_{Per_{CI}}}{v_H} \tag{3.22}$$

Em que:

- $t_{Per\ CI}$ – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio sem considerar os efeitos do atraso do fumo (s);
- $d_{Per_{CI}}$ – Distância a percorrer pelos ocupantes até à saída do cenário de incêndio (m);
- v_H – Velocidade horizontal de evacuação (m/s).

Para a distância considera-se, de forma conservadora, o ponto mais distante da saída do CI, considerando que o local poderá ter uma ou mais saídas, como se mostra nos Quadros 3.15 e 3.16.

Quadro 3.15 – Saídas do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria nº 1532/2008 [1]

Efetivo	Número de Saídas
$1 - 50$	1
$51 - 1500$	$\frac{Efetivo}{500} + 1$
$1501 - 3000$	$\frac{Efetivo}{500}$
> 3000	6

Admite-se que, quando o CI tem apenas uma saída, de forma conservativa, a distância máxima a percorrer será de cerca de 2 lados do quadrado equivalente da área correspondente do CI.

Quando este Cenário de Incêndio tem 2 saídas, admite-se que a distância máxima a percorrer para cada uma das 2 saídas, admitindo a separação física destas saídas, será equivalente a um lado e meio do quadrado equivalente da área correspondente do CI.

Para três ou mais saídas, admite-se que a distância máxima até qualquer uma das saídas seja apenas um lado do quadrado equivalente da área correspondente do Cenário de Incêndio.

Caso não seja definida o número de saídas, o modelo opta pelo número de saídas imposto pela legislação em vigor (Portaria nº 1532/2008 de 29 de dezembro [1]) – Quadro 3.15.

Quadro 3.16 – Distância a percorrer no cenário de incêndio

Saídas	$d_{Per_{CI}}$
1	$\acute{A}reaCI^{\frac{1}{2}} \times 2$
2	$\acute{A}reaCI^{\frac{1}{2}} + \frac{\acute{A}reaCI^{\frac{1}{2}}}{2}$
> 2	$\acute{A}reaCI^{\frac{1}{2}}$

A velocidade horizontal de evacuação depende da existência ou não dos seguintes descritores, no cenário de incêndio:

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

Assim sendo, o método CHICHORRO 3.0 considera 6 velocidades horizontais de evacuação diferentes, Figura 3.6.

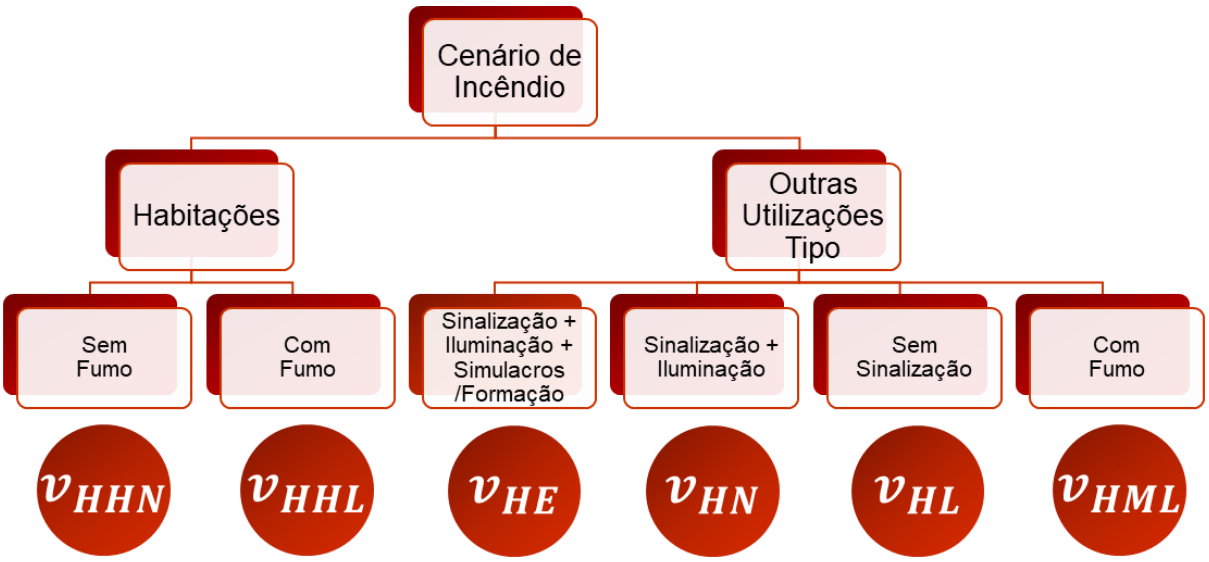


Fig. 3.6 – Velocidades de evacuação do cenário de incêndio

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

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio com sinalização e iluminação de emergência. A velocidade v_{HN} é calculada através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.23.

$$v_{HN} = \frac{112 \times Da^4 - 338 \times Da^3 + 434 \times Da^2 - 217 \times Da + 57}{60} \quad (3.23)$$

Em que:

- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s);
- Da – Densidade adimensional (m^2/m^2), definida pela equação 3.24.

$$Da = \frac{0{,}125 \times Efetivo}{A_{CI}} \quad (3.24)$$

Em que:

- Da – Densidade adimensional (m^2/m^2);
- $Efetivo$ – Número de ocupantes do cenário de incêndio;
- A_{CI} – Área do cenário de incêndio (m^2).

Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência (v_{HE})

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros e ações de formação por parte dos ocupantes do edifício. A velocidade v_{HE} é calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.25.

$$v_{HE} = (1{,}49 - 0{,}36 \times Da) \times v_{HN} \quad (3.25)$$

Em que:

- v_{HE} – Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência (m/s);
- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s);
- Da – Densidade adimensional (m^2/m^2), definida pela equação 3.24.

Velocidade horizontal para condições de movimento lento (v_{HL})

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio em que não haja qualquer tipo de sinalização de emergência; equação 3.26.

$$v_{HL} = 0{,}50 \times v_{HN} \quad (3.26)$$

Em que:

- v_{HL} – Velocidade horizontal para condições de movimento lento (m/s);
- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento (v_{HML})

Poderá ocorrer a situação em que o fumo proveniente do incêndio seja tal que os ocupantes tenham sérias dificuldades em evacuar o espaço em que se encontram, muitas das vezes tendo de percorrer o percurso a gatinhar ou até mesmo a rastejar – Figura 3.7.

Assim, no método proposto, caso o fumo no cenário de incêndio não possibilite aos ocupantes uma evacuação eficaz, a velocidade de deslocamento reduz-se em 90%, e é calculada pela equação 3.27.

$$v_{HML} = 0{,}10 \times v_{HN} \tag{3.27}$$

Em que:

- v_{HML} – Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento (m/s);
- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade horizontal para condições normais de movimento em habitações (v_{HHN})

No caso da UT I (Habitação), foi definida a velocidade horizontal normal para habitações (v_{HHN}) como a velocidade a utilizar no cálculo do Risco de Incêndio pois trata-se de uma UT em que os utilizadores tem um conhecimento elevado sobre a localização das saídas do CI e transpõem essa confiança na sua velocidade de evacuação. Assim, no método proposto, para habitações a velocidade de deslocamento aumenta-se em 20% (valor definido pelo autor), e é calculada pela equação 3.28.

$$v_{HHN} = 1{,}20 \times v_{HN} \tag{3.28}$$

Em que:

- v_{HHN} – Velocidade horizontal normal para habitações (m/s);
- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s).

Velocidade horizontal para condições de movimento lento em habitações (v_{HHL})

De forma semelhante às restantes Utilizações-Tipo, os ocupantes das habitações podem, também, serem atingidos pelo fumo que se encontra no local, pelo que percorrem o caminho a uma velocidade mais lenta do que a normal. Pelo facto de os ocupantes conhecerem o local a evacuar, esta velocidade é definida como 2/3 da v_{HHN} e é calculada através da equação 3.29.

$$v_{HHL} = 0{,}40 \times v_{HN} \tag{3.29}$$

Em que:

- v_{HHL} – Velocidade horizontal lenta para habitações (m/s);
- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento (m/s).

Desta forma, definida a velocidade e a distância a percorrer, o tempo de percurso com fumo é calculado através da equação 3.22.

Tempo de Percurso Corrigido $\left(t_{Per\ CI_{corrigido}}\right)$

Como explicado anteriormente, o tempo de percurso do método CHICHORRO 3.0 tem em consideração as consequências do fumo no atrasar da velocidade de percurso. Este tempo de percurso – $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – é obtido através da sequência de cálculo apresentado na Figura 3.7 e que tem como base o tempo de evacuação do cenário não considerando os efeitos do fumo $(t_{Ev\ CI})$ – equação 3.21 – e o tempo limite de fumo no cenário de incêndio definido no subcapítulo 3.5.2.11.

$$t_{Ev\ CI} = t_{Det} + t_{Per\ CI} + t_{Av} \tag{3.21}$$

Em que:

- $t_{Ev\ CI}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio (s);
- t_{Det} – Tempo de deteção de incêndio (s);
- $t_{Per\ CI}$ – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio (s);
- t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s).

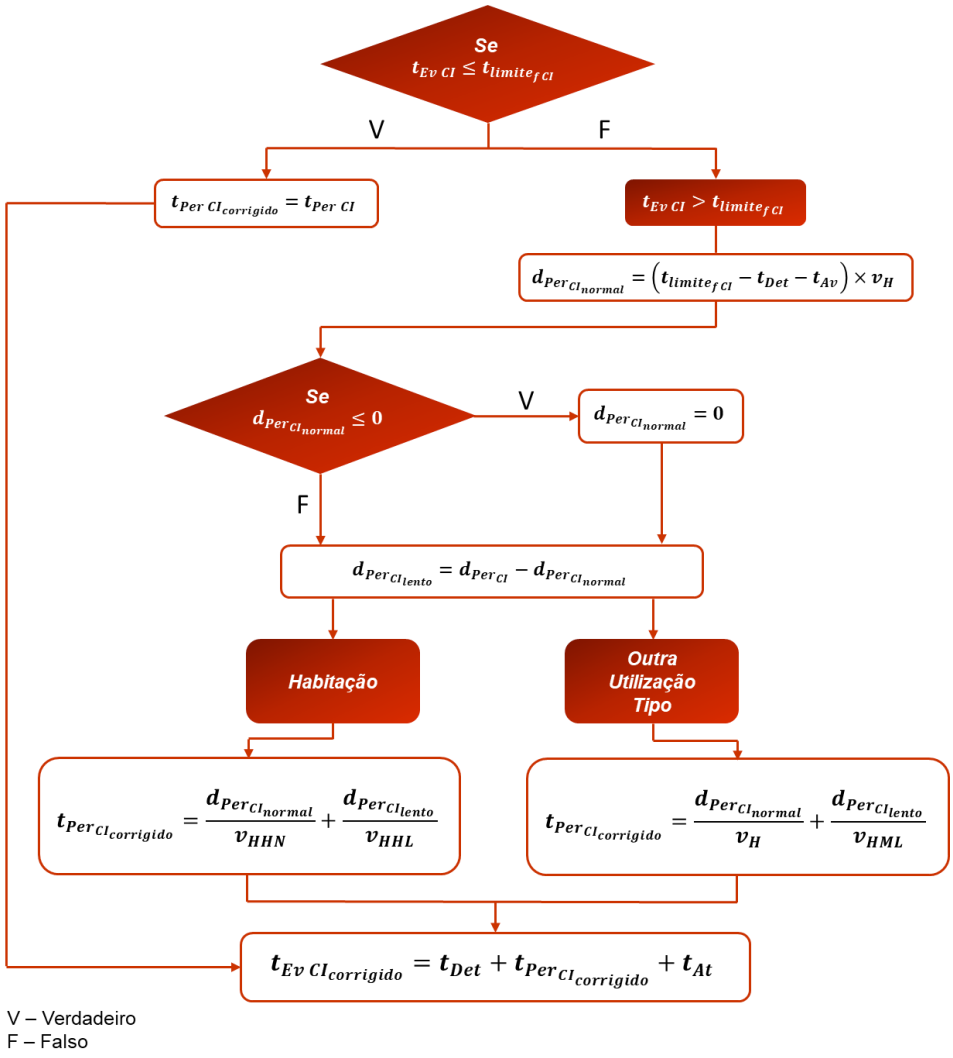


Fig. 3.7 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido do cenário de incêndio

Resumidamente, é feita uma primeira comparação entre o tempo de evacuação (calculado em 3.5.2.6) e o tempo limite de fumo (calculado em 3.5.2.10). Caso o tempo de evacuação seja inferior ou igual ao tempo limite de fumo significa que o fumo não chegou a afetar a velocidade de evacuação, pelo que o tempo de evacuação não sofre alterações.

Caso a condição anterior não se verifique significa que os ocupantes fazem uma parte inicial do percurso a uma velocidade dita normal definida segundo o esquema da figura 3.7 (sem serem afetados pelo fumo) e o restante trajeto a uma velocidade muito lenta (afetados pelo fumo). Assim sendo, é calculado a distância de percurso do cenário de incêndio a uma velocidade horizontal "normal". Esta distância poderá ser negativa (em termos matemáticos) caso a soma do tempo de deteção com o tempo de atravessamento seja superior ao tempo limite de fumo. Se assim for, essa distância será nula.

Em seguida, independentemente da utilização-tipo do edifício, é calculado a distância em movimento muito lento que mais não é que a diferença entre a distância de percurso total e a distância de percurso a velocidade "normal".

O tempo de percurso corrigido é então a soma dos tempos de percurso a velocidade "normal" e a velocidade muito lenta, sabendo que o tempo é o quociente entre a distância percorrida e a velocidade correspondente. Estas velocidades diferem entre habitações e restantes utilizações tipo.

Assim, estão reunidas todas as condições para o cálculo do tempo de evacuação corrigido.

Tempo de Atravessamento (t_{Av})

O tempo de atravessamento dos vãos é dado pela equação 3.30.

$$t_{Av} = \frac{Efetivo}{v_H \times Ls} \tag{3.30}$$

Em que:

- t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s);
- $Efetivo$ – Número de ocupantes do cenário de incêndio;
- v_H – Velocidade horizontal de evacuação do cenário de incêndio (m/s);
- Ls – Somatório da largura das várias saídas do cenário de incêndio (m).

Relativamente ao cálculo do tempo de atravessamento dos vãos é admitido que os ocupantes se distribuem pelas diferentes saídas, proporcionalmente à largura destas. Considera-se, ainda, que as vias de evacuação conseguem acomodar as pessoas que deixam o cenário de incêndio, não havendo bloqueamento das saídas.

O cálculo das unidades de passagem e o somatório da largura das saídas é calculado segundo a Portaria nº 1532/2008 [1], Quadro 3.17 e Quadro 3.18.

Quadro 3.17 – UP's do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria 1532/2008 [1]

Efetivo	UP
$1 - 50$	1
$51 - 500$	$\frac{Efetivo}{100} + 1$
> 500	$\frac{Efetivo}{100}$

Quadro 3.18 – Largura das saídas do cenário de incêndio, de acordo com a Portaria 1532/2008 [1]

UP	Ls
1	0,9
2	1,4
3	1,8
> 3	$UP \times 0{,}6$

Tempo de Evacuação Corrigido $\left(t_{Ev\ CI_{corrigido}}\right)$

Em suma, o tempo de evacuação corrigido segue o mesmo princípio do $t_{Ev\ CI}$ (equação 3.21) exceto que o tempo de percurso tem, agora, em consideração o resultado do fumo presente no cenário de incêndio – $t_{Per\ CI_{corrigido}}$. Através da equação 3.31 é calculado o tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido.

$$t_{Ev\ CI_{corrigido}} = t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}} + t_{Av} \tag{3.31}$$

Em que:

- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s);
- t_{Det} – Tempo de deteção de incêndio (s);
- $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de percurso do cenário de incêndio corrigido (s);
- t_{Av} – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s).

3.5.2.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIP}

Conforme mencionado anteriormente, o valor do fator parcial CPI_{CIP} resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação dos locais. Este contempla, assim, o perigo e a exposição relativos à potência produzida, no cenário de incêndio.

Através do quociente entre o tempo limite de exposição à potência calorífica e o tempo de evacuação do cenário de incêndio (equação 3.32), é estabelecida uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator CPI_{CIP}, Quadro 3.19.

$$R_{CIP} = \frac{t_{limite}}{t_{Ev\ CI_{corrigido}}} \tag{3.32}$$

Em que:

- R_{CIP} – Razão entre o tempo limite de exposição à potência calorífica e o tempo de evacuação do cenário de incêndio;
- t_{limite} – Tempo necessário para ser libertada a potência calorífica limite (s);
- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s).

Quadro 3.19 – Valores do fator CPI_{CIP}

R_{CIP}	Fator
$]0 - 0{,}50]$	1,40
$]0{,}50 - 1{,}00]$	1,20
$]1{,}00 - 2{,}00]$	1,00
$]2{,}00 - 3{,}00]$	0,90
$]3{,}00 - 4{,}00]$	0,80
$]4{,}00 - 6{,}00]$	0,70
$]6{,}00 - 9{,}00]$	0,60
$> 9{,}00$	0,50

3.5.2.8. Produção De Fumo No Cenário De Incêndio

A partir do conhecimento da potência calorífica libertada no decorrer do incêndio é possível estimar o caudal mássico de fumo. No método CHICHORRO 3.0, a metodologia adotada para o cálculo da produção de fumo consta da NFPA 92 [36].

O caudal mássico de fumo é, assim, obtido através da equação 3.33.

$$m = \left(Z^{\frac{5}{3}} \times 0{,}071 \times {Q_c}^{\frac{1}{3}}\right) + 0{,}0018 \times Q_c \tag{3.33}$$

Em que:

- m – Caudal mássico de fumo (kg/s);
- Z – Distância acima da base da fonte de calor a que se encontra a interface entre a camada quente e a fria (2 m);
- Q_c – Potência calorífica convectada (70% da potência calorífica total).

Considera-se que a potência convectada é 70% da potência calorífica total.

A partir do caudal mássico é possível conhecer, em cada instante, a temperatura a que se encontra a camada de fumo. Esta pode ser calculada através da equação 3.34:

$$T = T_0 + \frac{Q_c}{m \times C_p} \tag{3.34}$$

Em que:

- T – Temperatura da camada de fumo (ºC);
- T_0 – Temperatura ambiente (20 ºC);
- Q_c – Potência convectada (kW);
- m – Caudal mássico de fumo (kg/s);
- C_p – Calor específico dos gases (1,0 kJ/kgºC).

Sabendo que a massa volúmica do fumo varia consoante a temperatura, em cada instante, esta é obtida através da equação 3.35:

$$\rho_f = \frac{P_{atm}}{R \times (273{,}15 + T)} \tag{3.35}$$

Em que:

- ρ_f – Massa volúmica do fumo (kg/m^3);
- P_{atm} – Pressão atmosférica (1,01325 × 10^5 Pa);
- R – Constate do gás (287);
- T – Temperatura da camada de fumo (ºC).

Conhecido o caudal mássico de fumo e a respetiva massa volúmica, é possível determinar o caudal volúmico, através da equação 3.36.

$$V = \frac{m}{\rho_f} \tag{3.36}$$

Em que:

- V – Caudal volúmico de fumo (m^3/s);
- m – Caudal mássico de fumo (kg/s);
- ρ_f – Massa volúmica do fumo (kg/m^3).

O volume de fumo produzido no decorrer do incêndio é obtido através do cálculo do integral do caudal volúmico de fumo ao longo do tempo; equação 3.37.

$$V_f = \int_0^t V \, dt \tag{3.37}$$

Em que:

- V_f – Volume de fumo produzido (m^3);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m^3/s).

3.5.2.9. Sistema De Controlo De Fumo No Cenário De Incêndio

Este descritor traduz a existência ou não de sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio. A sua existência reflete-se nas condições ambientais do local e retarda a passagem de fumo para as vias de evacuação.

No método proposto, são consideradas duas hipóteses: existência de sistema ativo de controlo de fumo ou inexistência deste. Não é considerada a possibilidade de existência de meios passivos de controlo de fumo uma vez que se considera improvável a abertura de janelas por parte dos ocupantes ou equipas de segurança no decurso do incêndio. Ao não ser considerada essa possibilidade, o método CHICHORRO 3.0 encontra-se do lado da segurança.

Relativamente aos sistemas de desenfumagem ativa, e de acordo com o artigo 154º da Portaria 1532/2008 [1], o método proposto considera os seguintes caudais de extração de fumo:

- 1,5 m^3/s para áreas do cenário de incêndio iguais ou inferiores a 100 m^2;
- 2 m^3/s para áreas do cenário de incêndio superiores a 100 m^2.

Assim, nos casos em que o cenário de incêndio possui meios ativos de controlo de fumo, a evolução do volume de fumo acumulado é dada pelo integral da subtração entre o volume de fumo produzido e o volume de fumo extraído desde o instante t_{ext}; equação 3.38.

$$V_{f\,com\,ext\,CI} = \int_{t_{ext}}^{t} V - V_{ext\,CI}\,dt \tag{3.38}$$

Em que:

- $V_{f\,com\,ext\,CI}$ – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio com sistema de desenfumagem ativa (m^3);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m^3/s);
- $V_{ext\,CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído (m^3/s);
- t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído $(V_{ext\,CI})$ (s).

O cálculo do volume de fumo acumulado, através da equação 3.38, só é aplicado a partir do instante em que se verifica um caudal volúmico de fumo produzido superior ao caudal volúmico de fumo extraído (t_{ext}). Enquanto tal condição não se verificar, considera-se que todo o volume fumo produzido está a ser extraído; equação 3.39.

$$V_{f\,com\,ext\,CI} = 0 \qquad [0 - t_{ext}] \tag{3.39}$$

Em que:

- $V_{f\,com\,ext\,CI}$ – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio com sistema de desenfumagem ativa (m^3);
- t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído $(V_{ext\,CI})$ (s).

3.5.2.10. Definição Do Volume Limite De Fumo No Cenário De Incêndio

Definida a produção de fumo no cenário de incêndio, é necessário estabelecer um critério para a definição de um limite de volume de fumo acumulado. Esse limite deve ser compatível com a presença humana e garantir condições ambientais que permitam a realização da evacuação do cenário de incêndio.

Desta forma, no método proposto, o critério adotado é a manutenção de uma camada livre de fumo de 2 metros, Figura 3.8.

Deste resulta que o volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio seja definido pela equação 3.40.

$$V_{f\ limite\ CI} = A_{CI} \times (h - 2) \tag{3.40}$$

Em que:

- $V_{f\ limite\ CI}$ – Volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio (m^3);
- A_{CI} – Área do cenário de incêndio (m^2);
- h – Pé direito do cenário de incêndio (m).



Fig. 3.8 – Camada livre de fumo de 2 metros

3.5.2.11. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo No Cenário De Incêndio

O tempo limite de fumo no cenário de incêndio – $t_{limite_{f\ CI}}$ – corresponde ao instante em que é acumulado, no cenário de incêndio, o volume limite de fumo definido no subcapítulo 3.5.2.10.

Assim, este tempo é calculado igualando a equação 3.37 ou 3.38, consoante haja ou não sistema de desenfumagem ativa, com a equação 3.40 – equação 3.41 e 3.42.

Sem sistema de desenfumagem ativa:

$$V_f = V_{f\,limite\,CI} \tag{3.41}$$

Em que:

- V_f – Volume de fumo produzido (m^3);
- $V_{f\,limite\,CI}$ – Volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio (m^3).

Com sistema de desenfumagem ativa:

$$V_{f\,com\,ext\,CI} = V_{f\,limite\,CI} \tag{3.42}$$

Em que:

- $V_{f\,com\,ext\,CI}$ – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio com sistema de desenfumagem ativa (m^3);
- $V_{f\,limite\,CI}$ – Volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio (m^3).

3.5.2.12. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIF}

Conforme exposto anteriormente, o valor do fator parcial CPI_{CIF} resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação dos locais. Este contempla, assim, o perigo e a exposição relativos à produção de fumo, no cenário de incêndio.

Através do quociente entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação (equação 3.43), é estabelecida uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator CPI_{CIF}, Quadro 3.20.

$$R_{CIF} = \frac{t_{limite\,f\,CI}}{t_{Ev\,CI_{corrigido}}} \tag{3.43}$$

Em que:

- R_{CIF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação do cenário de incêndio;
- $t_{limite\,f\,CI}$ – Tempo limite de fumo no cenário de incêndio (s);
- $t_{Ev\,CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s).

Quadro 3.20 – Valores do fator CPI_{CIF}

R_{CIF}	Fator
$]0 - 0{,}50]$	1,60
$]0{,}50 - 0{,}75]$	1,40
$]0{,}75 - 1{,}00]$	1,20
$]1{,}00 - 1{,}25]$	1,00
$]1{,}25 - 1{,}50]$	0,90
$]1{,}50 - 2{,}00]$	0,80
$]2{,}00 - 3{,}00]$	0,70
$]3{,}00 - 4{,}00]$	0,60
$> 4{,}00$	0,50

Na atribuição de valores a este fator é tido em consideração que a exposição ao fumo é mais gravosa do que a exposição à potência calorífica devido à toxicidade dos gases presentes no fumo. Segundo um estudo estatístico de 2017, realizado no Reino Unido, as causas de morte em incêndios urbanos devem-se em 38% dos casos exclusivamente à inalação de gases, 25% devido apenas a queimaduras e 16% devido a queimaduras e inalação de gases, [43].

Da análise do Quadro 3.20, constata-se que o CPI_{CIF} assume como valor máximo 1,60 enquanto o CPI_{CIP} pode apenas tomar um valor máximo de 1,40, Quadro 3.19.

3.5.2.13. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{CIMR}

Os materiais de revestimento do cenário de incêndio podem aumentar o perigo potencial do incêndio se não for assegurada uma qualificação mínima.

A legislação em vigor estabelece, com exceção da UT I, a qualificação mínima a que devem obedecer os materiais de revestimento do cenário de incêndio, para cada local de risco. No entanto, dado que essa qualificação mínima foi estabelecida para edifícios novos, esta não foi considerada no método agora proposto. Isto porque a legislação atual é bastante mais exigente no que concerne à qualificação mínima de reação ao fogo dos materiais de revestimento do que a legislação que vigorava antes de 2008. A consideração destas qualificações mínimas, no método CHICHORRO 3.0, implicaria um agravamento excessivo do Risco de Incêndio dos edifícios construídos antes desse ano.

Assim foram admitidas, para os tetos, paredes e pavimentos do cenário de incêndio, qualificações mínimas menos exigentes de reação ao fogo dos materiais de revestimento, Quadros 3.21 e 3.22.

Quadro 3.21 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes do cenário de incêndio

Locais	A	B	C	D, E e F
Classes exigidas	D-s2 d2	A2-s1 d0	A1	A1
Classes admitidas	D-s2 d2	B-s1 d0	B-s1 d0	B-s1 d0

Quadro 3.22 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos do cenário de incêndio

Locais	A	B	C	D, E e F
Classes exigidas	E_{FL}-s2	C_{F}-s2	$A1_{FL}$	C_{FL}-s2
Classes admitidas	E_{FL}-s2	C_{FL}-s2	B_{FL}-s1	C_{FL}-s2

Como tal, os descritores considerados no fator CPI_{CIMR} são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite.

Os valores do fator CPI_{CIMR} são apresentados no Quadro 3.23.

Quadro 3.23 – Valores do fator CPI_{CIMR}

	Teto/Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,90	0,90
Respeita classes admitidas	1,00	1,00
≤ 1 Classe	1,10	1,05
> 1 Classe	1,30	1,10

O valor do fator CPI_{CIMR} resulta do máximo das três combinações; equação 3.44. Por exemplo, quando o teto e as paredes não respeitam as classes admitidas por mais que 1 classe e o pavimento respeita as classes admitidas, o valor do fator é 1,30.

$$CPI_{CIMR} = max\left\{CPI_{CIMR_{Teto/Paredes}}, CPI_{CIMR_{Pavimento}}\right\} \quad (3.44)$$

Em que:

- CPI_{CIMR} – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo dos materiais de revestimento no cenário de incêndio;
- $CPI_{CIMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do teto e das paredes no cenário de incêndio;

- $CPI_{CIMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do pavimento no cenário de incêndio.

O teto é o elemento construtivo com maior importância no caso de incêndio, pelo que os seus materiais de revestimento devem garantir uma reação fogo que permita a evacuação segura dos ocupantes do edifício. Assim, no Quadro 3.22, uma variação de classes de reação ao fogo para os tetos ou paredes conduz a maiores valores do fator CPI_{CIMR} relativamente aos valores assumidos para uma variação de classes de reação ao fogo das paredes.

3.5.3. CENÁRIO 2 – CENÁRIO DE INCÊNDIO (CI) + VIA HORIZONTAL DE EVACUAÇÃO (VHE)

Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associadas Às Vias Horizontais De Evacuação (CPI_{VHE})

3.5.3.1. Introdução

De acordo com Correia [27], as consequências de incêndio associadas às vias horizontais de evacuação resultam de uma relação entre o perigo potencial, em caso de incêndio, e a exposição a esse perigo por parte dos ocupantes do edifício.

Tudo o que foi referido referente ao cenário de incêndio (CI) é também tido em conta neste fator parcial visto que o cenário de incêndio está diretamente relacionado com a via de evacuação através de fatores como a produção de fumo, efetivo, tempo de evacuação, entre outras. Assim sendo, muitas das variáveis calculadas no cenário de incêndio são necessárias para a formulação das equações e modelos de cálculo das vias horizontais de evacuação.

Nas vias horizontais de evacuação assume-se que a quantidade de carga de incêndio existente é de tal forma reduzida que o incêndio nunca deflagrará neste local. Assim, a potência calorífica libertada deixa de ser um fator de perigo.

O perigo nas vias horizontais de evacuação resulta então, da passagem de fumo do cenário de incêndio para estas e da reação ao fogo dos materiais de revestimento.

Porém, uma vez que se considera que o incêndio não pode ter início nas VHE, a possível contribuição dos materiais de revestimento, para as consequências do incêndio, está fortemente dependente da passagem de fumo do cenário de incêndio para as vias horizontais de evacuação.

O fator CPI_{VHE} resulta, assim, de uma ponderação entre o fumo e os materiais de revestimento. O fumo tem um peso duas vezes superior em relação à reação ao fogo dos materiais de revestimento; equação 3.45.

$$CPI_{VHE} = \frac{\left(2 \times CPI_{VHEF_{corrigido}} + CPI_{VHEMR}\right)}{3} \tag{3.45}$$

Em que:

- CPI_{VHE} – Consequências parciais de incêndio nas VHE;
- $CPI_{VHEF_{corrigido}}$ – Consequências parciais de incêndio associadas ao fumo nas VHE, devidamente corrigido;

- CPI_{VHEMR} – Consequências parciais de incêndio associadas à reação ao fogo dos materiais de revestimento nas VHE.

3.5.3.2. Quantificação Do Volume De Fumo Escoado Do Cenário De Incêndio Para As VHE

Para quantificar a passagem de fumo do cenário de incêndio para as vias horizontais de evacuação é fundamental estabelecer o momento em que se inicia essa passagem, $t_{0_{VHE}}$.

Para que a passagem de fumo se verifique é necessário que a porta do cenário de incêndio se encontre aberta e que a camada de fumo esteja abaixo do lintel da porta, que se considera ter uma altura de 2 metros.

Assim, o instante de início da passagem de fumo para as VHE, $t_{0_{VHE}}$, é dado pelo máximo entre a soma do tempo de deteção com o tempo de percurso no cenário de incêndio devidamente corrigido (calculados no subcapítulo 3.5.2.6) e o tempo limite de fumo do cenário de incêndio (calculado na secção 3.5.2.11); equação 3.46.

$$t_{0\ VHE} = máx\left\{\left(t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}}\right), t_{limite_{f\ CI}}\right\} \tag{3.46}$$

Em que:

- $t_{0\ VHE}$ – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação (s);
- $\left(t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}}\right)$ – Soma do tempo de deteção com o tempo de percurso no cenário de incêndio devidamente corrigido (s);
- $t_{limite_{f\ CI}}$ – Tempo necessário para a camada de fumo descer abaixo do lintel, situado a 2 metros de altura (s).

Considera-se que todo o fumo produzido, após o instante $t_{0_{VHE}}$, é escoado do cenário de incêndio para as VHE.

Nos casos em que não existe sistema ativo de controlo de fumo, o caudal de escoamento é igual, em cada instante, ao caudal volúmico de fumo produzido no cenário de incêndio. Nos casos em que existe sistema de desenfumagem ativa, o caudal de escoamento é igual, em cada instante, ao caudal volúmico de fumo produzido menos o caudal de extração.

3.5.3.3. Definição Do Volume Limite De Fumo Nas VHE

Na formulação do método MARIEE, não se considera a possibilidade de existência de sistemas ativos de controlo de fumo nas vias horizontais de evacuação e no método CHICHORRO 3.0 também se faz essa consideração.

Nas vias horizontais de evacuação admite-se, tal como no cenário de incêndio, que o critério que garante condições ambientais compatíveis com a realização da evacuação é a manutenção de uma camada livre de fumo de 2 metros.

Assim, o volume de fumo limite que se pode acumular nas VHE é dado pela equação 3.48.

$$A_{VHE} = l_{VHE} \times b_{VHE} \tag{3.47}$$

$$V_{f\ limite\ _{VHE}} = A_{VHE} \times (h - 2) \tag{3.48}$$

Em que:

- A_{VHE} – Área da VHE (m^2);
- l_{VHE} – Comprimento da VHE (m);
- b_{VHE} – Largura da VHE (m);
- $V_{f\ limite\ _{VHE}}$ – Volume de fumo limite nas VHE (m^3);
- h – Pé direito da VHE (m).

3.5.3.4. Definição Do Tempo De Tolerância Nas VHE

O tempo de tolerância traduz o tempo entre a saída do último ocupante do cenário de incêndio até ao instante em que o fumo inicia a sua passagem do cenário de incêndio para a VHE. Considera-se apenas nos casos em que no instante da saída do último ocupante do cenário de incêndio, a camada de fumo ainda não passou do lintel da porta. Este tempo é obtido através da equação 3.49.

$$t_{tolerância} = t_{limite_{f\ CI}} - t_{Ev\ CI_{corrigido}} \tag{3.49}$$

Em que:

- $t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s);
- $t_{limite_{f\ CI}}$ – Tempo limite de fumo no cenário de incêndio (s);
- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s).

3.5.3.5. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo Nas VHE

O tempo associado ao volume limite de fumo nas VHE é obtido através da sequência de cálculo apresentada na Figura 3.9.

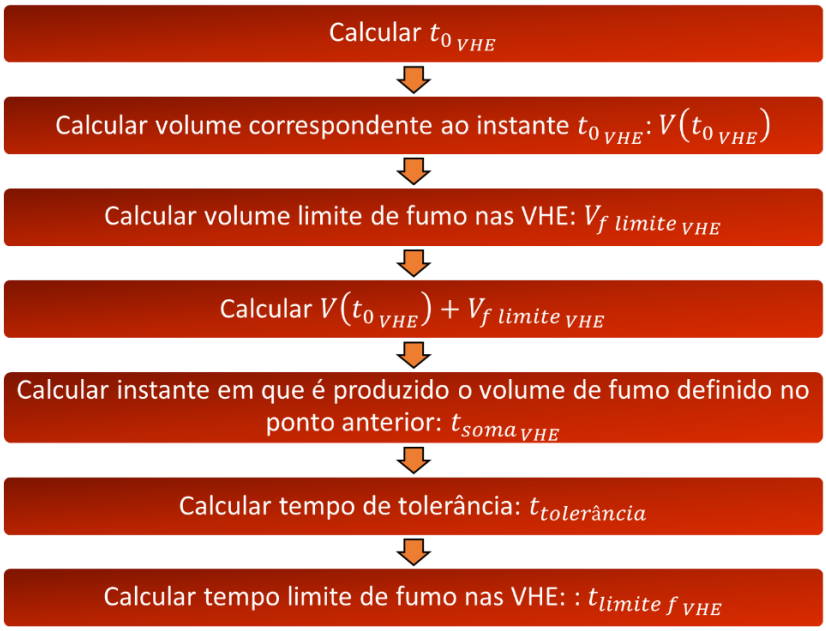


Fig. 3.9 – Sequência de cálculo para obtenção de tempo limite de fumo nas VHE

De seguida, é feita uma explicação detalhada de cada um dos passos:

Calcular $t_{0\ VHE}$

O instante de início da passagem de fumo para as VHE, $t_{0\ VHE}$, é dado pelo máximo entre a soma do tempo de deteção com o tempo de percurso, no cenário de incêndio, e o tempo limite de fumo do cenário de incêndio; equação 3.46.

Calcular volume correspondente ao instante $t_{0\ VHE}$: $V(t_{0\ VHE})$

Para a definição do tempo limite de fumo nas VHE é fundamental conhecer o volume de fumo produzido no instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VHE, $V(t_{0\ VHE})$. Este volume é obtido através da equação 3.37, nos casos em que não existe sistema ativo de controlo de fumo ou através da equação 3.38, nos casos em que há sistema de desenfumagem ativa.

Calcular volume limite de fumo nas VHE: $V_{f\ limite\ VHE}$

O volume de fumo limite que se pode acumular nas VHE é dado pela equação 3.48.

Calcular $V(t_{0\ VHE}) + V_{f\ limite\ VHE}$

Este volume resulta da soma dos volumes definidos nos 2 passos anteriores; equação 3.50.

$$V_{f\ soma\ VHE} = V(t_{0\ VHE}) + V_{f\ limite\ VHE} \tag{3.50}$$

Em que:

- $V_{f\ soma\ VHE}$ – Volume de fumo limite que se pode acumular no CI e nas VHE (m^3);
- $V(t_{0\ VHE})$ – Volume de fumo correspondente ao instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VHE (m^3);
- $V_{f\ limite\ VHE}$ – Volume de fumo limite nas VHE (m^3).

Calcular instante em que é produzido o volume de fumo definido no ponto anterior: $t_{soma_{VHE}}$

Este tempo é calculado igualando a equação 3.37 ou 3.38, consoante haja ou não sistema de desenfumagem ativa, com a equação 3.50.

Calcular tempo de tolerância: $t_{tolerância}$

O tempo de tolerância é obtido através da equação 3.49.

Calcular tempo limite de fumo nas VHE: $t_{limite\ f\ VHE}$

O tempo limite de fumo nas VHE resulta da equação 3.51.

$$t_{limite_{f\ VHE}} = t_{soma\ VHE} - t_{0\ VHE} - t_{Av} + t_{tolerância} \quad (3.51)$$

Em que:

- $t_{limite_{f\ VHE}}$ – Tempo limite de fumo nas VHE (s);
- $t_{soma\ VHE}$ – Tempo em que é produzida a soma dos volumes $V(t_{0_{VHE}}) + V_{f\ limite_{VHE}}$ (s);
- $t_{0\ VHE}$ – Tempo de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para as VHE (s);
- t_{Av} – Tempo de atravessamento dos vãos no cenário de incêndio (s);
- $t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s).

O tempo limite de fumo nas VHE – $t_{limite_{f\ VHE}}$ – mais não é que o tempo necessário para se formar a camada de fumo acima do lintel da porta da VHE desde o instante de passagem do fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação.

É importante referir que este tempo pode assumir valores negativos nos casos em que, aquando da saída da última pessoa do cenário de incêndio, já se encontra formada uma camada de fumo abaixo do lintel da porta da via horizontal de evacuação (VHE).

3.5.3.6. Definição De Tempo De Evacuação Das VHE

O tempo de evacuação nas vias horizontais de evacuação traduz o tempo necessário para os ocupantes percorrem as mesmas. Considera-se que a evacuação nas VHE se dá em fila indiana, não se tendo considerado um tempo de atravessamento das saídas.

Velocidades Horizontais de Evacuação

O cálculo das velocidades de evacuação, representado na Figura 3.10, é análogo ao descrito no subcapítulo 3.5.2.6. No entanto, dado que se considera que a evacuação nas VHE é realizada em fila indiana, o valor considerado para densidade adimensional é igual a 0,125 m^2/m^2; equação 3.52.

$$v_{HN} = \frac{112 \times 0{,}125^4 - 338 \times 0{,}125^3 + 434 \times 0{,}125^2 - 217 \times 0{,}125 + 57}{60} \cong 0{,}60 \quad (3.52a)$$

$$v_{HE} = (1{,}49 - 0{,}36 \times 0{,}125) \times v_{HN} = 1{,}445 \times v_{HN} \quad (3.52b)$$

$$v_{HL} = 0{,}50 \times v_{HN} \quad (3.52c)$$

$$v_{HML} = 0{,}10 \times v_{HN} \quad (3.52d)$$

Em que:

- v_{HN} – Velocidade horizontal para condições normais de movimento nas VHE (m/s);
- v_{HE} – Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência (m/s);
- v_{HL} – Velocidade horizontal para condições de movimento lento (m/s);
- v_{HML} – Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento (m/s).



Fig. 3.10 – Velocidades de evacuação das vias horizontais de evacuação

Tempo de Evacuação $\left(t_{Ev\ VHE}\right)$

O tempo de evacuação nas VHE é calculado pela equação 3.53.

$$t_{Ev\ VHE} = \frac{d_{Per\ VHE}}{v_H} \tag{3.53}$$

Em que:

- $t_{Ev\ VHE}$ – Tempo de evacuação da VHE sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s);
- $d_{Per\ VHE}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VHE (m);
- v_H – Velocidade horizontal de evacuação tendo em conta a figura 3.11, a velocidade normal nas VHE (equação 3.52) e as restantes velocidades definidas na secção 3.5.2.6 (m/s).

A distância percorrida pelos ocupantes na VHE – $d_{Per\ VHE}$ – é definida como sendo o próprio comprimento da via – l_{VHE}

O tempo de evacuação das vias horizontais de evacuação, definido no modelo CHICHORRO 2.0 e de forma análoga ao descrito no subcapítulo 3.5.2.6, não tem em conta as consequências que o fumo pode ter na velocidades de movimento dos ocupantes nas VHE e, como consequência, no tempo de evacuação.

Tempo de Evacuação Corrigido $\left(t_{Ev\ VHE_{corrigido}}\right)$

O método CHICHORRO 3.0 corrige este tempo de evacuação de forma a ter em conta o efeito retardador do fumo na velocidade. Este tempo de evacuação corrigido – $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – é obtido através da sequência de cálculo apresentado na Figura 3.11 e que tem como base o tempo de evacuação das vias horizontais não considerando os efeitos do fumo $\left(t_{Ev_{VHE}}\right)$ – equação 3.53 – e o tempo limite de fumo nas vias horizontais de evacuação $\left(t_{limite_{f\ VHE}}\right)$ – equação 3.51.

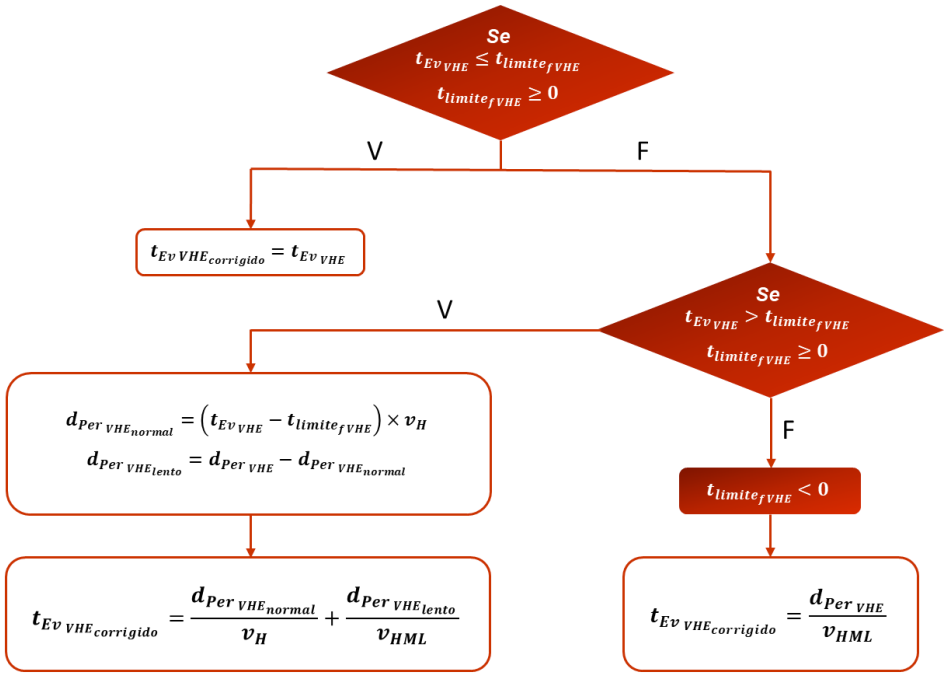


Fig. 3.11 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação

Resumidamente, é feita uma primeira comparação entre o tempo de evacuação (equação 3.53) e o tempo limite de fumo (equação 3.52). Caso o tempo de evacuação seja inferior ou igual ao tempo limite de fumo e o tempo limite seja positivo significa que o fumo não chegou a afetar a velocidade de evacuação nas vias horizontais de evacuação, pelo que o tempo de evacuação corrigido é o próprio tempo de evacuação.

Caso o tempo de evacuação seja superior ao tempo limite de fumo e o tempo limite seja positivo significa que os ocupantes fazem uma parte inicial do percurso a uma velocidade dita normal definida segundo o esquema da Figura 3.10 (sem serem afetados pelo fumo) e o restante trajeto a uma velocidade muito lenta (afetados pelo fumo). Assim sendo, é calculado a distância de percurso das vias horizontais de evacuação a uma velocidade horizontal "normal". Depois, é calculado a distância em movimento muito lento que mais não é que a diferença entre a distância de percurso total na VHE e a distância de percurso a velocidade "normal". O tempo de evacuação corrigido é então a soma dos tempos de percurso a velocidade "normal" e a velocidade muito lenta, sabendo que o tempo é a quociente entre a distância percorrida e a velocidade correspondente.

Se o tempo limite de fumo nas VHE for negativo quer dizer que os ocupantes percorrem toda a via horizontal sob a influência do fumo, isto é, toda a via é percorrida a velocidade muito lenta. Neste caso, o tempo de evacuação corrigido é o quociente entre a distância total a percorrer e a velocidade horizontal muito lenta.

3.5.3.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VHEF}

Conforme anteriormente exposto, o valor do fator parcial CPI_{VHEF} resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação a percorrer nas vias horizontais. Este contempla, assim, o perigo e a exposição relativos à presença de fumo, nas vias horizontais de evacuação.

Através do quociente entre o tempo limite de fumo e o tempo de evacuação (equação 3.54), é estabelecida uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator CPI_{VHEF}, Quadro 3.24.

$$R_{VHEF} = \frac{t_{limite_{f\,VHE}}}{t_{Ev\,VHE_{corrigido}}} \tag{3.54}$$

Em que:

- R_{VHEF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias horizontais de evacuação;
- $t_{limite_{f\,VHE}}$ – Tempo limite de fumo nas vias horizontais de evacuação (s);
- $t_{Ev\,VHE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação (s).

Quadro 3.24 – Valores do fator CPI_{VHEF}

R_{VHEF}	Fator	Fator Corrigido
≤ 0	1,60	1,18
$]0{,}00 - 0{,}10]$	1,50	1,15
$]0{,}10 - 0{,}25]$	1,40	1,12
$]0{,}25 - 0{,}50]$	1,30	1,09
$]0{,}50 - 0{,}75]$	1,20	1,06
$]0{,}75 - 1{,}00]$	1,10	1,03
$]1{,}00 - 2{,}00]$	1,00	1,00
$]2{,}00 - 3{,}00]$	0,90	0,97
$> 3{,}00$	0,80	0,94

Porém, na atribuição de valores a este fator é necessário considerar que a exposição ao fumo, no cenário de incêndio, é mais gravosa do que nas VHE. Os valores do Método CHICHORRO são corrigidos, pela equação 3.55, para valores do Método CHICHORRO 3.0 atendendo não só ao aspeto referido mas também aos vários cálculos entretanto efetuados e da sensibilidade segundo Ferreira [3].

$$CPI_{VHEF_{corrigido}} = 1 + (CPI_{VHEF} - 1) \times 0{,}30 \tag{3.55}$$

Em que:

- $CPI_{VHEF_{corrigido}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Horizontais de Evacuação, devidamente corrigido;
- CPI_{VHEF} – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Horizontais de Evacuação, sem correção.

3.5.3.8. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VHEMR}

Os materiais de revestimento das vias horizontais de evacuação podem aumentar o perigo potencial do incêndio se não for assegurada uma qualificação mínima.

A legislação em vigor estabelece a qualificação mínima a que devem obedecer os materiais de revestimento das VHE. No entanto, dado que essa qualificação mínima foi estabelecida para edifícios novos, esta não foi considerada no método agora proposto. Isto porque a legislação atual é bastante mais exigente no que toca à qualificação mínima de reação ao fogo dos materiais de revestimento do que a legislação que vigorava antes de 2009. A consideração destas qualificações mínimas, no método CHICHORRO 3.0, implicaria um agravamento excessivo do Risco de Incêndio dos edifícios construídos antes desse ano.

Assim foram admitidas, para os tetos, paredes e pavimentos das VHE, qualificações mínimas menos exigentes de reação ao fogo dos materiais de revestimento, Quadros 3.25 e 3.26.

Quadro 3.25 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes das VHE

Locais	Ao ar livre ou em pisos até 9m de altura	Em pisos entre 9m e 28m	Em pisos acima de 28m
Classes exigidas	C-s3 d1	C-s2 d0	A2-s1 d0
Classes admitidas	C-s2 d1	C-s2 d0	B-s1 d0

Quadro 3.26 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VHE

Locais	Ao ar livre ou em pisos até 9m de altura	Em pisos entre 9m e 28m	Em pisos acima de 28m
Classes exigidas	D_{FL}-s3	C_{FL}-s2	C_{FL}-s1
Classes admitidas	E_{FL}-s2	C_{FL}-s2	C_{FL}-s2

Como tal, os descritores considerados no fator CPI_{VHEMR} são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite.

Os valores do fator CPI_{VHEMR} são apresentados no Quadro 3.27.

Quadro 3.27 – Valores do fator CPI_{VHEMR}

CPI_{VHEMR}	Teto/Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,90	0,90
Respeita classes admitidas	1,00	1,00
≤ 1 Classe	1,10	1,05
> 1 Classe	1,40	1,20

As considerações relativas ao CPI_{VHEMR} são semelhantes àquelas que se fizeram para o CPI_{CIMR}, na secção 3.5.2.13 – equação 3.56.

$$CPI_{VHEMR} = max\left\{CPI_{VHEMR_{Teto/Paredes}}, CPI_{VHEMR_{Pavimento}}\right\} \quad (3.56)$$

Em que:

- CPI_{VHEMR} – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo dos materiais de revestimento na via horizontal de evacuação;
- $CPI_{VHEMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do teto e das paredes na via horizontal de evacuação;
- $CPI_{VHEMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do pavimento na via horizontal de evacuação.

3.5.4. CENÁRIO 3 – CENÁRIO DE INCÊNDIO (CI) + VIA VERTICAL DE EVACUAÇÃO (VVE)

Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Às Vias Verticais De Evacuação (CPI_{VVE})

3.5.4.1. Introdução

As consequências de incêndio associadas às vias verticais de evacuação resultam de uma relação entre o perigo potencial, em caso de incêndio, e a exposição a esse perigo por parte dos ocupantes do edifício.

Nas vias verticais de evacuação assume-se que a quantidade de carga de incêndio existente é de tal forma reduzida que o incêndio nunca deflagrará neste local. Assim, a potência calorífica libertada deixa de ser um fator de perigo.

Tudo o que foi referido referente ao cenário de incêndio (CI) é também tido em conta neste fator parcial visto que o cenário de incêndio está diretamente relacionado com a via de evacuação através de fatores como a produção de fumo, efetivo, tempo de evacuação, entre outras. Assim sendo, muitas das variáveis calculadas no cenário de incêndio são necessárias para a formulação das equações e modelos de cálculo das vias verticais de evacuação.

No método CHICHORRO 3.0 considera-se apenas o caso de não enclausuramento das vias de evacuação. O caso de enclausuramento não é considerado porque se supõem que não há passagem de fumo entre as vias, pelo menos, durante o tempo em que é expectável que se realize a evacuação. Assim, a avaliação da contribuição das vias de evacuação enclausuradas para o Risco de Incêndio torna-se despiciente.

O perigo nas vias verticais de evacuação resulta, então, da passagem de fumo do cenário de incêndio para estas e da reação ao fogo dos materiais de revestimento.

Porém, uma vez que se considera que o incêndio não pode ter início nas VVE, a possível contribuição dos materiais de revestimento, para as consequências do incêndio, está fortemente dependente da passagem de fumo do cenário de incêndio para as vias verticais de evacuação.

O fator CPI_{VVE} resulta, desta forma, de uma ponderação entre o fumo e os materiais de revestimento. O fumo tem o dobro da influência no cálculo do CPI_{VVE} face à reação ao fogo dos materiais de revestimento; equação 3.57.

$$CPI_{VVE} = \frac{2 \times CPI_{VVEF_{corrigido}} + CPI_{VVEMR}}{3} \tag{3.57}$$

Em que:

- CPI_{VVE} – Consequências Parciais de Incêndio – Via Verticais de Evacuação;
- $CPI_{VVEF_{corrigido}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, devidamente corrigido;
- CPI_{VVEMR} – Consequências Parciais de Incêndio – Reação ao fogo dos materiais de revestimento nas VVE.

3.5.4.2. Quantificação Do Volume De Fumo Escoado Do Cenário De Incêndio Para As VVE

Para quantificar a passagem de fumo do cenário de incêndio para as vias verticais de evacuação é fundamental estabelecer o momento em que se inicia essa passagem, $t_{0_{VVE}}$.

Para que a passagem de fumo se verifique é necessário que a porta do cenário de incêndio se encontre aberta e que a camada de fumo esteja abaixo do lintel da porta, que se considera ter uma altura de 2 metros.

Assim, o instante de início da passagem de fumo para as VVE, $t_{0_{VVE}}$, é dado pelo máximo entre a soma do tempo de deteção com o tempo de percurso no cenário de incêndio devidamente corrigido (calculados no subcapítulo 3.5.2.6) e o tempo limite de fumo do cenário de incêndio (calculado na secção 3.5.2.11); equação 3.58.

$$t_{0\ VVE} = máx\left\{\left(t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}}\right), t_{limite_{f\ CI}}\right\} \tag{3.58}$$

Em que:

- $t_{0\ VVE}$ – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via vertical de evacuação (s);
- $\left(t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}}\right)$ – Soma do tempo de deteção com o tempo de percurso no cenário de incêndio devidamente corrigido (s);
- $t_{limite_{f\ CI}}$ – Tempo necessário para a camada de fumo descer abaixo do lintel, situado a 2 metros de altura (s).

Considera-se que todo o fumo produzido, após o instante $t_{0_{VVE}}$, é escoado do cenário de incêndio para as VVE.

Nos casos em que não existe sistema ativo de controlo de fumo, o caudal de escoamento é igual, em cada instante, ao caudal volúmico de fumo produzido no cenário de incêndio. Nos casos em que existe sistema de desenfumagem ativa, o caudal de escoamento é igual, em cada instante, ao caudal volúmico de fumo produzido deduzido o caudal de extração.

3.5.4.3. Sistema De Controlo De Fumo Nas VVE

Este descritor traduz a existência ou não de sistema de controlo de fumo nas vias verticais de evacuação. A sua existência reflete-se nas condições ambientais das mesmas.

No método proposto, são consideradas duas hipóteses: existência de sistema passivo de controlo de fumo ou inexistência deste.

Relativamente ao sistema de desenfumagem passiva, o método CHICHORRO 2.0, considera que este é constituído por uma claraboia, cujo caudal de extração se calcula através da equação 3.61, [36].

$$\Delta P_{IN-OUT}(Z_{CEIL}) = \rho_{AMB} \times g \times (Z_{CEIL} - Z_{LAY}) \times \frac{\left((273{,}15 + T_{LAY}) - (273{,}15 + T_{AMB})\right)}{(273{,}15 + T_{LAY})} \tag{3.59}$$

$$v_{VENT} = 0{,}61 \times \left(2 \times \frac{\Delta P_{IN-OUT}(Z_{CEIL}) \times (273{,}15 + T_{LAY})}{\rho_{AMB} \times (273{,}15 + T_{AMB})}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.60)$$

$$V_{ext_{VVE}} = A_{VENT} \times v_{VENT} \quad (3.61)$$

Em que:

- Z_{CEIL} – Altura da claraboia (m);
- ρ_{AMB} – Densidade do ar à temperatura ambiente (1,2 kg/m^3);
- Z_{LAY} – Altura da camada de fumo (m);
- T_{LAY} – Temperatura da camada de fumo (ºC);
- T_{AMB} – Temperatura ambiente (ºC);
- v_{VENT} – Velocidade média com que se processa a ventilação na claraboia (m/s);
- A_{VENT} – Área da claraboia (m^2);
- $V_{ext_{VVE}}$ – Caudal volúmico de extração de fumo nas VVE (m^3/s);
- g – Aceleração da gravidade (9,81 m/s^2);
- $\Delta P_{IN-OUT}(Z_{CEIL})$ – Diferença de pressão interior e exterior (Pa).

3.5.4.4. Definição Do Volume Limite De Fumo Nas VVE

Para a definição do volume limite de fumo nas vias verticais de evacuação é fundamental conhecer as dimensões das VVE e a posição do cenário incêndio no edifício.

Segundo Correia [27], para o cálculo do valor do fator CPI_{VVE}, definiram-se os seguintes valores:

- Largura da via vertical de evacuação;
- Distância a percorrer na via vertical de evacuação:

$$d_{piso} = 2 \times 2{,}50 + 2 \times 0{,}50 + 4 \times L_{VVE} \quad (3.62)$$

$$d_{Per\ VVE} = d_{piso} \times n^{\underline{o}}\ pisos\ abaixo \quad (3.63)$$

Em que:

- d_{piso} – Distância percorrida por piso (m);
- L_{VVE} – Largura da VVE (m);
- $d_{Per\ VVE}$ – Distância a percorrer nas VVE (m).

A Figura 3.12 representa um esquema com as dimensões consideradas para as VVE.

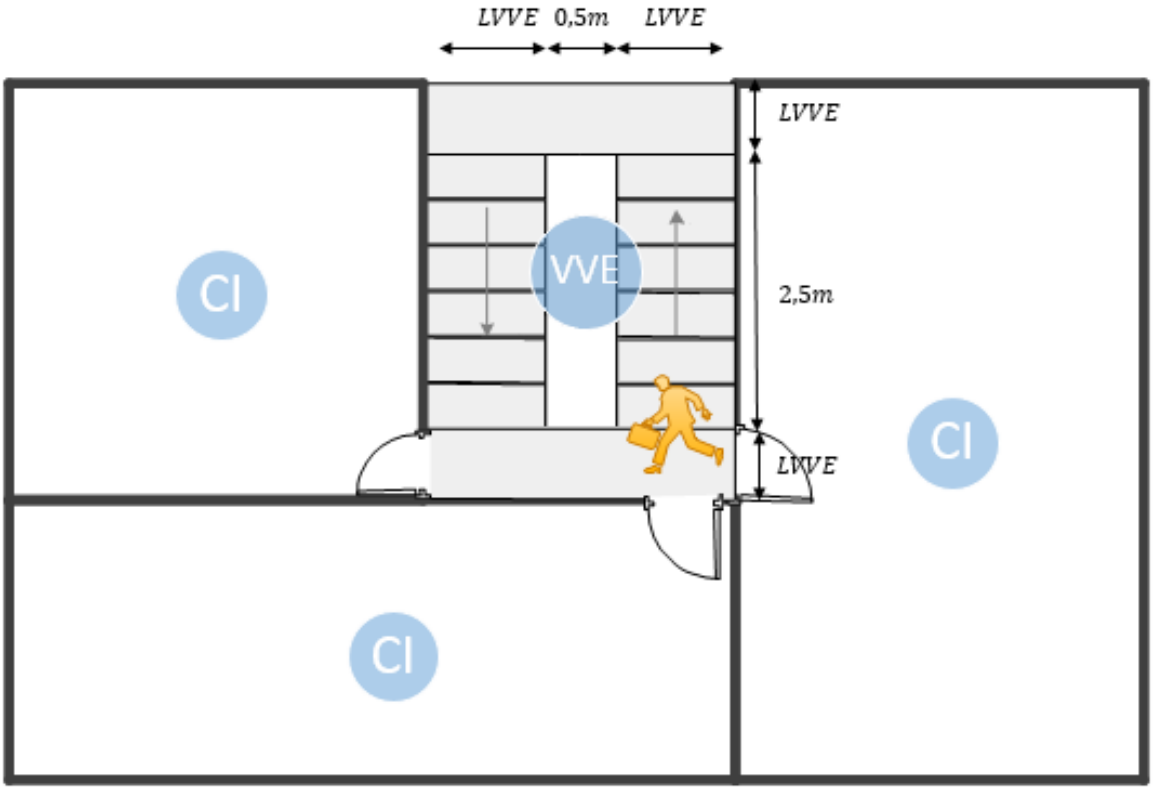


Fig. 3.12 – Dimensões consideradas para as VVE, adaptado [3]

Para definição das dimensões das escadas são considerados degraus com 17 cm de espelho e 28 cm de cobertor. Assim, 9 degraus representam aproximadamente 2,5 m na horizontal e 1,5 m na vertical. Para descer os 3 m de altura de cada piso são necessários 2 lanços de escada de 9 degraus. Considera-se ainda 0,5 m de corrimão, entre os 2 lanços.

A área das vias verticais de evacuação é definida pela equação 3.63.

$$A_{VVE} = (2 \times L_{VVE} + 2{,}50) \times (2 \times L_{VVE} + 0{,}50) \tag{3.64}$$

Em que:

- A_{VVE} – Área da VVE (m^2);
- L_{VVE} – Largura da VVE (m).

Nas vias verticais de evacuação admite-se, tal como nas vias horizontais, que o critério que garante condições ambientais compatíveis com a realização da evacuação é a manutenção de uma camada livre de fumo de 2 metros, no último piso.

O volume de encaixe, do último piso, é calculado pela equação 3.65.

$$V_{f\ último\ \ piso\ VVE} = A_{VVE} \times (h - 2) \tag{3.65}$$

Em que:

- $V_{f\ último\ \ piso\ VVE}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular no último piso (m^3);
- A_{VVE} – Área da VVE (m^2);
- h – Pé direito do último piso do edifício (m).

Considera-se que o fumo sobe, desde o cenário de incêndio até ao último piso, através de uma coluna de fumo presente ao longo do desvão entre corrimãos; equação 3.66.

$$V_{f\ corrimão\ VVE} = nº\ pisos\ acima \times 3 \times (0{,}5 \times 2{,}5) \tag{3.66}$$

Em que:

- $V_{f\ corrimão\ VVE}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m^3).

Como tal, e nos casos em que não existe sistema de controlo de fumo nas VVE, o volume limite de fumo é definido pela soma do volume de encaixe do último piso com o volume da cortina de fumo presente ao longo do corrimão; equação 3.67.

$$V_{f\ limite\ VVE} = V_{f\ corrimão\ VVE} + V_{f\ último\ \ piso\ VVE} \tag{3.67}$$

Em que:

- $V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume limite de fumo nas VVE (m^3);
- $V_{f\ corrimão\ VVE}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m^3);
- $V_{f\ último\ \ piso\ VVE}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular no último piso (m^3).

3.5.4.5. Definição Do Tempo Associado Ao Volume Limite De Fumo Nas VVE

O tempo associado ao volume limite de fumo nas VVE, tempo limite, é obtido através da sequência de cálculo apresentada na Figura 3.13.

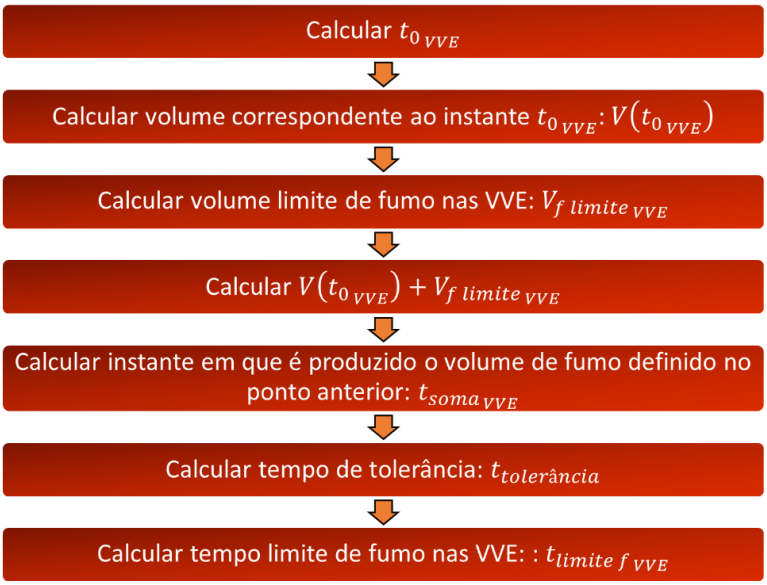


Fig. 3.13– Sequência de cálculo para obtenção de tempo limite de fumo nas VVE

De seguida é feita uma explicação detalhada de cada um dos passos.

Calcular $t_{0\ VVE}$

O instante de início da passagem de fumo para as VVE, $t_{0\ VVE}$, é dado pelo máximo entre a soma do tempo de deteção com o tempo de percurso, no cenário de incêndio, e o tempo limite de fumo do cenário de incêndio; equação 3.59.

Calcular volume correspondente ao instante $t_{0\ VVE}$: $V(t_{0\ VVE})$

Para a definição do tempo limite de fumo nas VVE é fundamental conhecer o volume de fumo produzido no instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VVE, $V(t_{0\ VVE})$.

Nos casos em que não existe sistema de controlo de fumo nas VVE, este volume é obtido através da equação 3.31, nos casos em que não existe sistema ativo de controlo de fumo no cenário de incêndio ou através da equação 3.32, nos casos em que há sistema de desenfumagem ativa no cenário de incêndio.

Nos casos em que existe sistema passivo de controlo de fumo nas VVE, este volume é obtido através da equação 3.68.

$$V_{f\,com\,ext\,VVE} = \int V - V_{ext_{CI}} - V_{ext\,VVE}\,dt \tag{3.68}$$

Em que:

- $V_{f\,com\,ext\,VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas VVE com sistema de desenfumagem ativa (m^3);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido no cenário de incêndio (m^3/s);
- $V_{ext_{CI}}$ – Caudal volúmico de fumo extraído no cenário de incêndio (m^3/s);
- $V_{ext\,VVE}$ – Caudal volúmico de fumo extraído nas VVE (m^3/s).

No caso, em que o cenário de incêndio não possui sistema ativo de controlo de fumo, $V_{ext_{CI}}$ assume, na equação 3.68, o valor 0.

Calcular volume limite de fumo nas VVE: $V_{f\ limite\ VVE}$

O volume de fumo limite que se pode acumular nas VVE é dado pela equação 3.67.

Calcular $V(t_{0\ VVE}) + V_{f\ limite\ VVE}$

Este volume resulta da soma dos volumes definidos nos 2 passos anteriores; equação 3.69.

$$V_{f\ soma\ VVE} = V(t_{0\ VVE}) + V_{f\ limite\ VVE} \tag{3.69}$$

Em que:

- $V_{f\ soma\ VVE}$ – Volume de fumo limite que se pode acumular no CI e nas VVE (m^3);
- $V(t_{0\ VVE})$ – Volume de fumo correspondente ao instante que se inicia a passagem de fumo do cenário de incêndio para as VVE (m^3);
- $V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume de fumo limite nas VVE (m^3).

Calcular instante em que é produzido o volume de fumo definido no ponto anterior: $t_{soma_{VVE}}$

Este tempo é calculado igualando a equação 3.37 ou 3.38, consoante haja ou não sistema de desenfumagem ativa, com a equação 3.69.

Calcular tempo de tolerância: $t_{tolerância}$

O tempo de tolerância é obtido através da equação 3.49.

Calcular tempo limite de fumo nas VVE: $t_{limite\ f\ VVE}$

O tempo limite de fumo nas VVE resulta da equação 3.70.

$$t_{limite_{f\ VVE}} = t_{soma\ VVE} - t_{0\ VVE} - t_{Av} + t_{tolerância} \tag{3.70}$$

Em que:

- $t_{limite_{f\ VVE}}$ – Tempo limite de fumo nas VVE (s);
- $t_{soma\ VVE}$ – Tempo em que é produzida a soma dos volumes $V(t_{0_{VVE}}) + V_{f\ limite_{VVE}}$ (s);
- $t_{0\ VVE}$ – Tempo de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para as VVE (s);
- t_{Av} – Tempo de atravessamento dos vãos no cenário de incêndio (s);
- $t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s).

O tempo limite de fumo nas VVE – $t_{limite_{f\,VVE}}$ – mais não é que o tempo necessário para se formar a camada de fumo acima do lintel da porta da VVE desde o instante de passagem do fumo do cenário de incêndio para a via vertical de evacuação.

Este tempo pode assumir valores negativos nos casos em que, aquando da saída da última pessoa do cenário de incêndio, já se encontra formada uma camada de fumo abaixo do lintel da porta da via vertical de evacuação (VVE).

3.5.4.6. Definição De Tempo De Evacuação Das VVE

Velocidades Verticais de Evacuação

Segundo Ferreira [3], o tempo de evacuação nas vias verticais de evacuação traduz o tempo necessário para os ocupantes percorrem as mesmas. Considera-se que a evacuação nas VVE se dá em fila indiana, não fazendo sentido considerar um tempo de atravessamento das saídas. Considera-se, então, que o valor da densidade adimensional é igual a 0,125 m^2/m^2; equação 3.71.

$$v_{VN} = \frac{112 \times 0{,}125^4 - 338 \times 0{,}125^3 + 434 \times 0{,}125^2 - 217 \times 0{,}125 + 57}{60} \cong 0{,}60 \qquad (3.71)$$

Em que:

- v_{VN} – Velocidade vertical para condições normais de movimento nas VVE (m/s).

A distância percorrida pelos ocupantes do edifício é definida através da equação 3.63.

O cálculo das velocidades de evacuação é feito de acordo com o descrito em seguida e representado na Figura 3.14.

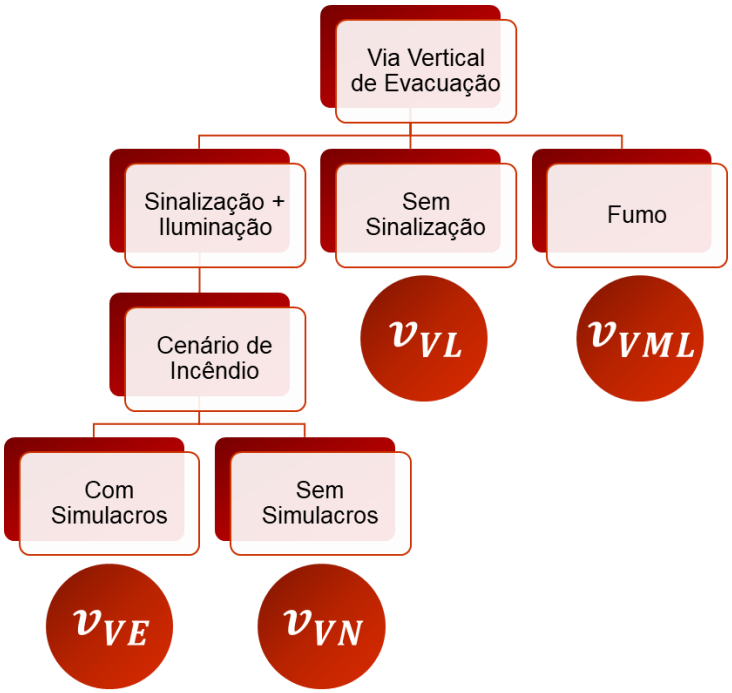


Fig. 3.14 – Velocidades de evacuação das vias verticais de evacuação

As velocidades descendente e ascendente de evacuação dependem da existência ou não dos seguintes descritores, nas vias verticais de evacuação:

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

Tendo em conta as considerações de Silva [29], o método CHICHORRO 3.0 considera 4 velocidades descendentes de evacuação e 4 velocidades ascendentes de evacuação:

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

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.72.

$$v_{DN} = [0{,}775 + 0{,}44 \times e^{-0{,}39 \times Da} \times sen(5{,}61 \times Da - 0{,}224)] \times v_{VN} \quad (3.72)$$

Em que:

- v_{DN} – Velocidade descendente para condições normais de movimento (m/s);
- v_{VN} – Velocidade vertical para condições normais de movimento (m/s), definida pela equação 3.71;
- Da – Densidade adimensional (0,125 m^2/m^2).

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

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros por parte dos ocupantes do edifício. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.73.

$$v_{DE} = 1{,}21 \times v_{DN} \quad (3.73)$$

Em que:

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

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

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio em que não haja qualquer tipo de sinalização de emergência; equação 3.74.

$$v_{DL} = 0{,}5 \times v_{DN} \quad (3.74)$$

Em que:

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

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

Poderá ocorrer a situação em que o fumo proveniente do incêndio atinja a via vertical de evacuação, conduzindo a dificuldades de evacuação por parte dos ocupantes. Estes podem mesmo ter de percorrer o percurso a gatinhar ou até mesmo a rastejar – Figura 3.15.

Desta forma, caso o fumo na via vertical de evacuação não possibilite aos ocupantes uma evacuação eficaz, a velocidade de deslocamento reduz-se em 90%, e é calculada pela equação 3.75.

$$v_{DML} = 0{,}1 \times v_{DN} \tag{3.75}$$

Em que:

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

Por consequência da alteração proposta por Silva [29], surgiu a necessidade de distinguir a velocidade descendente da velocidade ascendente se o cenário de incêndio for um estacionamento subterrâneo. A evacuação feita de forma ascendente é mais lenta do que evacuação descendente. Então, foram adotadas 4 velocidades ascendentes de evacuação diferentes, seguindo o mesmo princípio que a Figura 3.15, que são descritas a seguir.

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

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.76.

$$v_{AN} = [0{,}785 + 0{,}09 \times e^{-3{,}45 \times Da} \times sen(15{,}7 \times Da)] \times v_{VN} \tag{3.76}$$

Em que:

- v_{AN} – Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s);
- v_{VN} – Velocidade vertical para condições normais de movimento (m/s), definida pela equação 3.71;
- Da – Densidade adimensional (0,125 m^2/m^2).

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

Esta velocidade é considerada nas vias verticais de evacuação com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros por parte dos ocupantes do edifício. É calculada, através do método de Predtechenskii-Milinskii [24]; equação 3.77.

$$v_{AE} = 1{,}21 \times v_{AN} \tag{3.77}$$

Em que:

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

Velocidade ascendente para condições de movimento lento (v_{AL})

Esta velocidade é considerada nos cenários de incêndio em que não haja qualquer tipo de sinalização de emergência; equação 3.78.

$$v_{AL} = 0{,}5 \times v_{AN} \tag{3.78}$$

Em que:

- v_{AL} – Velocidade ascendente para condições de movimento lento (m/s);
- v_{AN} – Velocidade ascendente para condições normais de movimento (m/s).

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

De forma idêntica ao referido na velocidade descendente muito lenta, poderá ocorrer a situação em que o fumo proveniente do incêndio atinja a via vertical de evacuação, conduzindo a dificuldades de evacuação por parte dos ocupantes.

Caso o fumo na via vertical de evacuação não possibilite aos ocupantes uma evacuação eficaz, a velocidade de deslocamento reduz-se em 90%, e é calculada pela equação 3.79.

$$v_{AML} = 0{,}1 \times v_{AN} \tag{3.79}$$

Em que:

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

Tempo de Evacuação ($t_{Ev\,VVE}$)

O tempo de evacuação da via vertical de evacuação resulta do quociente entre a distância a percorrer na via e a velocidade vertical de evacuação correspondente; equação 3.80.

$$t_{Ev\,VVE} = \frac{d_{Per\,VVE}}{v_V} \tag{3.80}$$

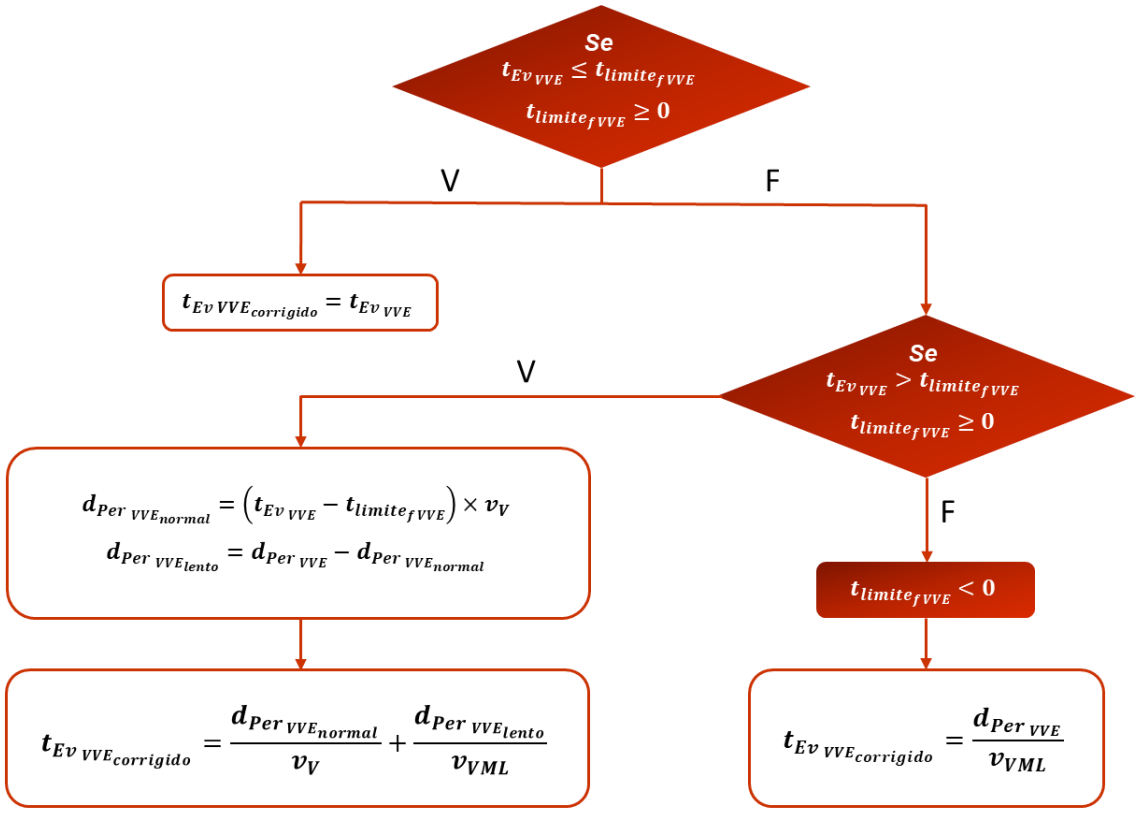
Em que:

- $t_{Ev\,VVE}$ – Tempo de evacuação da VVE sem considerar os efeitos de atraso do fumo (s);
- $d_{Per\,VVE}$ – Distância percorrida pelos ocupantes na VVE, definida na equação 3.62 (m);
- v_V – Velocidade vertical de evacuação (m/s).

O tempo de evacuação das vias verticais de evacuação, definido no modelo CHICHORRO 2.0 e de forma análoga ao descrito nos subcapítulos 3.5.2.6 e 3.5.3.6, não tem em conta as consequências que o fumo pode ter na velocidades de movimento dos ocupantes nas VVE e, como consequência, no tempo de evacuação.

Tempo de Evacuação Corrigido $\left(t_{Ev\,VVE_{corrigido}}\right)$

O método proposto corrige este tempo de evacuação de forma a ter em conta o efeito retardador do fumo na velocidade. Este tempo de evacuação corrigido – $t_{Ev\,VVE_{corrigido}}$ – é obtido através da sequência de cálculo apresentado na Figura 3.15 e que tem como base o tempo de evacuação das vias verticais não considerando os efeitos do fumo $\left(t_{Ev\,VVE}\right)$ – equação 3.80 – e o tempo limite de fumo nas vias verticais de evacuação – equação 3.70.



V – Verdadeiro
F – Falso

Fig. 3.15 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação corrigido das vias verticais de evacuação

Em jeito de resumo, é feita uma primeira comparação entre o tempo de evacuação (equação 3.80) e o tempo limite de fumo (equação 3.70). Caso o tempo de evacuação seja inferior ou igual ao tempo limite de fumo e o tempo limite seja positivo significa que o fumo não chegou a afetar a velocidade de evacuação nas vias verticais de evacuação, pelo que o tempo de evacuação corrigido é o próprio tempo de evacuação.

Caso o tempo de evacuação seja superior ao tempo limite de fumo e o tempo limite seja positivo significa que os ocupantes fazem uma parte inicial do percurso a uma velocidade vertical dita normal definida segundo o esquema da Figura 3.14 (sem serem afetados pelo fumo) e o restante trajeto a uma velocidade muito lenta (afetados pelo fumo). Estas velocidades podem ser descendentes ou ascendentes, conforme a evacuação seja realizada descendo pisos ou subindo pisos, respetivamente.

Assim sendo, é calculada a distância de percurso das vias verticais de evacuação a uma velocidade vertical "normal". Depois, é calculado a distância em movimento muito lento. O tempo de evacuação corrigido é a soma dos tempos de percurso a velocidade "normal" e a velocidade muito lenta.

Se o tempo limite de fumo nas VVE for negativo quer dizer que os ocupantes percorrem toda a via vertical sob a influência do fumo, isto é, toda a via é percorrida a velocidade muito lenta. Neste caso, o tempo de evacuação corrigido é o quociente entre a distância total a percorrer e a velocidade vertical muito lenta.

3.5.4.7. Definição Dos Valores Atribuídos Ao Fator Parcial CPI_{VVEF}

Conforme anteriormente exposto, o valor do fator parcial CPI_{VVEF} resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação a percorrer nas vias verticais. Este contempla, assim, o perigo e a exposição relativos à presença de fumo, nas vias verticais de evacuação.

Através do quociente entre o tempo limite de fumo e o tempo de evacuação (equação 3.81), é estabelecida uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator CPI_{VVEF}, Quadro 3.28.

$$R_{VVEF} = \frac{t_{limite_{f\,VVE}}}{t_{Ev\,VVE_{corrigido}}} \tag{3.81}$$

Em que:

- R_{VVEF} – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias verticais de evacuação;
- $t_{limite_{f\,VVE}}$ – Tempo limite de fumo nas vias verticais de evacuação (s);
- $t_{Ev\,VVE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias verticais de evacuação (s).

Quadro 3.28 – Valores do fator CPI_{VVEF}

R_{VVEF}	Fator	Fator Corrigido
≤ 0	1,60	1,18
$]0{,}00 - 0{,}10]$	1,50	1,15
$]0{,}10 - 0{,}25]$	1,40	1,12
$]0{,}25 - 0{,}50]$	1,30	1,09
$]0{,}50 - 0{,}75]$	1,20	1,06
$]0{,}75 - 1{,}00]$	1,10	1,03
$]1{,}00 - 2{,}00]$	1,00	1,00
$]2{,}00 - 3{,}00]$	0,90	0,97
$> 3{,}00$	0,80	0,94

Segundo Ferreira [3], na atribuição de valores a este fator é necessário considerar que a exposição ao fumo no cenário de incêndio é mais gravosa do que nas VVE. Os valores presentes no Quadro 3.28 são, assim, corrigidos através da equação 3.82 por forma a obter um valor máximo deste fator de 1,18.

$$CPI_{VVEF_{corrigido}} = 1 + (CPI_{VVEF} - 1) \times 0{,}30 \quad (3.82)$$

Em que:

- $CPI_{VVEF_{corrigido}}$ – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, devidamente corrigido;
- CPI_{VVEF} – Consequências Parciais de Incêndio – Fumo produzido nas Vias Verticais de Evacuação, sem correção.

3.5.4.8. Definição Do Fator De Consequências De Incêndio Associado Aos Materiais De Revestimento

Os materiais de revestimento das vias verticais de evacuação podem aumentar o perigo potencial do incêndio se não for assegurada uma qualificação mínima.

A legislação em vigor estabelece a qualificação mínima a que devem obedecer os materiais de revestimento das VVE. No entanto, dado que essa qualificação mínima foi estabelecida para edifícios novos, esta não foi considerada no método agora proposto. Isto porque a legislação atual é bastante mais exigente, no que concerne à qualificação mínima de reação ao fogo dos materiais de revestimento, do que a legislação que vigorava antes de 2009. A consideração destas qualificações mínimas, no método CHICHORRO 3.0, implicaria um agravamento excessivo do Risco de Incêndio dos edifícios construídos antes desse ano. Assim foram admitidas, para os tetos, paredes e pavimentos das VVE, qualificações mínimas menos exigentes de reação ao fogo dos materiais de revestimento, Quadros 3.29 e 3.30.

Quadro 3.29 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento do teto e das paredes das VVE

Locais	Ao ar livre	No interior dos edifícios	
		Pequena e média altura	Grande e muito grande altura
Classes exigidas	B-s3 d0	A2-s1 d0	A1
Classes admitidas	C-s3 d0	B-s1 d0	A2-s1 d0

Quadro 3.30 – Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VVE

Locais	Ao ar livre	No interior dos edifícios	
		Pequena e média altura	Grande e muito grande altura
Classes exigidas	C_{FL}-s3	C_{FL}-s1	C_{FL}-s1
Classes admitidas	E_{FL}-s2	C_{FL}-s2	C_{FL}-s2

Como tal, os descritores considerados no fator CPI_{VVEMR} são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite.

Os valores do fator CPI_{VVEMR} são apresentados no Quadro 3.31.

Quadro 3.31 – Valores do fator CPI_{VVEMR}

CPI_{VVEMR}	Teto/Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,90	0,90
Respeita classes admitidas	1,00	1,00
≤ 1 Classe	1,10	1,05
> 1 Classe	1,40	1,20

As considerações relativas ao CPI_{VVEMR} são semelhantes àquelas que se fizeram para o CPI_{CIMR} e no CPI_{VHEMR}, subcapítulos 3.5.2.13 e 3.5.3.8, respetivamente – equação 3.83.

$$CPI_{VVEMR} = max\left\{CPI_{VVEMR_{Teto/Paredes}}, CPI_{VVEMR_{Pavimento}}\right\} \quad (3.83)$$

Em que:

- CPI_{VVEMR} – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo dos materiais de revestimento na via vertical de evacuação;
- $CPI_{VVEMR_{Teto/Paredes}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do teto e das paredes na via vertical de evacuação;
- $CPI_{VVEMR_{Pavimento}}$ – Consequências Parciais de Incêndio associado à reação ao fogo do revestimento do pavimento na via vertical de evacuação.

3.5.5. Cenário 4 – Cenário De Incêndio (CI) + Via Horizontal De Evacuação (VHE) + Via Vertical De Evacuação (VVE)

3.5.5.1. Introdução

No modelo CHICHORRO 2.0, o processo de cálculo de uma situação em que existisse, para além do cenário de incêndio (CI), uma via horizontal de evacuação (VHE) e uma via vertical de evacuação (VVE) era calculado de forma a se ter não uma situação (CI + VHE + VVE) mas sim duas situações distintas: cenário de incêndio e via horizontal de evacuação (CI + VHE) e cenário de incêndio e via vertical de evacuação (CI + VVE). Como é fácil perceber, isso não corresponde, de todo, a um caso real.

Assim sendo, o método CHICHORRO 3.0 vem colmatar esse erro de formulação e apresenta um novo método de cálculo para todas as situações em que haja ambas as tipologias de vias de evacuação acopladas ao cenário de incêndio. É importante referir que foi considerado apenas o caso de se ter os três espaços pela seguinte ordem de evacuação: cenário de incêndio, via horizontal, via vertical.

Em primeiro lugar, há que conhecer todas as variáveis necessárias ao cálculo do CPI_{CI}. Dito isto, tudo o que foi referenciado na secção 3.5.2. é também aplicado a este Cenário 4. Em segundo lugar, é feito o cálculo do subcapítulo 2.5.3. na íntegra para ficar a conhecer o CPI_{VHE}. Por último, o cálculo do fator CPI_{VVE} é realizado de forma diferente do referido na secção 3.5.4, com alterações no tempo de evacuação do efetivo e no instante em que é produzido o volume de fumo limite que se pode acumular no CI e nas VVE.

3.5.5.2. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Ao Cenário De Incêndio (CPI_{CI})

Para o cálculo do cenário de incêndio, é necessário conhecer alguns valores de tempos e fatores, nomeadamente, tempo de deteção – t_{Det} – e tempo de percurso do CI corrigido – $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ – (subcapítulo 3.5.2.6), tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido – $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – (equação 3.31), tempo limite de fumo no CI – $t_{limite_{f\ CI}}$ (secção 3.5.2.11) e caudal de extração de fumo – $V_{ext\ CI}$ (equação 3.38).

$$t_{Ev\ CI_{corrigido}} = t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}} + t_{Av} \tag{3.31}$$

$$V_{f\ com\ ext\ CI} = \int_{t_{ext}}^{t} V - V_{ext\ CI}\ dt \tag{3.38}$$

Estes valores vão ser utilizados para definir algumas das variáveis seguintes das vias de evacuação. No entanto, todas as restantes variáveis e fatores utilizados como o CPI_{CIP}, CPI_{CIF} e CPI_{CIMR} são também válidos.

3.5.5.3. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Às Vias Horizontais De Evacuação (CPI_{VHE})

No que toda ao fator CPI_{VHE}, é calculado, inicialmente o instante de início da passagem de fumo para as VHE, $t_{0\ VHE}$ – equação 3.46.

$$t_{0\ VHE} = máx\left\{\left(t_{Det} + t_{Per\ CI_{corrigido}}\right), t_{limite_{f\ CI}}\right\} \tag{3.46}$$

Como referido no subcapítulo anterior, o tempo de deteção, t_{Det}, o tempo de percurso do CI corrigido, $t_{Per\ CI_{corrigido}}$ e o tempo limite de fumo no CI, $t_{limite_{f\ CI}}$, referentes ao cenário de incêndio, são aqui necessárias.

De seguida, é preciso saber qual o tipo de sistema de controlo de fumo presente no cenário de incêndio para assim calcular o volume de fumo correspondente ao instante $t_{0\ VHE}$ – $V(t_{0\ VHE})$ (equação 3.84 ou equações 3.85 e 3.86, dependendo da existência ou não de sistema de desenfumagem ativa) e o volume de fumo limite na via – $V_{f\ limite\ VHE}$ (equação 3.48).

Sem sistema de desenfumagem ativa:

$$V(t_{0\,VHE}) = \int_{0}^{t_{0VHE}} V\,dt \tag{3.84}$$

Com sistema de desenfumagem ativa:

$$V(t_{0\,VHE}) = \int_{t_{ext}}^{t_{0VHE}} V - V_{ext\,CI}\,dt \tag{3.85}$$

$$V(t_{0\,VHE}) = 0 \qquad [0 - t_{ext}] \tag{3.86}$$

Em que:

- $V(t_{0\,VHE})$ – Volume de fumo correspondente ao instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação (m^3);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m^3/s);
- $t_{0\,VHE}$ – Instante de início da passagem de fumo do cenário de incêndio para a via horizontal de evacuação (s);
- t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído ($V_{ext\,CI}$) (s);
- $V_{ext\,CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído (m^3/s).

$$V_{f\ limite\ VHE} = A_{VHE} \times (h - 2) \tag{3.48}$$

Calcula-se o volume de fumo soma – $V_{f\ soma\ VHE}$ (equação 3.50) e o tempo correspondente a esse mesmo volume – $t_{soma\ VHE}$ – resolvendo a equação 3.87 em ordem a $t_{soma\ VHE}$.

$$V_{f\ soma\ VHE} = V(t_{0\,VHE}) + V_{f\ limite\ VHE} \tag{3.50}$$

$$\int_{t_{ext}}^{t_{soma\ VHE}} V - V_{ext\,CI}\,dt = V_{f\ soma\ VHE} \tag{3.87}$$

Em que:

- $t_{soma\ VHE}$ – Instante em que se acumula o volume de fumo soma da VHE (s);
- t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído ($V_{ext\,CI}$) (s);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m^3/s);
- $V_{ext\,CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído (m^3/s);
- $V_{f\ soma\ VHE}$ – Volume de fumo limite que se pode acumular no CI e nas VHE (m^3).

Caso não haja extração de fumo no cenário de incêndio, $V_{ext\,CI}$ toma o valor 0.

Depois, é calculado o tempo de tolerância (equação 3.49), o tempo limite de fumo na via horizontal de evacuação – $t_{limite_{f\ VHE}}$ (equação 3.51) e o tempo de evacuação corrigido da via horizontal de evacuação – $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – através da Figura 3.12 e considerando as mesmas velocidades descritas na Figura 3.11 (secção 3.5.3.6.).

$$t_{tolerância} = t_{limite_{f\ CI}} - t_{Ev\ CI_{corrigido}} \tag{3.49}$$

$$t_{limite_{f\ VHE}} = t_{soma\ VHE} - t_{0\ VHE} - t_{AV} + t_{tolerância} \tag{3.51}$$

O tempo de evacuação corrigido da via horizontal de evacuação – $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – também será necessário para a conclusão deste cenário 4. Assim, este é calculado segundo o referido no subcapítulo 3.5.3.6.

Por fim, é necessário conhecer os fatores $CPI_{VHEF_{corrigido}}$, CPI_{VHEMR} e CPI_{VHE} – equações 3.55, 3.56 e 3.45.

$$CPI_{VHEF_{corrigido}} = 1 + (CPI_{VHEF} - 1) \times 0{,}30 \tag{3.55}$$

$$CPI_{VHEMR} = max\left\{CPI_{VHEMR_{Teto/Paredes}}, CPI_{VHEMR_{Pavimento}}\right\} \tag{3.56}$$

$$CPI_{VHE} = \frac{\left(2 \times CPI_{VHEF_{corrigido}} + CPI_{VHEMR}\right)}{3} \tag{3.45}$$

3.5.5.4. Fator Parcial – Consequências De Incêndio Associado Às Vias Verticais De Evacuação (CPI_{VVE})

São nestas vias verticais que existem as maiores alterações ao que foi dito anteriormente no subcapítulo 3.5.4.

Primeiramente, depois de se conhecer a área da via vertical (equação 3.64), é necessário saber, também, o volume de fumo ao longo do corrimão até ao último piso (equação 3.66).

$$A_{VVE} = (2 \times L_{VVE} + 2{,}50) \times (2 \times L_{VVE} + 0{,}50) \tag{3.64}$$

$$V_{f\ corrimão\ VVE} = nº\ pisos\ acima \times 3 \times (0{,}5 \times 2{,}5) \tag{3.66}$$

Nesta fase, são realizadas duas verificações distintas de evacuação por parte dos ocupantes:

- **Evacuação do primeiro piso:** esta evacuação tem em conta o facto de os ocupantes, após evacuarem o cenário de incêndio, descerem até ao piso imediatamente abaixo (descer um piso) da via vertical de evacuação;
- **Evacuação dos dois primeiros pisos:** esta evacuação tem em conta o facto de os ocupantes, após evacuarem o cenário de incêndio, descerem dois pisos consecutivos da via vertical de evacuação;
-

Evacuação do Primeiro Piso

Tempo Soma do Primeiro Piso $\left(t_{soma\ Piso_{VVE}}\right)$

Nesta verificação, é comparado o tempo que demora a encher de fumo até ao piso de baixo da via vertical de evacuação, incluindo todos os pisos acima, nomeadamente, o último piso da via vertical com o tempo de evacuação até um piso abaixo da via. Para o cálculo do tempo de fumo soma é necessário conhecer o volume de fumo do último piso (equação 3.65) e o volume de fumo de todos os pisos acima restantes da via vertical, incluindo o próprio piso de evacuação, conhecido como volume de fumo do corrimão (equação 3.66).

$$V_{f\ último\ \ piso_{VVE}} = \left(A_{VVE} \times (h-2)\right) + (A_{VVE} \times nº\ pisos\ acima \times 3) \quad (3.65)$$

$$V_{f\ corrimão_{VVE}} = nº\ pisos\ acima \times 3 \times (0{,}50 \times 2{,}50) \quad (3.66)$$

Assim, o volume de fumo soma até ao piso de evacuação é definido pela equação 3.88

$$V_{f\ limite\ VVE_{Piso}} = V_{f\ corrimão_{VVE}} + V_{f\ último\ \ piso_{VVE}} \quad (3.88)$$

Em que:

- $V_{f\ limite\ VVE_{Piso}}$ – Volume limite de fumo até ao piso de evacuação da VVE (m^3);
- $V_{f\ corrimão_{VVE}}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m^3);
- $V_{f\ último\ \ piso_{VVE}}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular no último piso (m^3).

Com o objetivo de se ficar a conhecer o tempo soma do primeiro piso da VVE é necessário saber qual o volume de fumo acumulado no CI, na VHE e na VVE, no corrimão e no último piso – equação 3.89.

$$V_{f\ soma\ VVE_{Piso}} = V_{f\ soma_{VHE}} + V_{f\ limite\ VVE_{Piso}} \quad (3.89)$$

Em que:

- $V_{f\ soma\ VVE_{Piso}}$ – Volume de fumo soma do piso da VVE (m^3);
- $V_{f\ soma_{VHE}}$ – Volume de fumo soma da VHE, definida na equação 3.50 (m^3);

- $V_{f\ limite\ VVE\ Piso}$ – Volume limite de fumo até ao piso de evacuação da VVE, definida na equação 3.88 (m^3).

O tempo soma do primeiro piso – $t_{soma\ Piso\ VVE}$ – é calculado igualando a equação 3.68 com a equação 3.89 – equação 3.90.

$$V_{f\ com\ ext\ VVE} = \int V - V_{ext_{CI}} - V_{ext\ VVE}\ dt \tag{3.68}$$

$$V_{f\ com\ ext\ VVE} = V_{f\ soma\ VVE\ Piso} \tag{3.90}$$

Em que:

- $V_{f\ com\ ext\ VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas VVE (m^3);
- $V_{f\ soma\ VVE\ Piso}$ – Volume de fumo soma do piso da VVE (m^3).

Caso não haja extração de fumo no cenário de incêndio, $V_{ext\ CI}$ toma o valor 0 e caso não haja extração de fumo na via vertical de evacuação, $V_{ext\ VVE}$ toma o valor 0.

Tempo de Evacuação do Primeiro Piso $\left(t_{Ev\ Piso\ VVE}\right)$

O tempo de evacuação desde o cenário de incêndio (CI) até ao piso imediatamente abaixo da via vertical de evacuação é calculado através da soma do tempo de evacuação corrigido do cenário de incêndio $\left(t_{Ev\ CI_{corrigido}}\right)$ e o tempo de evacuação corrigido da via que antecede a via vertical, isto é, a via horizontal de evacuação $\left(t_{Ev\ VHE_{corrigido}}\right)$ – equação 3.91.

$$t_{Ev\ Piso\ VVE} = t_{Ev\ CI_{corrigido}} + t_{Ev\ VHE_{corrigido}} \tag{3.91}$$

Em que:

- $t_{Ev\ Piso\ VVE}$ – Tempo de evacuação até ao piso imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (s);
- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s);
- $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação (s).

Evacuação dos Dois Primeiros Pisos

Tempo Soma dos Dois Primeiros Piso $\left(t_{soma\ 2\ Pisos\ VVE}\right)$

Neste segundo passo é comparado o tempo que demora a encher de fumo até aos dois pisos consecutivos imediatamente abaixo da via vertical de evacuação, incluindo todos os pisos acima, nomeadamente, o último piso da via vertical com o tempo de evacuação até aos dois pisos consecutivos da via. Para o cálculo do tempo de fumo soma dos dois pisos é necessário conhecer o volume de fumo dos dois pisos

(equação 3.92) e o volume de fumo de todos os pisos acima restantes da via vertical, incluindo o próprio piso de evacuação, conhecido como volume de fumo do corrimão (equação 3.66).

$$V_{f\ 2\ Pisos_{\ VVE}} = (A_{VVE} \times h) + \big(A_{VVE} \times (h-2)\big) + (A_{VVE} \times nº\ pisos\ acima \times 3) \quad (3.92)$$

Em que:

- $V_{f\ 2\ Pisos_{\ VVE}}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular nos dois pisos consecutivos imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (m^3);
- A_{VVE} – Área da VVE (m^2); equação 3.64;
- h – Pé direito (m).

Desta forma, o volume de fumo soma dos dois pisos consecutivos é definido pela equação 3.93

$$V_{f\ limite\ VVE\ _{2\ Pisos}} = V_{f\ corrimão\ _{VVE}} + V_{f\ 2\ Pisos_{\ VVE}} \quad (3.93)$$

Em que:

- $V_{f\ limite\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Volume limite de fumo até ao segundo piso de evacuação da VVE (m^3);
- $V_{f\ corrimão\ _{VVE}}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m^3);
- $V_{f\ 2\ Pisos_{\ VVE}}$ – Volume limite de fumo que se pode acumular nos dois pisos consecutivos imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (m^3).

Com o objetivo de se ficar a conhecer o tempo soma dos dois pisos consecutivos é necessário saber qual o volume de fumo acumulado até se instante denominado de volume de fumo soma dos dois pisos da VVE – equação 3.94.

$$V_{f\ soma\ VVE\ _{2\ Pisos}} = V_{f\ soma_{\ VHE}} + V_{f\ limite\ VVE\ _{2\ Pisos}} \quad (3.94)$$

Em que:

- $V_{f\ soma\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Volume de fumo soma dos dois pisos consecutivos da VVE (m^3);
- $V_{f\ soma_{\ VHE}}$ – Volume de fumo soma da VHE, definida na equação 3.50 (m^3);
- $V_{f\ limite\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Volume limite de fumo até ao segundo piso de evacuação da VVE, definida na equação 3.93 (m^3).

O tempo soma dos dois pisos consecutivos – $t_{soma\ 2\ Pisos_{\ VVE}}$ – é calculado igualando a equação 3.68 com a equação 3.94 – equação 3.95.

$$V_{f_{com\ ext\ VVE}} = \int V - V_{ext_{CI}} - V_{ext\ _{VVE}}\, dt \quad (3.68)$$

$$V_{f_{com\ ext\ VVE}} = V_{f\ soma\ VVE\ _{2\ Pisos}} \quad (3.95)$$

Em que:

- $V_{f\,com\,ext\,VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas VVE (m^3);
- $V_{f\ soma\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Volume de fumo soma dos dois pisos consecutivos da VVE (m^3).

Caso não haja extração de fumo no cenário de incêndio, $V_{ext\ CI}$ toma o valor 0 e caso não haja extração de fumo na via vertical de evacuação, $V_{ext\ _{VVE}}$ toma o valor 0.

Tempo de Evacuação dos Dois Primeiros Pisos $\left(t_{Ev\ 2\ Pisos\ _{VVE}}\right)$

Em ordem a determinar o tempo de evacuação dos dois primeiros pisos é necessário conhecer a distância percorrida por cada piso da via vertical de evacuação (equação 3.62) e o seu respetivo tempo de percurso (equação 3.96) considerando as velocidades referidas na Figura 3.15.

$$d_{piso} = 2 \times 2{,}50 + 2 \times 0{,}50 + 4 \times L_{VVE} \tag{3.62}$$

$$t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}} = \frac{d_{piso}}{v_V} \tag{3.96}$$

Em que:

- $t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Tempo de percurso de um piso (até ao segundo piso consecutivos) da VVE (s);
- d_{piso} – Distância percorrida por piso (m);
- v_V – Velocidade vertical de evacuação (m/s).

O tempo de evacuação até ao segundo piso da via vertical de evacuação é calculado através da soma do tempo de evacuação corrigido do cenário de incêndio $\left(t_{Ev\ CI_{corrigido}}\right)$, o tempo de evacuação corrigido da via que antecede a via vertical, isto é, a via horizontal de evacuação $\left(t_{Ev\ VHE_{corrigido}}\right)$ e o tempo de percurso desde a entrada do ocupante na VVE até ao segundo piso consecutivos da via vertical $\left(t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}}\right)$ – equação 3.97.

$$t_{Ev\ 2\ Pisos\ VVE} = t_{Ev\ CI_{corrigido}} + t_{Ev\ VHE_{corrigido}} + t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}} \tag{3.97}$$

Em que:

- $t_{Ev\ 2\ Pisos\ VVE}$ – Tempo de evacuação até ao segundo piso imediatamente abaixo da via vertical de evacuação (s);
- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s);
- $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação (s);
- $t_{Per\ VVE\ _{2\ Pisos}}$ – Tempo de percurso de um piso (até ao segundo piso consecutivos) da VVE (s).

Tempo de Evacuação Total da VVE $\left(t_{Ev\ total\ _{VVE}}\right)$

Em seguida, é calculado o tempo de evacuação total da via vertical até à sua evacuação – $t_{Ev\ total\ _{VVE}}$ – através da equação 3.98 tendo em consideração que a distância a percorrer tem em conta o número de pisos a percorrer – Figura 3.16.

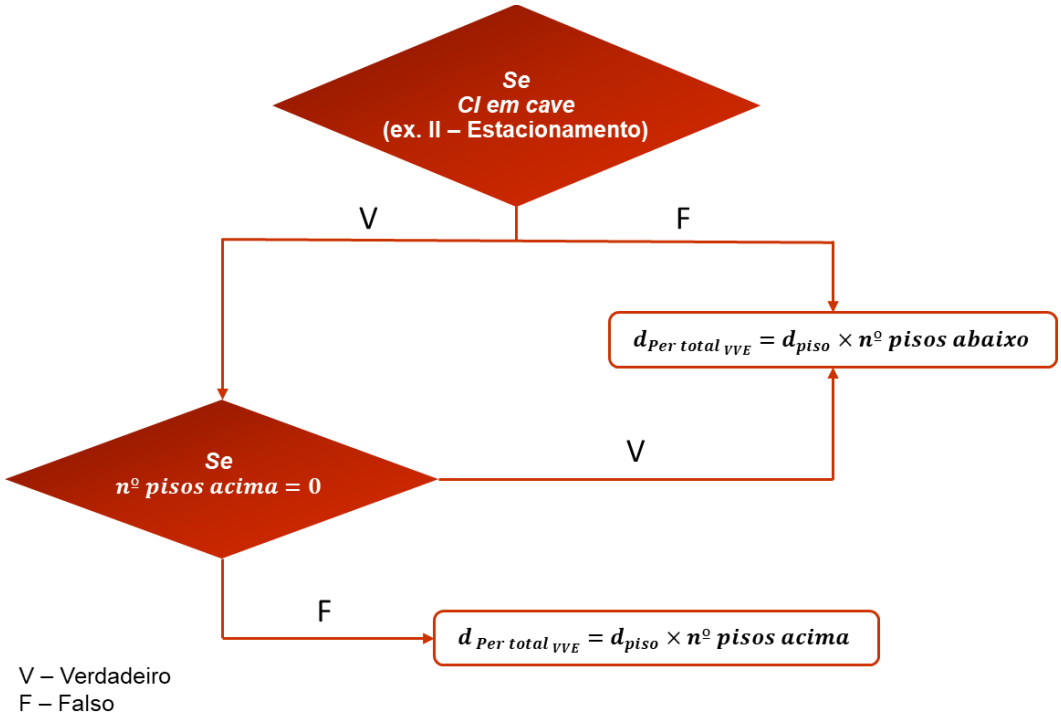


Fig. 3.16 – Sequência de cálculo para obtenção da distância total a percorrer na via vertical de evacuação

$$t_{Ev\ total\ _{VVE}} = \frac{d_{Per\ total\ _{VVE}}}{v_V} \tag{3.98}$$

Em que:

- $t_{Ev\ total\ _{VVE}}$ – Tempo de evacuação total da via vertical até à sua evacuação (s);
- $d_{Per\ total\ _{VVE}}$ – Distância de percurso total percorrida na VVE (m);
- v_V – Velocidade vertical de evacuação (m/s).

Tempo de Evacuação Total Corrigido da VVE $\left(t_{Ev\ total\ _{VVE_{corrigido}}}\right)$

Na mesma linha de pensamento, este tempo não tem em conta o efeito que o fumo possa ter na evacuação durante toda a via vertical de evacuação por parte dos ocupantes. Assim, é calculado o tempo de evacuação total corrigido da VVE – $t_{Ev\ total\ _{VVE_{corrigido}}}$ – de forma a contemplar os efeitos nocivos do fumo na velocidade vertical de evacuação e, por sua vez, no tempo total de evacuação da via. Este cálculo segue a sequência da Figura 3.17.

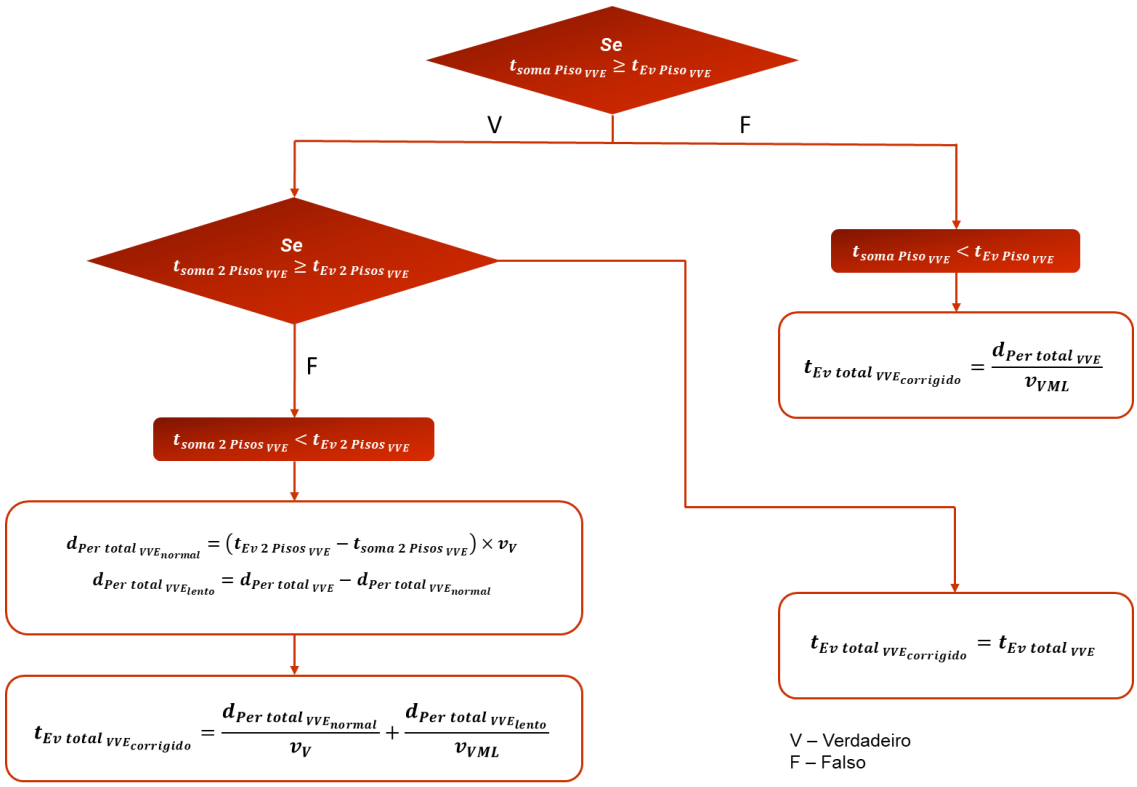


Fig. 3.17 – Sequência de cálculo para obtenção do tempo de evacuação total corrigido da via vertical de evacuação

Tempo Limite de Fumo Total da VVE $(t_{limite\ f\ total\ VVE})$

É necessário calcular o tempo limite de fumo total da via vertical para, juntamente com o tempo de evacuação vertical corrigido, saber qual o fator CIP_{VHEF}. Desta forma, é necessário calcular o volume de fumo correspondente a esse instante.

O volume de fumo total na VVE é calculado segundo a equação 3.99

$$V_{f\ total\ VVE} = (A_{VVE} \times h) \times nº\ de\ pisos\ abaixo \tag{3.92}$$

Em que:

- $V_{f\ total\ VVE}$ – Volume de fumo total que se pode acumular em toda a via vertical de evacuação (m^3);
- A_{VVE} – Área da VVE (m^2);
- h – Pé direito (m).

O volume de fumo limite total na VVE é calculado segundo a equação 3.100

$$V_{f\ limite\ VVE} = V_{f\ corrimão\ VVE} + V_{f\ total\ VVE} \tag{3.100}$$

Em que:

- $V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume limite de fumo total da VVE (m^3);
- $V_{f\ corrimão\ VVE}$ – Volume da coluna de fumo presente ao longo do corrimão da VVE (m^3);
- $V_{f\ total\ VVE}$ – Volume de fumo total que se pode acumular em toda a via vertical de evacuação (m^3).

Para o cálculo do tempo soma total da via vertical é necessário saber qual o volume de fumo – equação 3.101.

$$V_{f\ soma\ total\ VVE} = V_{f\ soma\ VHE} + V_{f\ limite\ VVE} \tag{3.101}$$

Em que:

- $V_{f\ soma\ total\ VVE}$ – Volume de fumo soma total da VVE (m^3);
- $V_{f\ soma\ VHE}$ – Volume de fumo soma da VHE, definida na equação 3.50 (m^3);
- $V_{f\ limite\ VVE}$ – Volume limite de fumo total da VVE (m^3).

O tempo soma total da via vertical – $t_{soma\ total\ VVE}$ – é calculado igualando a equação 3.68 com a equação 3.101 – equação 3.102.

$$V_{f\ com\ ext\ VVE} = \int V - V_{ext_{CI}} - V_{ext\ VVE}\, dt \tag{3.68}$$

$$V_{f\ com\ ext\ VVE} = V_{f\ soma\ total\ VVE} \tag{3.102}$$

Em que:

- $V_{f\ com\ ext\ VVE}$ – Volume de fumo acumulado nas VVE (m^3);
- $V_{f\ soma\ total\ VVE}$ – Volume de fumo soma total da VVE (m^3).

Em seguida é calculado o instante de passagem de fumo do cenário de incêndio (CI) para a via vertical de evacuação (VVE) – $t_{0\ total\ VVE}$.(equação 3.103)

$$t_{0\ total\ VVE} = máx\left\{\left(t_{Ev\ CI_{corrigido}} + t_{Ev\ VHE_{corrigido}}\right), t_{soma\ VHE}\right\} \tag{3.103}$$

Em que:

- $t_{0\ total\ VVE}$ – Instante de passagem de fumo do cenário de incêndio (CI) e da via horizontal de evacuação (VHE) até atingir a via vertical de evacuação (VVE) (s);
- $t_{Ev\ CI_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação do cenário de incêndio corrigido (s);
- $t_{Ev\ VHE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação corrigido das vias horizontais de evacuação (s);
- $t_{soma\ VHE}$ – Tempo em que é produzida a soma dos volumes $V\left(t_{0_{VHE}}\right) + V_{f\ limite_{VHE}}$ (s).

Esse instante serve para ficarmos a saber qual o volume de fumo produzido durante esse tempo – equação 3.104 ou equações 3.105 e 3.106, dependendo da existência ou não de sistema de desenfumagem ativa.

Sem sistema de desenfumagem ativa:

$$V\left(t_{0\ total\ _{VVE}}\right) = \int_{0}^{t_{0\ total\ _{VVE}}} V\ dt \tag{3.104}$$

Com sistema de desenfumagem ativa:

$$V\left(t_{0\ total\ _{VVE}}\right) = \int_{t_{ext}}^{t_{0\ total\ _{VVE}}} V - V_{ext\ CI}\ dt \tag{3.105}$$

$$V\left(t_{0\ total\ _{VVE}}\right) = 0 \qquad [0 - t_{ext}] \tag{3.106}$$

Em que:

- $V\left(t_{0\ total\ _{VVE}}\right)$ – Volume de fumo correspondente ao instante de passagem de fumo do cenário de incêndio e da via horizontal de evacuação até atingir a via vertical de evacuação (m^3);
- V – Caudal volúmico de fumo produzido (m^3/s);
- $t_{0\ total\ _{VVE}}$ – Instante de passagem de fumo do cenário de incêndio (CI) e da via horizontal de evacuação (VHE) até atingir a via vertical de evacuação (VVE) (s);
- t_{ext} – Instante a partir do qual o caudal volúmico de fumo produzido (V) é superior ao caudal volúmico de fumo extraído $(V_{ext\ CI})$ (s);
- $V_{ext\ CI}$ – Caudal volúmico de fumo extraído (m^3/s).

Por fim, é calculado o tempo limite de fumo na via vertical de evacuação – $t_{limite_{f\ VHE}}$ (equação 3.107)

$$t_{limite\ f\ total\ _{VVE}} = t_{soma\ total\ _{VVE}} - t_{0\ total\ _{VVE}} - t_{Av} + t_{tolerância} \tag{3.107}$$

Em que:

- $t_{limite\ f\ total\ _{VVE}}$ – Tempo limite de fumo total da via vertical de evacuação (s);
- $t_{soma\ total\ _{VVE}}$ – Tempo de soma total da via vertical de evacuação (s);
- $t_{0\ total\ _{VVE}}$ – Instante de passagem de fumo do cenário de incêndio (CI) e da via horizontal de evacuação (VHE) até atingir a via vertical de evacuação (VVE) (s);
- t_{Av} – Tempo de atravessamento (s);
- $t_{tolerância}$ – Tempo de tolerância (s).

Consequência Parciais de Incêndio da Via Vertical de Evacuação associadas ao Fumo – CPI_{VVEF}

O fator CIP_{VVEF} é calculado como o quociente entre o tempo limite de fumo – $t_{limite\ f\ total\ _{VVE}}$ – e o tempo de evacuação total corrigido da via vertical de evacuação – $t_{Ev\ total\ _{VVE_{corrigido}}}$ (equação 3.108)

$$R_{VVEF_{total}} = \frac{t_{limite\ f\ total\ VVE}}{t_{Ev\ total\ VVE_{corrigido}}} \tag{3.108}$$

Em que:

- $R_{VVEF_{total}}$ – Razão entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação das vias verticais de evacuação;
- $t_{limite\ f\ total\ VVE}$ – Tempo limite de fumo total da via vertical de evacuação (s);
- $t_{Ev\ total\ VVE_{corrigido}}$ – Tempo de evacuação total corrigido da VVE (s).

Assim, faz-se a correspondência do Quadro 3.32 para a atribuição do fator CPI_{VVEF}.

Quadro 3.32 – Valores do fator CPI_{VVEF}

R_{VVEF}	Fator	Fator Corrigido
≤ 0	1,60	1,18
$]0{,}00 - 0{,}10]$	1,50	1,15
$]0{,}10 - 0{,}25]$	1,40	1,12
$]0{,}25 - 0{,}50]$	1,30	1,09
$]0{,}50 - 0{,}75]$	1,20	1,06
$]0{,}75 - 1{,}00]$	1,10	1,03
$]1{,}00 - 2{,}00]$	1,00	1,00
$]2{,}00 - 3{,}00]$	0,90	0,97
$> 3{,}00$	0,80	0,94

Há que ressaltar a necessidade de considerar que a exposição ao fumo no cenário de incêndio é mais gravosa do que nas VVE. Os valores presentes no Quadro 3.32 são, assim, corrigidos através da equação 3.82 por forma a obter um valor máximo deste fator de 1,18.

$$CPI_{VVEF_{corrigido}} = 1 + (CPI_{VVEF} - 1) \times 0{,}30 \tag{3.82}$$

Consequência Parciais de Incêndio da Via Vertical de Evacuação associadas aos Materiais de Revestimento – CPI_{VVEMR}

Os valores do fator CPI_{VVEMR} são apresentados no Quadro 3.33.

Quadro 3.33 – Valores do fator CPI_{VVEMR}

CPI_{VVEMR}	Teto/Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,90	0,90
Respeita classes admitidas	1,00	1,00
≤ 1 Classe	1,10	1,05
> 1 Classe	1,40	1,20

As considerações relativas ao CPI_{VVEMR} são semelhantes àquelas que se fizeram para o CPI_{CIMR} e no CPI_{VHEMR}, subcapítulos 3.5.2.13 e 3.5.3.8, respetivamente – equação 3.83.

$$CPI_{VVEMR} = max\left\{CPI_{VVEMR_{Teto/Paredes}}, CPI_{VVEMR_{Pavimento}}\right\} \tag{3.83}$$

Consequência Parciais de Incêndio da Via Vertical – CPI_{VVE}

O fator CPI_{VVE} resulta de uma ponderação entre o fumo e os materiais de revestimento. O fumo tem o dobro da influência no cálculo do CPI_{VVE} face à reação ao fogo dos materiais de revestimento; equação 3.57.

$$CPI_{VVE} = \frac{2 \times CPI_{VVEF_{corrigido}} + CPI_{VVEMR}}{3} \tag{3.57}$$

3.5.5.5. Consequências Totais De Incêndio (CTI)

Através da ponderação apresentada na equação 3.4, o fator CTI traduz as consequências no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE).

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

Em que:

- CTI – Consequências Totais do Incêndio;
- CPI_{CI} – Consequências Parciais de Incêndio – Cenário de Incêndio;
- CPI_{VHE} – Consequências Parciais de Incêndio – Via Horizontal de Evacuação;
- CPI_{VVE} – Consequências Parciais de Incêndio – Via Verticais de Evacuação.

3.5.6. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL CTI

Conforme exposto no subcapítulo 3.4.1, o fator global Consequências Totais de Incêndio (CTI) resulta da ponderação dos três fatores parciais CPI_{CI}, CPI_{VHE}, CPI_{VVE} – equação 3.4.

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

Em síntese, apresentam-se no Quadro 3.34 todos os fatores parciais do CTI, bem como todos os valores que estes podem assumir.

Quadro 3.34 – Resumo dos valores dos fatores parciais do CTI

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

3.6. FATOR GLOBAL – DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI)

3.6.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI)

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

Este fator é, assim, definido pela equação 3.109.

$$DPI = \frac{DPI_{REIC} + DPI_{EI} + DPI_{VDGF} + DPI_{PE} + DPI_{OGS}}{5} \tag{3.109}$$

Em que:

- DPI – Fator Global – Desenvolvimento e Propagação de Incêndio;
- DPI_{REIC} – Fator Parcial DPI – Proteção REI do Cenário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais;
- DPI_{EI} – Fator Parcial DPI – Proteção EI das Paredes e Portas do Cenário de Incêndio;
- DPI_{VDGF} – Fator Parcial DPI – Afastamento entre Vãos, Diedros e Guarda-Fogo;
- DPI_{PE} – Fator Parcial DPI – Proteção das Paredes Exteriores;
- DPI_{OGS} – Fator Parcial DPI – Organização e Gestão de Segurança.

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

3.6.2. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROTEÇÃO REI DO CENÁRIO DE INCÊNDIO E VIAS DE EVACUAÇÃO VERTICAIS (DPI_{REIC})

Este fator parcial pretende traduzir o nível de proteção dos locais de incêndio (compartimento de fogo), das vias verticais de evacuação e da estrutura e laje do ponto de vista da resistência ao fogo REI.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Idade do Edifício: Anterior a 1990 ou Posterior a 1990;
- REI da Via Vertical de Evacuação: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Com ou Sem Controlo de Fumo;
- Tipo de Controlo de Fumo: Mecânico ou Natural (Caso haja controlo de fumo);
- REI da Estrutura e Laje: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar.

Este fator reflete o artigo **15.º a 28.º do RT-SCIE**: **Título III** – Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção, **Capítulo I** – Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados, **Capítulo II** – Compartimentação geral de fogo, **Capítulo III** – Isolamento e proteção de locais de risco e **Capítulo IV** – Isolamento e proteção das vias de evacuação.

De todos estes artigos, o DPI_{REIC} reflete, sobretudo, os artigos **15.º e 26.º do RT-SCIE**.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial DPI_{REIC} são apresentados no Quadro 3.35.

Quadro 3.35 – Valores de DPI_{REIC}

DPI_{REIC}				Estrutura e Laje		
				Respeita Legislação Regulamentar (REI)	< 30min em relação à Legislação Regulamentar (REI)	< 60min em relação à Legislação Regulamentar (REI)
Não se Aplica					0,00	
Edifícios Anteriores a 1990	Via Vertical de Evacuação (REI) Respeita Legislação Regulamentar (não é enclausurada)	Com Controlo de Fumo	Mecânico	1,10	1,20	1,30
			Natural	1,15	1,25	1,35
		Sem Controlo de Fumo		1,30	1,40	1,50
	Via Vertical de Evacuação (REI) Não Respeita Legislação Regulamentar	Com Controlo de Fumo	Mecânico	1,15	1,25	1,35
			Natural	1,20	1,30	1,40
		Sem Controlo de Fumo		1,35	1,45	1,55
Edifícios Posteriores a 1990	Via Vertical de Evacuação (REI) Respeita Legislação Regulamentar				1,00	
	Via Vertical de Evacuação (REI) Não Respeita Legislação Regulamentar	Com Controlo de Fumo	Mecânico	1,05	1,15	1,25
			Natural	1,10	1,20	1,30
		Sem Controlo de Fumo		1,20	1,30	1,40

Da análise do Quadro 3.35 observa-se que o valor do fator DPI_{REIC} pode assumir valores entre 1,00 e 1,55. Da análise destes parâmetros resultam 28 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE na análise do risco de incêndio do edifício.

Considera-se o cenário mais gravoso aquele em que não há o cumprimento da legislação regulamentar na via vertical de evacuação em edifícios anteriores a 1990, sem controlo de fumo e em que a laje e a estrutura tenham menos do que 60min em relação ao exigido a nível de exigência de REI onde este fator assume o valor de 1,55.

Quando não existem vias verticais de evacuação, o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.6.3. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROTEÇÃO EI DAS PAREDES E PORTAS DO CENÁRIO DE INCÊNDIO (DPI_{EI})

Este fator pretende traduzir o nível de proteção das paredes e portas dos locais de incêndio do ponto de vista de estanquidade e isolamento (EI).

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Portas do local: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Paredes do local: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;

Este fator reflete o artigo **15.º a 28.º do RT-SCIE**: **Título III** – Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Proteção, **Capítulo I** – Resistência ao fogo de elementos estruturais e incorporados, **Capítulo II** – Compartimentação geral de fogo, **Capítulo III** – Isolamento e proteção de locais de risco e **Capítulo IV** – Isolamento e proteção das vias de evacuação.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial DPI_{EI} são apresentados no Quadro 3.36.

Quadro 3.36 – Valores de DPI_{EI}

DPI_{EI}		Paredes (EI)		
		Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar	
			Metade da Resistência ao Fogo (EI)	Nenhuma Resistência ao Fogo (EI)
Não se aplica			0,00	
Portas (EI)	Existe (mas não é necessário)	0,50	0,80	1,10
	Respeita Legislação Regulamentar	1,00	1,10	1,20
	Não Respeita Legislação Regulamentar	1,20	1,30	1,40

Da análise do Quadro 3.36 nota-se que o valor do fator DPI_{EI} pode assumir valores entre 0,50 e 1,40. Da análise destes parâmetros resultam 9 situações possíveis de avaliação por parte do projetista na análise do risco de incêndio do edifício. Considera-se como melhor caso quando existe porta com características de estanquidade e isolamento, não sendo exigida pela legislação, e quando as paredes respeitam integralmente a legislação. Quando a porta não respeita a legislação em vigor e as paredes não possuem resistência ao fogo, o fator assume o valor de 1,40.

3.6.4. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – AFASTAMENTO ENTRE VÃOS, DIEDROS E GUARDA-FOGO (DPI_{VDGF})

Este fator parcial pretende traduzir o perigo do incêndio se propagar pelo exterior devido às condições de afastamento dos vãos do edifício, à resistência ao fogo dos diedros e à parede de empena/guarda-fogo.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Afastamento entre Vãos: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar (Distância entre vãos > 1,10 m);
- Resistência ao Fogo das Faixas Verticais (Diedros): Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Parede de Empena / Guarda-Fogo: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar.

Este fator reflete o artigo **7.º do RT-SCIE**, ponto **1 a 8** e os artigos **8.º a 10.º do RT-SCIE**: **Título II** – Condições exteriores comuns, **Capítulo II** – Limitações à propagação do incêndio pelo exterior.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento dos artigos acima descritos.

Os valores do fator parcial DPI_{VDGF} são apresentados no Quadro 3.37.

Quadro 3.37 – Valores de DPI_{VDGF}

DPI_{VDGF}	Respeita Legislação Regulamentar	Não Respeita Legislação Regulamentar
Não se Aplica	0,00	
Afastamento entre Vãos	1,00	1,20
Resistência ao Fogo das Faixas Verticais (Diedros)	1,00	1,20
Parede de Empena / Guarda-Fogo	1,00	Classe A1 1,10 Pior que Classe A1 1,30

Para cada um dos descritores considerados, é realizado o máximo entre os valores estabelecidos. Por exemplo, caso o afastamento entre vãos respeite a legislação (1,00), a resistência ao fogo das faixas verticais não respeite a legislação (1,20) e a parede de empena/guarda-fogo não respeite a legislação sendo de classe A1 (1,10), o valor do fator DPI_{VDGF} assume o valor de 1,20.

Da análise do Quadro 3.37 comprova-se que o valor do fator DPI_{VDGF} pode assumir valores entre 1,00 e 1,30. Da análise destes parâmetros resultam 7 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE na análise do risco de incêndio do edifício. Considera-se como pior caso aquele em que a parede de empena/guarda-fogo não respeita a legislação regulamentar e quando esta possui uma classe pior que a classe A1.

Quando não existem vãos sobrepostos no edifício, diedros com abertura inferior a 135º ou paredes de empena/guarda-fogos, o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.6.5. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – PROTEÇÃO DAS PAREDES EXTERIORES (DPI_{PE})

Este fator parcial pretende traduzir o nível de proteção das paredes exteriores do ponto de vista da reação ao fogo.

Os descritores considerados neste fator são:

- Reação ao Fogo das Paredes Exteriores: Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Tipo de Parede: Tradicional, ETICS ou Ventilada/Cortina.

O fator DPI_{PE} reflete o artigo **7.º do RT-SCIE**, ponto **9 a 12.º do RT-SCIE**: **Título II** – Condições exteriores comuns, **Capítulo II** – Limitações à propagação do incêndio pelo exterior.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento do artigo acima descrito.

Os valores do fator parcial DPI_{PE} são apresentados no Quadro 3.38.

Quadro 3.38 – Valores de DPI_{PE}

DPI_{PE}			Tipo de Parede Exterior		
			Tradicional	ETICS	Ventilada/Cortina
Não se Aplica				0,00	
Reação ao Fogo das Paredes Exteriores	Respeita Legislação Regulamentar			1,00	
	Não Respeita Legislação Regulamentar	< 1 classe	1,05	1,10	1,15
		< 2 classes	1,10	1,20	1,30
		< 3 classes	1,20	1,30	1,40

Da análise do Quadro 3.38 observa-se que o valor do fator DPI_{PE} pode assumir valores entre 1,00 e 1,40. Da análise destes parâmetros resultam 10 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE na análise do risco de incêndio do edifício.

Caso o edifício em análise não tenha mais de um piso em elevação, o fator DPI_{PE} não se aplica e assume o valor 0,00.

3.6.6. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE SEGURANÇA (DPI_{OGS})

Este fator pretende traduzir a contribuição que os procedimentos ou planos de emergência e as ações de formação e/ou simulacros possam ter no evitar de incidentes e prejuízos decorrentes do incêndio.

Os descritores considerados neste fator são:

- Procedimentos ou Planos de Emergência (PE): Exigidos pela Regulamentação, Não Exigidos pela Regulamentação mas existe, Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Ações de Formação e/ou Simulacros: Exigidos pela Regulamentação, Não Exigidos pela Regulamentação mas existe, Respeita ou Não a Legislação Regulamentar;
- Equipa de Segurança: Exigidos pela Regulamentação, Não Exigidos pela Regulamentação mas existe, Respeita ou Não a Legislação Regulamentar.

Este fator reflete o artigo **198.º do RT-SCIE do RT-SCIE**: **Título VII** – Condições gerais de autoproteção.

O fator 'Legislação Regulamentação: Respeita ou Não' compreende-se o cumprimento do artigo acima descrito. O facto de não respeitar a legislação regulamentar compreende o facto de os procedimentos ou planos de emergência estarem incompletos, mal realizados, não estão a ser cumpridos corretamente ou, no limite, não existirem, os simulacros e/ou as ações de formação serem realizadas sem a devida periodicidade ou não serem realizadas de todo e a equipa de segurança não estar definida e em funções como exige a legislação.

Os valores do fator parcial DPI_{OGS} são apresentados no Quadro 3.39.

Quadro 3.39 – Valores de DPI_{OGS}

DPI_{OGS}		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	

Para cada um dos descritores considerados, é realizado a média de todos os valores. Tomando como exemplo uma Utilização-Tipo IX da 2ª Categoria de Risco, os procedimentos ou planos de emergência são exigidos e suponhamos que não cumpre a legislação regulamentar; as ações de formação e simulacros são exigidos mas não existem (não respeita) e é exigido uma equipa de segurança de três elementos no qual respeita a legislação regulamentar, o valor do fator DPI_{OGS} assume o valor de 1,03.

A existência de procedimentos ou planos de emergência e a realização de ações de formação e/ou simulacros pode ou não ser exigida pela legislação, dependendo da UT e da categoria de risco do edifício.

Da análise do Quadro 3.39 constata-se que o valor de DPI_{OGS} pode variar entre 0,50 e 1,20. Assume o valor de 0,50 quando existem procedimento ou plano de emergência e a realização de ações de formação e/ou simulacro não sendo requerido pela legislação. Quando não existem quer procedimento ou plano de emergência, quer ações de formação e/ou simulacro, este fator assume o valor de 1,20.

Quando as medidas de autoproteção não são exigidas pela legislação (e não existem), o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.6.7. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL DPI

Conforme exposto na secção 3.6.1, o fator global Desenvolvimento e Propagação do Fogo (DPI) resulta da média aritmética de cinco fatores parciais apresentados anteriormente, obtido da equação 3.109.

$$DPI = \frac{DPI_{REIC} + DPI_{EI} + DPI_{VDGF} + DPI_{PE} + DPI_{OGS}}{5} \tag{3.109}$$

Em síntese, apresentam-se no Quadro 3.40 todos os fatores parciais do DPI, bem como todos os valores que estes podem assumir.

Quadro 3.40 – Resumo dos valores dos fatores parciais do DPI

Fator Parcial (DPI)	Limites dos Fatores Parciais														
DPI_{REIC} - Proteção **REI** do **C**enário de Incêndio e Vias de Evacuação Verticais			0,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55
DPI_{EI} - Proteção **EI** das Paredes e Portas do CI	0,00	0,50	0,80	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40							
DPI_{VDGF} - Afastamento entre **V**ãos, **D**iedros e **G**uarda-**F**ogo			0,00	1,00	1,10	1,20	1,30								
DPI_{PE} - Proteção das **P**aredes **E**xteriores			0,00	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40					
DPI_{OGS} - **O**rganização e **G**estão de **S**egurança	Média entre Plano de Emergência, Formação+Simulacro e Equipa de Segurança - 0,60 a 1,40														

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global DPI assume como valor mínimo 0,82 e como valor máximo 1,41. O valor de 1,00, destacado no Quadro 3.40, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

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

3.7.1. DESCRIÇÃO GERAL DO FATOR GLOBAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)

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

Este fator global, constituído por 7 fatores parciais, é obtido pela equação 3.110.

$$ESCI = \frac{ESCI_{GP} + ESCI_{SID} + ESCI_{AE} + ESCI_{HE} + ESCI_{EXT} + ESCI_{RIA} + ESCI_{CPB}}{7} \quad (3.110)$$

Em que:

- $ESCI$ – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio;
- $ESCI_{GP}$ – Fator Parcial ESCI – Grau Prontidão dos Bombeiros;
- $ESCI_{SID}$ – Fator Parcial ESCI – Sinalização, Iluminação e Deteção nas Zonas Comuns;
- $ESCI_{AE}$ – Fator Parcial ESCI – Vias de Acesso ao Edifício;
- $ESCI_{HE}$ – Fator Parcial ESCI – Hidrantes Exteriores;
- $ESCI_{EXT}$ – Fator Parcial ESCI – Extintores;
- $ESCI_{RIA}$ – Fator Parcial ESCI – Redes de Incêndio Armada;
- $ESCI_{CPB}$ – Fator Parcial ESCI – Corpo Privado de Bombeiros.

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

3.7.2. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – GRAU DE PRONTIDÃO DOS BOMBEIROS ($ESCI_{GP}$)

Este fator pretende traduzir o tempo entre o início de incêndio e o começo das ações de combate e salvamento por parte dos bombeiros. Quanto mais tarde ocorrer a intervenção dos bombeiros, mais difícil será a circunscrição do incêndio.

Os descritores considerados neste fator são:

- Distância do Trajeto dos Bombeiros: ≤ ou > 10 km;
- Tempo de Chegada dos Bombeiros ao local do Incêndio: ≤ 10 min, entre 10 e 20 min ou > 20 min.

Este tempo depende de diversos fatores como: Existência ou Não de Deteção Automática de Incêndio, Transmissão do Alerta, Tempo de Deslocação dos Bombeiros, Necessidade ou Não de estender lanços de mangueira, etc.;

- Tipo de Deteção e Alerta: Ausência de Deteção, Deteção e Alerta Automáticos ou Deteção e Alerta Manuais.

O fator $ESCI_{GP}$ reflete o anexo do **Despacho n.º 12037/2013** de 19 de setembro de 2013, intitulado por **Nota Técnica N.º 08 – Grau de Prontidão (GP) dos Meios de Socorro** da Autoridade Nacional de Proteção Civil. Este despacho é referenciado no artigo **13.º do RT-SCIE do RT-SCIE**: **Título II** – Condições exteriores comuns, **Capítulo III** – Abastecimento e prontidão dos meios de socorro.

Reflete, também, os artigos **118.º a 121.º e 124.º a 132.º do RT-SCIE**: **Título VI** – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, **Capítulo III** – Deteção, alarme e alerta.

Os valores do fator parcial $ESCI_{GP}$ são apresentados no Quadro 3.41.

Quadro 3.41 – Valores de $ESCI_{GP}$

$ESCI_{GP}$		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

Da análise do Quadro 3.41 observa-se que o valor de $ESCI_{GP}$ varia entre 0,80 e 1,50 consoante a distância do percurso dos bombeiros, do seu tempo de chegada e do tipo de deteção e alerta. Da análise destes parâmetros resultam 24 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE, na análise do risco de incêndio do edifício. Caso a distância dos bombeiros ao local de incêndio seja superior a 10 quilómetros, o valor do fator GP sobre 0,10.

Quando a deteção e alerta são automáticos, este fator assume os valores mais baixos. O seu valor máximo corresponde ao caso em que não existe deteção, o tempo de chegada é superior a 20 minutos e a distância a percorrer é superior a 10 quilómetros.

3.7.3. Descritores Associados ao Fator Parcial – Sinalização, Iluminação e Deteção das Zonas Comuns ($ESCI_{SID}$)

A sinalização, iluminação e deteção de um incêndio nas zonas comuns pode representar, na salvaguarda da vida humana, um fator muito importante dado que todos os segundos contam aquando do eclodir do incêndio. Uma rápida compreensão das saídas de emergência aliada a uma deteção precoce pode fazer a diferença. Este fator também é uma novidade em relação ao método MARIEE.

Para este fator parcial foram associados estes aspetos:

- Altura do Edifício: < 9m ou > 9m;
- Tipo de Dispositivos nas Zonas Comuns do Edifício: Sinalização + Iluminação + Deteção, Sinalização + Iluminação, apenas Sinalização ou Inexistência de qualquer dispositivo;
- Existência ou Não de Organização e Gestão de Segurança (OGS);
- Caixa de Escadas: Exterior ou Interior;

Este fator reflete os artigos **108.º a 132.º do RT-SCIE**: **Título VI** – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, **Capítulo I** – Sinalização, **Capítulo II** – Iluminação de emergência, **Capítulo III** – Deteção, alarme e alerta.

Também reflete os artigos **193.º a 207.º do RT-SCIE**: **Título VII** – Condições gerais de autoproteção.

Os valores do fator parcial $ESCI_{SID}$ são apresentados no Quadro 3.42.

Quadro 3.42 – Valores de $ESCI_{SID}$

$ESCI_{SID}$			Existência de OGS		Inexistência de OGS	
			Caixa de Escadas Exterior	Caixa de Escadas Interior	Caixa de Escadas Exterior	Caixa de Escadas Interior
Altura Edifício ≤ 9m	Dispositivos das Zonas Comuns	Sinal + Ilum + Det	0,40	0,50	0,60	0,70
		Sinal + Ilum	0,50	0,60	0,70	0,80
		Sinalização	0,70	1,05	0,85	1,20
		Inexistência	0,80	1,10	1,00	1,30
Altura Edifício > 9m	Dispositivos das Zonas Comuns	Sinal + Ilum + Det	0,50	0,60	0,70	0,80
		Sinal + Ilum	0,60	0,70	0,80	0,90
		Sinalização	0,80	1,10	0,95	1,30
		Inexistência	0,90	1,20	1,10	1,40

Da análise do Quadro 3.42 repara-se que o valor de $ESCI_{SID}$ varia entre 0,40 e 1,40. É importante salientar que o $ESCI_{SID}$ tem dos fatores mais baixos de todo o método de análise de Risco de Incêndio. Da análise destes parâmetros resultam 32 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE.

É de notar que os edifícios com caixa de escadas exterior têm fatores parciais menores, isto é, de menor impacto já que estas estão localizadas ao lado dos compartimentos principais. Em caso de incêndio, demora-se menos tempo a chegar às escadas exteriores que a escadas interiores.

3.7.4. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – VIAS DE ACESSO AO EDIFÍCIO ($ESCI_{AE}$)

As vias de acesso podem dificultar a chegada dos veículos de combate a incêndio ao edifício dificultando, desta forma, a atuação dos bombeiros. Este fator combina as características das vias com as dos meios de intervenção dos bombeiros.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Andar do Cenário de Incêndio;
- Acesso às Viaturas dos Bombeiros e possível constrangimento de posicionamento do Veículo.

O fator $ESCI_{AE}$ reflete os artigos **3.º a 5.º do RT-SCIE**: **Título I** – Condições exteriores comuns, **Capítulo I** – Condições exteriores de segurança e acessibilidade.

Os valores do fator parcial $ESCI_{AE}$ são apresentados no Quadro 3.43.

Quadro 3.43 – Valores de $ESCI_{AE}$

$ESCI_{AE}$	Vias de Acesso ao Edifício		
	Acesso Possível	Acesso com VLCI	Sem Acesso
R/C até 3º andar (inclusive)	1,00	1,20	1,40
> 3º andar	1,05	1,30	1,50
> 3º andar com constrangimento	1,10	1,40	1,60

Do estudo do Quadro 3.43 nota-se que o valor de $ESCI_{AE}$ varia entre 1,00 e 1,60 consoante o andar do cenário de incêndio e as vias de acesso ao edifício. Resultam 9 situações possíveis de avaliação por parte do projetista na análise do risco de incêndio do edifício.

O acesso e a proximidade das viaturas de socorro ao edifício são fatores importantes para o combate ao incêndio. No entanto, em centros históricos, nem sempre é possível esta proximidade devido às limitações das vias de acesso. Neste fator foram consideradas as possibilidades de o acesso ao edifício ser feito sem qualquer constrangimento (Acesso Possível), ser apenas possível o acesso por Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio (Acesso com VLCI) e o acesso ao edifício ser impossível para qualquer tipo de veículo de socorro.

3.7.5. Descritores Associados ao Fator Parcial – Hidrantes Exteriores ($ESCI_{HE}$)

Para o combate ao incêndio é essencial a existência de água, por isso, a existência de hidrantes exteriores é fundamental para a eficácia da atuação dos bombeiros.

Os descritores considerados neste fator são os seguintes:

- Distância do Hidrante ao Edifício;
- Existência de Hidrante Exterior.

Este fator reflete o artigo **12.º do RT-SCIE**: **Título I** – Condições exteriores comuns, **Capítulo III** – Abastecimento e prontidão dos meios de socorro.

Os valores do fator parcial $ESCI_{HE}$ são apresentados no Quadro 3.44.

Quadro 3.44 – Valores de $ESCI_{HE}$

$ESCI_{HE}$	Hidrantes Exteriores
Não se Aplica	0,00
Distância ≤ 30m	1,00
Distância > 30m e ≤ 60m	1,10
Distância > 60m	1,20
Não Existe (*)	1,60

(*) A opção 'Não Existe' pressupõe que o hidrante mais próximo do edifício se encontra a uma distância superior a 150m ou que esteja comprovadamente avariado ou não funcional.

Da observação do Quadro 3.44 averigua-se que o valor de $ESCI_{HE}$ varia entre 1,00 e 1,60. Este é igual a 1,00 no caso do hidrante se encontrar a menos de 30 metros e igual a 1,60 no caso de não existirem hidrantes exteriores nas imediações.

3.7.6. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – EXTINTORES ($ESCI_{EXT}$)

Nos primeiros segundos do deflagrar de um incêndio, os extintores podem ser um importante meio de extinção. Para que tal aconteça é necessário um correto manuseamento dos mesmos, sendo relevante a existência de formação no uso deste meio de intervenção. Por esta razão, o fator está dependente da existência da equipa de Organização e Gestão de Segurança (OGS) e da existência de planos de emergência/prevenção, simulacros e ações de formação.

Os descritores considerados no $ESCI_{EXT}$ são:

- Extintores: Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Existência de Organização e Gestão de Segurança (OGS).

Este fator reflete o artigo **163.º do RT-SCIE**: **Título VI** – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, **Capítulo V** – Meios de Intervenção, **Secção I** – Meios de primeira intervenção.

Os valores do fator parcial $ESCI_{EXT}$ são apresentados no Quadro 3.45.

Quadro 3.45 – Valores de $ESCI_{EXT}$

$ESCI_{EXT}$	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	1,20
Com OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,80	1,00	1,05	
Sem OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,90	1,05	1,10	

Da observação do Quadro 3.45 atesta-se que o valor de $ESCI_{EXT}$ varia entre 0,70 e 1,20. Da análise destes parâmetros resultam 10 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE.

Considera-se que a legislação é parcialmente cumprida nos casos em que existem extintores mas estes estão mal distribuídos no espaço, já se encontram fora do prazo ou quando o agente extintor é impróprio.

Quando não existem extintores no edifício mas também não são exigidos pela legislação, o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.7.7. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – REDES DE INCÊNDIO ARMADAS ($ESCI_{RIA}$)

Tal como os extintores, as redes de incêndio armada podem representar um importante meio de extinção de incêndio quando usadas corretamente. Dito isto, a existência de OGS assume, novamente, um papel importante na definição deste fator.

Os descritores considerados neste fator são:

- Redes de Incêndio Armadas (RIA): Respeita ou Não Legislação Regulamentar;
- Existência de Organização e Gestão de Segurança (OGS).

Este fator reflete os artigos **164.º a 167.º do RT-SCIE**: **Título VI** – Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança, **Capítulo V** – Meios de Intervenção, **Secção I** – Meios de primeira intervenção.

Os valores do fator parcial $ESCI_{RIA}$ são apresentados no Quadro 3.46.

Quadro 3.46 – Valores de $ESCI_{EXT}$

$ESCI_{RIA}$	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	1,20
Com OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,80	1,00	1,05	
Sem OGS – Plano de Prevenção + Formação	0,90	1,05	1,10	

Da análise do Quadro 3.46 constata-se que o valor de $ESCI_{RIA}$ varia entre 0,70 e 1,20. Da análise destes parâmetros resultam 10 situações possíveis de avaliação por parte do projetista de SCIE.

Considera-se que a legislação é parcialmente cumprida nos casos em que existem redes de incêndio armadas mas estas estão mal distribuídas no espaço, já se encontram degradadas ou algumas das bocas não funcionam.

Quando não existem redes de incêndio armadas no edifício mas também não são exigidos pela legislação, o fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.7.8. DESCRITORES ASSOCIADOS AO FATOR PARCIAL – CORPO PRIVADO DE BOMBEIROS ($ESCI_{CPB}$)

Na eficácia de combate ao incêndio, em relação à Organização e Gestão de Segurança (OGS), falta apenas ter em conta a eventual existência de corpo privado de bombeiros.

Os descritores considerados no fator $ESCI_{CPB}$ são os seguintes:

- Existência de Corpo Privado de Bombeiros (CPB).

Este fator reflete os artigos **193.º a 207.º do RT-SCIE**: **Título VII** – Condições gerais de autoproteção. Os valores do fator parcial $ESCI_{CPB}$ são apresentados no Quadro 3.47.

Quadro 3.47 – Valores de $ESCI_{CPB}$

$ESCI_{CPB}$	Corpo Privado de Bombeiros
Não se Aplica	0,00
Existe (mas não é exigido)	0,50
Existe	1,00
Não Existe	1,50

Do estudo do Quadro 3.47 averigua-se que o valor de $ESCI_{CPB}$ varia entre 0,50 (caso exista CPB sem ser necessário) e 1,50 (caso não exista CPB apesar de ser exigido pela legislação regulamentar).

Quando não existe CPB e não é exigido pela legislação, este fator não é considerado e assume o valor de 0,00.

3.7.9. CONCLUSÕES RELATIVAS AO FATOR GLOBAL ESCI

Conforme exposto no subcapítulo 3.7.1, o fator global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio (ESCI) resulta da média aritmética de sete fatores parciais apresentados anteriormente, obtido da equação 3.110.

$$ESCI = \frac{ESCI_{GP} + ESCI_{SID} + ESCI_{AE} + ESCI_{HE} + ESCI_{EXT} + ESCI_{RIA} + ESCI_{CPB}}{7} \quad (3.110)$$

Em síntese, apresentam-se no Quadro 3.48 todos os fatores parciais do ESCI, bem como todos os valores que estes podem assumir.

Quadro 3.48 – Resumo dos valores dos fatores parciais do ESCI

Fator Parcial (ESCI)	Limites dos Fatores Parciais														
$ESCI_{GP}$ - Grau de Prontidão dos Bombeiros							0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	
$ESCI_{SID}$ - Sinalização, Iluminação e Deteção das Zonas Comuns	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	
$ESCI_{AE}$ - Vias de Acesso ao Edifício									1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
$ESCI_{HE}$ - Hidrantes Exteriores								0,00	1,00	1,10	1,20	1,60			
$ESCI_{EXT}$ - Extintores					0,00	0,70	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20			
$ESCI_{RIA}$ - Redes de Incêndio Armadas					0,00	0,70	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20			
$ESCI_{CPB}$ - Corpo Privado de Bombeiros							0,00	0,50	1,00	1,50					

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global ESCI assume como valor mínimo 0,73 e como valor máximo 1,41. O valor de 1,00, destacado no Quadro 3.48, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

3.8. ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 3.0

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, Figura 3.18, consiste numa escala dividida em 12 classes de acordo com o Risco de Incêndio, 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 enquadradora da validade tendo em conta o ajuste que se fez ao método e à data possível de construção do edifício em análise.

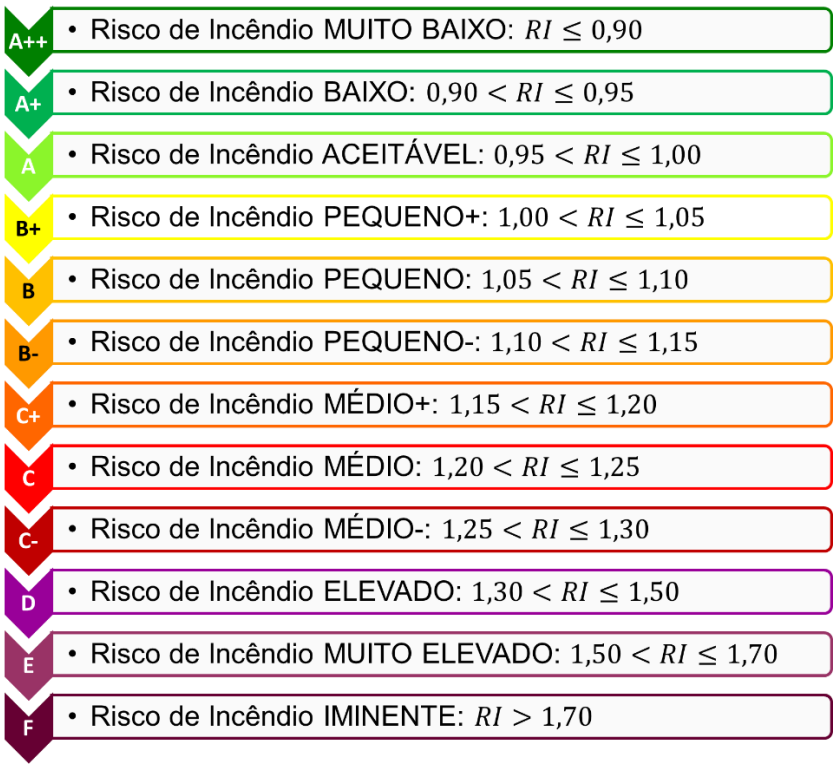


Fig. 3.18 – Escala de classificação de Riscos de Incêndio do Método CHICHORRO 3.0

No parque edificado português, nomeadamente nos centros históricos, predominam os edifícios construídos antes do aparecimento do betão como material estrutural dominante, recorrendo a materiais e tecnologias tradicionais como a madeira, a pedra, a areia, a cal, o barro e a terra.

A diferenciação entre estes tipos de edifícios baseia-se não só na época de construção mas, essencialmente, pela presença ou ausência de materiais e elementos estruturais de madeira. A existência deste elemento é muito importante no sentido de permitir a caracterização do comportamento de cada edifício face ao desenvolvimento e propagação do incêndio. Existem outros aspetos relevantes tais como: instalações elétricas e de gás natural e caixa de escadas enclausuradas.

As instalações elétricas representam, muito provavelmente, o maior perigo para o início do incêndio através do curto-circuito. Antes de 1975, em Portugal, a lei não previa regime de neutro (ligação das massas à terra), condutores isolados, descarregador de sobretensões e aparelhos diferenciais.

Em 1990, através do Decreto-Lei 64/1990, passou a vigorar a obrigatoriedade de caixas de escada enclausuradas nos edifícios com mais de um piso destinados a habitação com o objetivo de limitar o risco de ocorrência e desenvolvimento de incêndio, facilitar a evacuação dos ocupantes e favorecer a intervenção dos bombeiros.

Assim, foi proposto também o Quadro 3.49 no sentido de expor correções que se refletem no valor do fator máximo de incêndio aceitável dependendo do ano em que o edifício foi construído.

Quadro 3.49 – 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 a 2008	1,05
Entre 1975 a 1990	1,10
Entre 1968 a 1974	1,15
Entre 1951 a 1967	1,20
Anterior a 1951	1,25

O Risco de Incêndio mínimo aceitável deverá ser diferente consoante o ano de construção do edifício, evidenciando claramente que um edifício mais antigo, com as vulnerabilidades inerentes à tipologia construtiva dominante à época, assume um maior Risco de Incêndio.

3.9. ALTERAÇÕES GLOBAIS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este subcapítulo 3.9 serve para mostrar as melhorias mais significativas realizadas no método CHICHORRO 3.0 em relação à sua versão anterior (CHICHORRO 2.0 [3]).

Um dos principais objetivos desta dissertação é o de propor um método de avaliação de Risco de Incêndio que possa vir a ser efetivamente utilizado no futuro e não um método cujos fundamentos sejam demasiado teóricos ao ponto de comprometer a sua aplicação a casos correntes. Assim sendo, e através do estudo exaustivo da base de criação do fator CTI, foram propostas alterações no cálculo das velocidades, tempos de produção de fumo e tempos de evacuação de forma a fornecer um método mais rigoroso. A criação de novos métodos de cálculo no fator CTI e de novas tabelas referentes aos restantes fatores POI, DPI e ESCI originou a principal diferença entre o método CHICHORRO 2.0 [3] e o método em análise na presente dissertação.

Serão mostrados, em seguida, as principais alterações realizadas na presente dissertação:

- Reformulação da maioria das tabelas referentes aos fatores POI, DPI e ESCI de forma a reproduzirem melhor o RT-SCIE (Portaria 1532/2008 de 29 de Dezembro) [1];
- O tempo de percurso é, agora, corrigido de forma a ter em conta os efeitos retardadores do fumo na evacuação por parte dos ocupantes do edifício. Como consequência, o tempo de evacuação passa a estar, também ele, corrigido;
- No caso da UT I (Habitação) foi definida a velocidade horizontal normal para habitações como a velocidade a utilizar no cálculo do Risco de Incêndio pois trata-se de uma UT em que os utilizadores tem um conhecimento elevado sobre a localização das saídas do CI e assim, foi proposta um aumento de 20% em relação à velocidade de evacuação normal;
- Foi adicionado um novo dispositivo de deteção de fumo: Deteção por Aspiração.

- O tempo de evacuação das vias horizontais de evacuação passa, também ele, a ter em conta os efeitos nocivos do fumo na velocidade de evacuação podendo, desta forma, atrasar a evacuação dos utilizadores;

- Novas sequências de cálculo para os tempos de evacuação corrigidos (representadas através de fluxogramas) foram adicionadas, quer do cenário de incêndio, quer da via vertical e horizontal de evacuação;
- Criação de um cenário 4 que é constituído pelo cenário de incêndio, pela via horizontal e pela via vertical de evacuação, por esta ordem. No anterior modelo, o processo de cálculo de uma situação destas era calculado de forma a se ter não uma situação (CI + VHE + VVE) mas sim duas situações distintas: cenário de incêndio e via horizontal de evacuação (CI + VHE) e cenário de incêndio e via vertical de evacuação (CI + VVE): Este caso não é, de todo, real e é apresentado um novo modelo de cálculo para todas as situações em que haja ambas as tipologias de vias de evacuação acopladas ao cenário de incêndio.

Foi também realizado pequenos ajustes no que toda a definições de variáveis de forma a ter um significado mais explícito. Todas estas melhorias e ajustes têm um impacto acentuado em comparação com o modelo anterior, mais concretamente no fator CTI. No capítulo 5 será realizada um análise aprofundada da aplicação do modelo CHICHORRO 3.0 em doze edifícios, um de cada utilização-tipo. Desta forma foi possível perceber qual o impacto de todas as alterações realizadas na presente dissertação.

4
DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE ANÁLISE DE RISCO CHICHORRO 3.0

4.1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo desta dissertação consiste no desenvolvimento de uma aplicação/*software*, em linguagem de programação *Python*, do modelo de análise de Risco de Incêndio de forma a ser utilizado em qualquer interface, quer seja esta um *website*, uma aplicação móvel ou qualquer outra forma de interação com o utilizador. Esta interface é denominada de *front-end*. O *front-end* é responsável por coletar todas as entradas (*inputs*) do usuário, de vários formas, e processá-la para se adequar a uma especificação que o *back-end* possa utilizar. Assim, 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 desenvolvido, de raiz, em linguagem *Python*, tendo como base sólida o código fonte em *Visual Basic* (VB) desenvolvido por Ricardo Ferreira [3] e o seu executável. A escolha de *Python* prendeu-se ao facto de este ter um conjunto de fatores essenciais à sua utilização:

- Linguagem *open-source*;
- Uma das linguagens de programação mais populares do mundo (em junho de 2018, *Python* permanece no 4º. Lugar do ranking *TIOBE Index* [44];
- Linguagem de programação de alto nível amplamente utilizada, com menor tempo de desenvolvimento e arquivos executáveis mais rápidos;
- Código que prima pela legibilidade e a flexibilidade como, por exemplo, o uso de recuo de espaços em branco;
- Abrangente biblioteca disponível com grande poder de manuseamento de expressões matemáticas, bases de dados e criação de gráficos visuais.

Foi utilizado o software *IDE* (*Integrated Development Environment*) *Spyder*, da distribuição *Anaconda Cloud*, para a criação de todo o código criado no modelo de análise de Risco de Incêndio CHICHORRO 3.0.

Todo o código foi incorporado num servidor *web* de forma a ser possível a sua utilização como *back-end*. O *front-end* utilizado para a interface da aplicação foi uma Folha de Cálculo do *Google Docs* (*Google Sheets*) e de um *script* (programa escrito com instruções sequenciais que interpreta os dados fornecidos no *front-end* e os compila para serem utilizados, de forma correta, no *back-end*) em linguagem *JavaScript*.

Este código *script* é constituído por funções com o objetivo de acoplar todos os dados de entrada da folha de cálculo e os transformar em dados utilizáveis pelo programa em linguagem *Python*. Servem, também, para devolver os resultados que advêm do código "mãe" para a folha de cálculo nas respetivas células. São também realizadas verificações de tipos de dados e de erros de introdução de dados com o intuito de fornecer ao utilizador qual o erro que este possa estar a cometer. Entre estas funções, existem funções no *script* que limpam os dados introduzidos na folha de cálculo como resultados de forma a tornar o programa mais funcional para o utilizador.

Foi necessário criar e manter um servidor, através do *Amazon Web Services*, que pudesse hospedar o código escrito. A *Amazon Web Services*, também conhecido como *AWS*, é uma plataforma de serviços de computação em nuvem que formam uma plataforma de computação oferecida pela *Amazon.com*. Neste servidor foi instalado o sistema operativo *Ubuntu 16.04.4 LTS* onde foi hospedado todos os ficheiros de código do programa.

Para além disso, foi necessário criar um repositório *online* na plataforma *Bitbucket* que fizesse a ponte entre os ficheiros em *Python* localizados no repositório local do computador e o servidor na *Amazon Web Services*. Sempre que um alteração era realizada em algum dos ficheiros que continha o código em Python, essa alteração tinha de ser registada como um "*update*" no repositório *Bitbucket* e, através de algumas linhas de comando, foi possível atualizar o mesmo código no servidor. Foram realizados cerca de 55 pedidos de alteração ("*update*"), designados por "*commit*" no repositório *Bitbucket*.

4.2. ESTRUTURA E CÓDIGO

No total, o código é constituído por 5 arquivos separados, um para cada fator principal mais um ficheiro para o cálculo final do RI, que perfazem um total de 6725 linhas de código. Para além disso, foi necessário manter outro ficheiro, designado de "*Flask*", contendo 1290 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 depois é lido novamente pelo *front-end* como *outputs*. Os *outputs* são os valores resultados do processo de cálculo que são depois devolvidos ao *front-end*. A Figura 4.1 mostra o número de linhas, por ficheiro e *script*, necessárias para a realização e funcionalidade de todo o software CHICHORRO 3.0.

Python	
POI	730
CTI	1823
DPI	343
ESCI	410
RI	3419
TOTAL	**6725**
Flask:	1290
TOTAL	**8015**

Script			
POI	726	DEL POI	77
CTI	1569	DEL CTI	167
DPI	341	DEL DPI	35
ESCI	389	DEL ESCI	41
RI	1244	DEL RI	10
TOTAL	**4269**	**TOTAL**	**330**
TOTAL		**4599**	

TOTAL	**12614**

Fig. 4.1 – Número de linhas de código de cada ficheiro utilizado no *software* de cálculo CHICHORRO 3.0

Foram necessários 6 ficheiros na extensão *.py* (*Python*), num total de 8015 linhas de código. Estes ficheiros contemplam todo o código que executa as funções necessárias ao processo de cálculo de cada fator parcial e RI. No que toca ao *Google Script*, foram necessárias 4599 linhas de código escrito em *JavaScript*, dos quais 4269 são referentes à reunião de todos os dados de entrada da folha de cálculo de forma a os modificar em dados utilizáveis pelo programa em linguagem *Python*. É também realizado,

nestes *scripts*, todo o *debug* e erros de introdução de dados que possam ocorrer. As restantes 330 linhas servem apenas para limpar os dados resultantes do cálculo, caso seja esse o desejo do utilizador.

No total, foram programadas, no decurso da presente dissertação, 12614 linhas de código em linguagem *Python* e *JavaScript*.

Em termos estruturais, o software funciona conforme exemplificado na Figura 4.2.

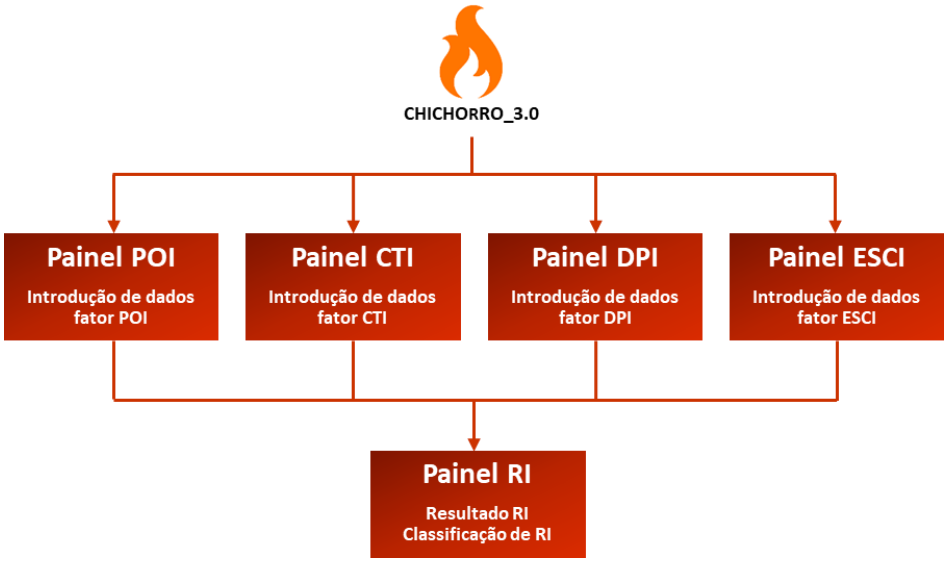


Fig. 4.2 – Fluxograma de funcionamento do *software* de cálculo CHICHORRO 3.0

Existem 4 painéis de introdução de dados, são estes: (ver Anexo A)

- Painel Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial POI:
  - Caracterização da construção (POI_{CC});
  - Instalações de energia elétrica (POI_{IEE});
  - Instalações de aquecimento (POI_{IA});
  - Instalações de confeção de alimentos (POI_{ICONFA});
  - Instalações de conservação de alimentos (POI_{ICONSA});
  - Instalações de ventilação e condicionamento de ar (POI_{IVCA});
  - Instalações de líquidos e gases combustíveis (POI_{ILGC});
  - Edifícios fronteiros (POI_{EF});
  - Frações adjacentes (POI_{FA});
  - Edifícios adjacentes (POI_{EA});
  - Procedimentos ou planos de prevenção (POI_{PPP});
  - Atividade (POI_{ATIV}).
- Painel Consequências Totais de Incêndio (CTI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial CTI:
  - Consequências no cenário de incêndio (CPI_{CI});
  - Consequências nas vias horizontais de evacuação (CPI_{VHE});
  - Consequências nas vias verticais de evacuação (CPI_{VVE}).

- Painel Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial DPI:
  - Proteção resistência, estanquidade e isolamento do CI e VVE (DPI_{REIC});
  - Proteção, estanquidade e isolamento das paredes e portas do CI (DPI_{EI});
  - Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada (DPI_{AV});
  - Proteção das paredes exteriores (DPI_{PE});
  - Organização e gestão da segurança (DPI_{OGS}).
- Painel Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio (ESCI) – Introdução de dados referentes ao fator parcial ESCI.
  - Grau de prontidão dos bombeiros ($ESCI_{GP}$);
  - Vias de acesso ao edifício ($ESCI_{AE}$);
  - Hidrantes exteriores ($ESCI_{HE}$);
  - Extintores ($ESCI_{EXT}$);
  - Rede de incêndio armada ($ESCI_{RIA}$);
  - Corpo privado dos bombeiros ($ESCI_{CPB}$).

Estes painéis também mostram o resultado de cada fator. Depois, existe um 5º painel:

- Painel RI – Resultado do Risco de Incêndio e respetiva Classificação.

Os botões que permitem efetuar o cálculo aparecem em todos os 5 painéis e estão associadas a uma função do *script* correspondente. A Figura 4.3 representa o grafismo do botão "Calcular".



Fig. 4.3 – 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, na Figura 4.1, como "DEL (…)". A Figura 4.4 representa o grafismo do botão "Limpar".



Fig. 4.4 – Botão "Limpar"

As Figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 ilustram excertos de diferentes secções do código escrito em linguagem *Python*.

```python
# ================================================================
# CALCULAR POI - CC
# ================================================================

def POI_CC(POI_CC_Comb, POI_CC_Infiltracoes, POI_CC_Revestimento):

    #  POI_CC_Comb = ('Incombustivel', 'Combustivel')
    #  POI_CC_Infiltracoes = ('Sem', 'Com')
    #  POI_CC_Revestimento = ('Adequado', 'Nao Adequado')

    _POI_CC = None

    if POI_CC_Comb == 'Incombustivel':
        if POI_CC_Infiltracoes == 'Sem':
            if POI_CC_Revestimento == 'Adequado':
                _POI_CC = 1.00
            elif POI_CC_Revestimento == 'Nao Adequado':
                _POI_CC = 1.10
        elif POI_CC_Infiltracoes == 'Com':
            if POI_CC_Revestimento == 'Adequado':
                _POI_CC = 1.30
            elif POI_CC_Revestimento == 'Nao Adequado':
                _POI_CC = 1.40
    elif POI_CC_Comb == 'Combustivel':
        if POI_CC_Infiltracoes == 'Sem':
            if POI_CC_Revestimento == 'Adequado':
                _POI_CC = 1.20
            elif POI_CC_Revestimento == 'Nao Adequado':
                _POI_CC = 1.30
        elif POI_CC_Infiltracoes == 'Com':
            if POI_CC_Revestimento == 'Adequado':
                _POI_CC = 1.60
            elif POI_CC_Revestimento == 'Nao Adequado':
                _POI_CC = 1.70

    if _POI_CC == None:
        return 'ERRO'

    return _POI_CC
```

Fig. 4.5 – Código referente ao fator parcial POI_{CC}

```python
    # ================================================================================
    # CPI - CI - Potencia - t_lim_p_CI
    # ================================================================================

    # Potencia Limite (kW) [3.14]
    Q_lim = (2.5 * 4 * np.pi * d**2) / 0.3

    if SistemaExtincao == 'Sem':

        # Tempo Limite (s) [3.15]
        t_lim_p_CI = 3 * (10 * Q_lim)**(1/2)

    elif SistemaExtincao == 'Com':

        # Potência Calorifica Libertada - Início Sprinklers (kW) [3.12]

        Q_aux = Symbol('Q_aux')
        Q_c = float(solve((((73 - 20)*( 2**(5/3) * 0.071 * Q_aux**(1/3) + 0.0018*Q_aux)) - Q_aux), Q_aux)[1])
        Q_at = Q_c / 0.7
        t_at = ((Q_at / 10**3)**0.5)*t_alpha

        del Q_aux, Q_c

        # Tempo de Atuação Sprinklers (s) [3.16]
        t_sprinklers = 434.783*np.log(Q_lim / Q_at)

        t_lim_p_CI = t_at + t_sprinklers

    t_lim_p_CI_min_seg = str(int(t_lim_p_CI/60)) + ' min e ' + str(abs(ceil((t_lim_p_CI/60 - int(t_lim_p_CI/60))*60))) + ' s'
    if int(t_lim_p_CI/60) == 0:
        t_lim_p_CI_min_seg = str(ceil((t_lim_p_CI/60 - int(t_lim_p_CI/60))*60)) + ' s'
```

Fig. 4.6 – Código referente ao cálculo da variável t_{limite} (potência) do fator parcial CTI_{CI}

```
        # Definição do Volume de Fumo Extraído no CI
        if SistemaControloFumo == 'Sem':
            Vf_ext_CI = 0
        elif SistemaControloFumo == 'Com':
            if area <= 100:
                Vf_ext_CI = 1.5
            elif area > 100:
                Vf_ext_CI = 2.0

        # -- Cálculo do Volume de Fumo correspondente a t0_VHE --
        Vf_t0_VHE = 0
        t_aux = 1
        while t_aux <= t0_VHE:
            if Vf_ext_CI == 0:
                Qc = 0.7 * 10 ** 3 * (t_aux / t_alpha) ** 2
                m = 2 ** (5 / 3) * 0.071 * Qc ** (1 / 3) + 0.0018 * Qc
                T = 273.15 + (20 + (Qc / m))
                pf = (1.01325 * 10 ** 5) / (287 * T)
                Vf_aux_t0 = m / pf
                Vf_t0_VHE += Vf_aux_t0
                t_aux += 1
            else:
                Qc = 0.7 * 10 ** 3 * (t_aux / t_alpha) ** 2
                m = 2 ** (5 / 3) * 0.071 * Qc ** (1 / 3) + 0.0018 * Qc
                T = 273.15 + (20 + (Qc / m))
                pf = (1.01325 * 10 ** 5) / (287 * T)
                Vf_aux_t0 = (m / pf) - Vf_ext_CI
                if Vf_aux_t0 < 0:
                    Vf_t0_VHE = 0
                else:
                    Vf_t0_VHE += Vf_aux_t0
                t_aux += 1
        del Qc, m, T, pf, Vf_aux_t0, t_aux

        # Cálculo da Área da VHE
        A_VHE = l_VHE * b_VHE

        # -- Cálculo do Volume de Fumo Limite nas VHE --
        Vf_lim_VHE = A_VHE * (pedireito_CI - 2)

        # -- Cálculo do Volume de Fumo Soma - V(t0_VHE) + VflimiteVHE --
        Vf_soma_VHE = Vf_t0_VHE + Vf_lim_VHE
```

Fig. 4.7 – Excerto de código referente ao cálculo das variáveis $t_{0_{VHE}}$, $V_{f\ limite\ VHE}$ e $V_{f\ soma\ VHE}$ do fator CTI_{VHE}

```
@app.route('/CTI/CTI_CI', methods=['POST'])
def CTI_CI():

    data = request.json

    TipoEdif = data["TipoEdif"]
    area = data["area"]
    pedireito_CI = data["pedireito_CI"]
    efetivo = data["efetivo"]
    saidas = data["saidas"]
    Dispositivos = data["Dispositivos"]
    SistemaDetecao = data["SistemaDetecao"]
    SistemaExtincao = data["SistemaExtincao"]
    SistemaControloFumo = data["SistemaControloFumo"]
    CI_ReacaoFogoTetoParedes = data["CI_ReacaoFogoTetoParedes"]
    CI_ReacaoFogoPavimento = data["CI_ReacaoFogoPavimento"]

    Aplica_VHE = data["Aplica_VHE"]
    l_VHE = data["l_VHE"]
    b_VHE = data["b_VHE"]
    VHE_ReacaoFogoTetoParedes = data["VHE_ReacaoFogoTetoParedes"]
    VHE_ReacaoFogoPavimento = data["VHE_ReacaoFogoPavimento"]

    Aplica_VVE = data["Aplica_VVE"]
    l_VVE = data["l_VVE"]
    n_pisos_abaixo = data["n_pisos_abaixo"]
    n_pisos_acima = data["n_pisos_acima"]
    A_claraboia = data["A_claraboia"]
    VVE_ReacaoFogoTetoParedes = data["VVE_ReacaoFogoTetoParedes"]
    VVE_ReacaoFogoPavimento = data["VVE_ReacaoFogoPavimento"]


    CTI__CI = cti.CTI(TipoEdif,area,pedireito_CI,efetivo,saidas,Dispositivos,SistemaDetecao,SistemaExtincao,SistemaControloFumo,CI_ReacaoFogoTetoPare

    response = {
        "t_lim_p_CI_min_seg": CTI__CI.get('t_lim_p_CI_min_seg'),
        "d": CTI__CI.get('d'),
        "t_alpha": CTI__CI.get('t_alpha'),
        "Q_lim": CTI__CI.get('Q_lim'),
```

Fig. 4.8 – Excerto de código do programa *Flask* referente ao fator CTI_{CI}

As Figuras 4.9, 4.10 e 4.11 ilustram excertos de diferentes secções do código *script* em linguagem *JavaScript*.

```
function DEL_CTI_CI() {
  var CTI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("CTI");

  CTI_sheet.getRange(7,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(8,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(9,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(10,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(11,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(12,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(13,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(14,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(15,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(16,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(17,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(18,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(19,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(20,6).clearContent()

  CTI_sheet.getRange(7,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(8,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(9,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(10,10).clearContent()

  CTI_sheet.getRange(13,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(14,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(15,10).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(16,10).clearContent()

  CTI_sheet.getRange(20,2).clearContent()

  CTI_sheet.getRange(24,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(25,6).clearContent()
  CTI_sheet.getRange(27,6).clearContent()
}
```

Fig. 4.9 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente ao DEL CTI CI: limpar células

```
function RI() {

  // GET SPREEDSHEET
  var POI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("POI");
  var CTI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("CTI");
  var DPI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("DPI");
  var ESCI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("ESCI");

  var RI_sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("RI");

  // GET DATA VALUES

  // POI
  POI_CC_Comb = POI_sheet.getRange(7,3).getValue();
  POI_CC_Infiltracoes = POI_sheet.getRange(8,3).getValue();
  POI_CC_Revestimento = POI_sheet.getRange(9,3).getValue();
  POI_IEE_Regul = POI_sheet.getRange(15,3).getValue();
  POI_IEE_LigPirata = POI_sheet.getRange(16,3).getValue();
  POI_IEE_PIPC = POI_sheet.getRange(17,3).getValue();
  POI_IEE_Quadros = POI_sheet.getRange(18,3).getValue();
  POI_IEE_CondCircuito = POI_sheet.getRange(19,3).getValue();
  POI_IA_Condicao = POI_sheet.getRange(7,5).getValue();
  POI_IA_TipoInst = POI_sheet.getRange(8,5).getValue();
  POI_IA_TipoInst2 = POI_sheet.getRange(9,5).getValue();
  POI_IA_Conduta = POI_sheet.getRange(10,5).getValue();
  POI_IA_Regul = POI_sheet.getRange(11,5).getValue();
  POI_ICONFA_Aplica = POI_sheet.getRange(17,5).getValue();
  POI_ICONFA_TipoComb = POI_sheet.getRange(18,5).getValue();
  POI_ICONFA_Inst = POI_sheet.getRange(19,5).getValue();
  POI_ICONFA_VentExtr = POI_sheet.getRange(20,5).getValue();
  POI_ICONFA_CorteEletrico = POI_sheet.getRange(21,5).getValue();
  POI_ICONSA_Aplica = POI_sheet.getRange(7,7).getValue();
  POI_ICONSA_Regul = POI_sheet.getRange(8,7).getValue();
  POI_IVCA_Aplica = POI_sheet.getRange(14,7).getValue();
  POI_IVCA_Inst = POI_sheet.getRange(15,7).getValue();
  POI_IVCA_Util = POI_sheet.getRange(16,7).getValue();
  POI_ILGC_Aplica = POI_sheet.getRange(22,7).getValue();
  POI_ILGC_Armaz = POI_sheet.getRange(23,7).getValue();
  POI_ILGC_Util = POI_sheet.getRange(24,7).getValue();
```

Fig. 4.10 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente ao RI: receber *inputs*

```
1199        if (typeof(dataResponseRI.RI.RI) == 'undefined') {
1200          RI_sheet.getRange(12,5).setValue("ERRO")
1201        } else {
1202          RI_sheet.getRange(12,5).setValue(dataResponseRI.RI.RI)
1203          RI_sheet.getRange(12,6).setValue(dataResponseRI.RI.RI_Escala)
1204
1205          if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "A++") {
1206            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#008000');
1207          }
1208          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "A+") {
1209            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#00b050');
1210          }
1211          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "A") {
1212            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#8bf52b');
1213          }
1214          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "B+") {
1215            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#ffff00');
1216          }
1217          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "B") {
1218            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#ffc000');
1219          }
1220          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "B-") {
1221            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#ff9900');
1222          }
1223          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "C+") {
1224            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#ff6600');
1225          }
1226          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "C") {
1227            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#ff0000');
1228          }
1229          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "C-") {
1230            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#c00000');
1231          }
1232          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "D") {
1233            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#990099');
1234          }
1235          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "E") {
1236            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#993366');
1237          }
1238          else if (dataResponseRI.RI.RI_Escala == "F") {
1239            RI_sheet.getRange(12,6).setFontColor('#660033');
1240          }
1241        }
```

Fig. 4.11 – Excerto do *script* em *JavaScript* referente à classificação do RI: definição de cor correspondente

Estes são alguns excertos de diferentes secções do código, escrito em *Python* e *JavaScript*, que compõem o *software* CHICHORRO 3.0.

O grafismo referente ao software propriamente dito é desenvolvido no subcapítulo seguinte, 4.3.

4.3. SOFTWARE

Em termos de *software*, este foi desenvolvido na plataforma da *Google* chamada *Google Sheets* que mais não é que uma folha de cálculo online acessível através da ligação à internet e com uma conta *Google*.

Para isso foi necessária a criação de um ficheiro *Google Sheet* e foi necessário adaptá-lo e formatá-lo tendo em conta o requerido para o *software* funcionar. Este plataforma foi a escolha do autor de forma a criar um *front-end* simples mas funcional, onde o utilizador do programa não tivesse dificuldades em o utilizar. Todas as células que não devem ser alteradas pelo utilizador foram protegidas de edição e os campos que devem ser editados pelo utilizador foram realizadas através da validação de dados onde é criada uma *Combo Box/Drop-Down List*, isto é, uma caixa de combinação (combinação de uma caixa de texto e de uma lista que permite mostrar uma lista completa de opções a preencher). Desta forma, o utilizador fica restrito às opções mostradas nestas caixas de combinação que, por sua vez, estão devidamente programadas no código de forma a, ao serem selecionadas, este proceder ao seu cálculo sem qualquer margem para possíveis erros.

A escolha do *Google Sheets* prendeu-se, também, pelo facto de ser de rápido manuseamento e de este servir como "*versão Beta*" do software com o intuído de mostrar que o código funciona e que poderá ser incorporado noutras plataformas.

Num futuro breve, está planeado criar uma plataforma *web* ou um *website*, escrito em *HTML* e *CSS*, em que o utilizador aceda ao *software* através de um endereço *web* (*link*) e possa utilizar o software de forma livre e responsável, sem este ter acesso ao código fonte.

Apesar de ser possível, no início, a criação desta plataforma web por parte do autor, este não foi visto como uma escolha razoável, no ponto de vista do autor, para uma primeira versão experimental do método CHICHORRO 3.0. Isto porque, apesar de o autor dominar o essencial da programação em *web*, a sua criação requeria mais tempo e um *debug* mais exaustivo, ações incompatíveis com o tempo destinado à realização da presente dissertação. O autor focou-se mais exaustivamente na *source*, isto é, no código fonte e na utilização funcional de todas as funções do código.

A 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, também é algo a ser, futuramente, implementado.

Apesar desta primeira versão estar concluída, ainda é necessário utilizá-la inúmeras vezes para perceber se as alterações realizadas no programa têm um impacto razoável nos valores, tendo em conta o que se espera.

Para aceder ao software, o autor criou um email *Google* para a utilização do método e um link endereçado ao *Google Sheet* referenciado anteriormente. Assim, o autor pode controlar quem tem acesso à plataforma, isto porque os scripts são acessíveis neste método de partilha. Foi também guardada uma cópia na conta *Google* do próprio autor de forma a servir de *backup*.

Apesar de o script ser utilizado para fazer a conexão entre a folha de cálculo *Google* e o código fonte contido no servidor, caso o software seja migrado para um website, este código *script*, escrito em linguagem *JavaScript* é, na sua maioria, necessário para, neste caso, fazer a ponte entre o *website* e o servidor; apenas são alteradas as linhas que contêm os comandos de pedir os *inputs* e devolver os *outputs*. Toda o restante código de compatibilizar o *front-end* e o *back-end* terá de ser utilizado de forma a manter a funcionalidade do programa.

No Anexo A é mostrado cada um dos painéis referenciados na Figura 4.2 de forma a possibilitar ao leitor uma melhor visualização de cada separador da folha de cálculo Google.

5
CASO DE ESTUDO: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE 12 EDIFÍCIOS-TIPO

5.1. INTRODUÇÃO

Uma vez que foram realizadas alterações ao modelo, referidos nos capítulos 3 e 4, o método CHICHORRO 3.0 foi aplicado a doze edifícios, um de cada utilização tipo. Pretende-se, desta forma, avaliar a assertividade e sensibilidade de cálculo do novo método em comparação com os métodos anteriores, nomeadamente os casos tipo do *Excel* do autor André Correia [27], o método CHICHORRO de André Correia [27] e Jorge Pissarra [28] e o método CHICHORRO 2.0 desenvolvido por Ricardo Ferreira [3].

Para esse efeito, foram utilizados os doze edifícios desenvolvidos por Gonçalo Maia na sua dissertação intitulada "Modelo de Análise de Risco de Incêndio CHICHORRO – Análise de Sensibilidade através da sua aplicação a 12 edifícios" [45]. Os edifícios a analisar são:

1) Habitação nas Escadas do Barredo;
2) Parque de Estacionamento dos Leões;
3) Escritório da *Clever Advertising*;
4) Edifício B da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP);
5) Hospital de Fão;
6) Auditório Municipal de Esposende;
7) Hotel Suave Mar;
8) Espaço Comercial em Esposende;
9) Complexo de Piscinas Foz do Cávado;
10) Museu Marítimo de Esposende;
11) Biblioteca da FEUP;
12) Armazém Industrial do Montijo.

São apresentados, neste capítulo, apenas os dados mais relevantes para o estudo da sensibilidade dos vários métodos, pelo que não será feita uma descrição exaustiva de todos os *inputs* e passos a dar.

5.2. CASO DE ESTUDO 1 – HABITAÇÃO NAS ESCADAS DO BARREDO

5.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

O edifício em estudo trata-se de uma habitação unifamiliar situada nas Escadas do Barredo, no centro histórico do Porto. É apenas acessível por via pedonal, sendo constituída por quatro pisos, que, no total, perfazem uma área de 110 m². Em 2015, este edifício foi alvo de uma reabilitação que o destaca da maioria dos edifícios envolventes por estes se apresentarem em estado avançado de degradação.

O cenário de incêndio considerado para esta habitação foi o 2º piso que, apesar de não ser o mais elevado, é o que representará um risco de incêndio mais acentuado, uma vez que se considera o 3º piso uma zona apenas de arrumação cujo efetivo é nulo. Neste espaço de 30 m² é possível encontrar uma cozinha, um quarto e uma caixa de escadas não compartimentada na zona central. De entre as particularidades, destaque para a presença de um forno de lenha, o que por si só constitui um fator preditivo para o aumento do risco de incêndio.

5.2.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foram introduzidos os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.1, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.1 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-I

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,40	1,40	1,30	1,30
POI_{IEE}		1,30	1,30	1,00	1,00
POI_{IA}		1,35	1,35	0,85	0,85
POI_{ICONFA}		1,40	1,40	1,20	1,10
POI_{ICONSA}		1,10	1,10	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,20	1,20	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,20	1,20	0,00	0,00
POI_{EF}		1,20	1,20	1,40	1,40
POI_{EA}		1,30	1,30	1,30	1,30
POI_{FA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,20	1,20	0,00	0,00
POI_{ATIV}		1,00	1,00	1,00	1,00
	POI	**1,22**	**1,22**	**1,15**	**1,14**
CPI_{CIP}		0,70	0,90	0,90	1,00
CPI_{CIF}		1,20	1,60	1,60	1,40
CPI_{CIMR}		1,05	1,05	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,93**	**1,16**	**1,15**	**1,13**
CPI_{VHEF}		1,15	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		1,05	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**1,12**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		1,18	1,18	1,18	1,00
CPI_{VVEMR}		1,05	1,05	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**1,14**	**1,14**	**1,12**	**1,00**
	CTI	**0,99**	**1,15**	**1,14**	**1,09**
DPI_{REIC}		1,40	1,40	1,00	1,15
DPI_{EI}		0,00	0,00	0,00	0,00
DPI_{VDGF}		1,20	1,20	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,10	1,10	1,10	1,00
DPI_{OGS}		1,20	1,20	0,00	0,00
	DPI	**1,23**	**1,23**	**1,03**	**1,05**
$ESCI_{GP}$		1,20	1,20	1,20	1,10
$ESCI_{SID}$		0,00	1,30	0,00	1,30
$ESCI_{AE}$		1,40	1,50	1,40	1,40
$ESCI_{HE}$		1,30	1,30	1,05	1,10
$ESCI_{EXT}$		0,00	0,00	0,00	0,00
$ESCI_{RIA}$		0,00	0,00	0,00	0,00
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**1,30**	**1,33**	**1,22**	**1,23**
	RI	**1,53 E**	**1,80 F**	**1,47 D**	**1,42 D**

Da análise do Quadro 5.1 é possível concluir que, apesar do RI do método CHICHORRO 3.0 ser menor que o do método rigoroso do CHICHORRO 2.0, este manteve a mesma classificação de risco. Esta diminuição deveu-se, essencialmente, ao fator CTI.

O fator CTI teve em conta, neste novo modelo, o efeito retardador do fumo que, neste caso em específico, beneficiou o tempo de evacuação reduzindo, assim, os fatores CTI_{CI} e CTI_{VVE}. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que diminuísse 0,05 em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é pouco significativa, uma vez que não fez com que alterasse a escala de classificação de Risco de Incêndio.

5.3. CASO DE ESTUDO 2 – PARQUE DE ESTACIONAMENTO – PRAÇA DOS LEÕES

5.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

O Parque de estacionamento em estudo está localizado no coração da baixa portuense, estabelecendo ligação subterrânea entre a Praça de Carlos Alberto e a Praça de Lisboa, com um total de 880 lugares.

Para a avaliação do risco de incêndio será exclusivamente objeto de análise a área correspondente à Praça dos Leões. Esta zona do Parque é formada por dois pisos enterrados de 500 m² cada, sendo que o acesso entre os mesmos é possível através de rampas.

A ligação entre os outros parques e entre os diferentes pisos é estabelecida por portões corta fogo que, em caso de incêndio, fecham de forma a que o fogo não se propague, isolando assim o cenário de incêndio.

O Parque possui ainda equipamentos de desenfumagem, redes de incêndio armadas, sinalização, iluminação e deteção de incêndio.

5.3.2. RESULTADOS

Neste subcapítulo será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.2, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Da análise do quadro é possível perceber que o valor do Risco de Incêndio é 0,04 valores inferior comparado com o método rigoroso e 0,14 valores comparado com o método simplificado do modelo CHICHORRO 2.0. Em relação ao método rigoroso do modelo CHICHORRO 2.0, apesar desta diminuição no RI, esta não foi suficiente para alterar a classificação de Risco de Incêndio. Esta diminuição deveu-se, essencialmente, ao fator DPI, mais concretamente aos fatores DPI_{REIC} e DPI_{OGS}.

A alteração do fator DPI_{REIC} deveu-se ao facto de, no novo método, caso a classificação REI da Via Vertical de Evacuação cumpra a legislação regulamentar, este adquire o valor de 1,00.

No que toca ao DPI_{OGS}, é realizada uma média entre os procedimentos ou planos de emergência, as ações de formações e/ou simulacros e a equipa de segurança. Assim, a média dos valores 0,80, 1,10 e 0,70 é de 0,87, valor menor que o valor do método anterior (1,00).

Quadro 5.2 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-II

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,10	0,00	0,00
POI_{EA}		1,10	1,10	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,20	1,20	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,10	1,10	1,00	1,00
	POI	**1,06**	**1,08**	**1,03**	**1,03**
CPI_{CIP}		0,50	0,50	0,50	0,50
CPI_{CIF}		0,90	0,90	0,80	0,90
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,72**	**0,72**	**0,68**	**0,72**
CPI_{VHEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		1,18	1,18	1,18	1,15
CPI_{VVEMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**1,12**	**1,12**	**1,12**	**1,10**
	CTI	**0,85**	**0,85**	**0,83**	**0,84**
DPI_{REIC}		1,20	1,20	1,20	1,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{PE}		1,10	1,10	0,00	0,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	0,87
	DPI	**1,06**	**1,06**	**1,07**	**0,96**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,90
$ESCI_{SID}$		1,30	1,20	1,10	0,70
$ESCI_{AE}$		1,00	1,20	1,00	1,20
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{RIA}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**1,03**	**1,05**	**0,98**	**0,97**
	RI	**0,95 A**	**0,97 A**	**0,87 A++**	**0,83 A++**

5.4. CASO DE ESTUDO 3 – ESCRITÓRIO *CLEVER ADVERTISING*

5.4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

No ano de 1972, uma importante fábrica têxtil foi transformada num dos primeiros parques empresariais da cidade do Porto. Localizado estrategicamente junto das principais vias de comunicação, o Parque é composto por espaços de diferentes dimensões e características, licenciados para 4 grandes setores: Serviços, Comércio Grossista, Armazenamento e Indústria.

Em 2015, um dos espaços foi adquirido por uma empresa de publicidade online, com vista a ser a sua sede.

Para efeitos de estudo, foi considerado como cenário de incêndio a totalidade do edifício. Com uma área total de 1470 m², funciona na sua maioria como *open space*, tendo ainda um gabinete de 120 m² de área e outros vinte e dois de 17 m², quatro salas "Skype" de 10 m², cinco salas de reunião (6-10 lugares sentados), um estúdio de fotografia, duas copas e uma sala de fumo, distribuídos por dois pisos elevados.

O escritório está corretamente equipado em termos de 1º intervenção, possuindo ainda rede de incêndio armada, sinalização, iluminação e planos de prevenção e emergência como se pode constatar através da planta de emergência.

5.4.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foi introduzido os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.3, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.3 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-III

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,00	1,10	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,05	1,05	1,00	1,00
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,10	1,10	1,20	1,20
POI_{FA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,20	1,20	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,00	1,00	1,00	1,00
	POI	**1,05**	**1,05**	**1,04**	**1,04**
CPI_{CIP}		0,70	0,50	0,50	0,50
CPI_{CIF}		1,00	0,70	0,70	0,60
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,85**	**0,65**	**0,65**	**0,62**
CPI_{VHEF}		1,06	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		1,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**1,04**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		1,18	0,00	0,00	0,00
CPI_{VVEMR}		1,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VVE}	**1,12**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	CTI	**0,93**	**0,65**	**0,65**	**0,62**
DPI_{REIC}		1,10	1,10	0,00	0,00
DPI_{EI}		0,00	0,00	0,00	0,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,30
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,05
DPI_{OGS}		1,20	1,20	1,00	1,03
	DPI	**1,08**	**1,08**	**1,00**	**1,13**
$ESCI_{GP}$		0,80	1,20	0,80	0,90
$ESCI_{SID}$		0,80	0,80	0,50	0,70
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	1,05	1,05
$ESCI_{RIA}$		0,00	0,00	1,05	1,05
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,93**	**1,01**	**0,90**	**0,95**
	RI	**0,93 A+**	**0,71 A++**	**0,64 A++**	**0,67 A++**

Da análise do Quadro 5.3 é possível concluir que há apenas uma ligeira alteração no RI do método CHICHORRO 3.0 em comparação com o método rigoroso do CHICHORRO 2.0. No entanto, há que ter atenção ao facto de os valores parciais, nomeadamente o DPI e ESCI serem bem diferentes entre os modelos. As maiores alterações são no fator DPI_{VDGF} e no $ESCI_{SID}$.

Em relação ao fator DPI_{VDGF} (anterior DPI_{AV}), este considera, também, a proteção das paredes de empena e guarda-fogo. Visto que o guarda-fogo não cumpre com a legislação, este sofreu um aumento de 0,30 em relação ao anterior método. No que toca ao fator $ESCI_{SID}$, este fator sofreu um aumento de 0,20 devido à reformulação das tabelas referentes ao antigo $ESCI_{SID}$ para uma tabela que engloba todos os valores. Nesta nova tabela, para os dados fornecidos, era necessário que existisse OGS para assumir o valor 0,50. Como não é o caso, o $ESCI_{SID}$ assume o valor 0,70. Os fatores DPI e ESCI sofreram, devida a estas alterações, uma majoração em relação ao método anterior de 0,13 e 0,05, respetivamente.

Estas alterações tiveram um impacto pouco significativo, uma vez que apenas alterou o RI em 0,03 valores, não sofrendo alteração da classificações do Risco de Incêndio.

5.5. CASO DE ESTUDO 4 – FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FEUP)

5.5.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

O edifício em estudo, correspondente à utilização-tipo "Escolar", corresponde a uma parte do edifício de aulas da FEUP, trata-se de uma secção do bloco B da Faculdade de Engenharia da UP. Constituído por 4 pisos de igual área, é formado por salas de aulas de diferentes dimensões e utilizações. Nos pisos 0 e 1 encontra-se salas e anfiteatros, havendo acesso por estes dois andares. O segundo piso é formado por uma zona de salas de computadores e outra em que a divisão do espaço é pouco reduzida, sendo esta utilizada como sala de exames, apresentando grandes dimensões e capacidade.

O cenário de incêndio situa-se no quarto e último piso que é inteiramente constituído por salas de computadores, tendo uma área total de 1116 m² e um efetivo de 347. Possui uma via de evacuação vertical enclausurada e apresenta portas corta-fogo, situadas no início do corredor que fecham em caso de incêndio, é possível isolar o cenário de incêndio e evacuar o edifício em segurança. Encontra-se equipado com sinalização, iluminação, deteção, coluna seca e medidas de autoproteção.

5.5.2. RESULTADOS

Neste subcapítulo será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.4, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.4 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-IV

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ICONFA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	0,00
POI_{EA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,10	1,00	1,10	1,10
	POI	**1,02**	**1,02**	**1,03**	**1,03**
CPI_{CIP}		0,60	0,60	0,60	0,60
CPI_{CIF}		0,90	0,90	0,90	0,80
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,77**	**0,77**	**0,77**	**0,73**
CPI_{VHEF}		1,18	1,18	1,18	0,94
CPI_{VHEMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VHE}	**1,12**	**1,12**	**1,12**	**0,96**
CPI_{VVEF}		1,18	1,18	1,18	1,06
CPI_{VVEMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**1,12**	**1,12**	**1,12**	**1,04**
	CTI	**0,88**	**0,89**	**0,89**	**0,82**
DPI_{REIC}		1,20	1,20	1,20	1,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,10	1,10	1,00	1,05
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,06**	**1,06**	**1,04**	**1,02**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,90
$ESCI_{SID}$		0,80	0,80	0,50	0,60
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,10	1,10	0,90	0,90
$ESCI_{RIA}$		1,10	1,10	0,90	0,90
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,97**	**0,97**	**0,85**	**0,88**
	RI	**0,91 A+**	**0,91 A+**	**0,86 A++**	**0,81 A++**

Da análise do quadro é possível perceber que o valor do Risco de Incêndio é 0,05 valores inferior comparado com o método rigoroso e 0,10 valores comparado com o método simplificado do modelo CHICHORRO 2.0. Em relação ao método rigoroso do modelo CHICHORRO 2.0, apesar desta diminuição no RI, esta não foi suficiente para alterar a classificação de Risco de Incêndio, mantendo a classificação máxima, A++. Esta diminuição deveu-se, essencialmente, ao fator CTI, mais concretamente aos fatores CTI_{VHE} e CTI_{VVE}.

O fator CTI teve em conta, neste novo modelo, o efeito retardador do fumo que, neste caso em específico, beneficiou o tempo de evacuação reduzindo, assim, os fatores CTI_{CI}, CTI_{VHE} e CTI_{VVE}. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que diminuísse 0,05 em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é pouco significativa, uma vez que não fez com que alterasse a escala de classificação de Risco de Incêndio, mantendo a classificação A++.

5.6. CASO DE ESTUDO 5 – HOSPITAL DE FÃO

5.6.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Localizada em Fão, vila portuguesa do distrito de Braga com cerca de três mil habitantes, este edifício pertencente à Santa Casa da Misericórdia é uma referência na área da saúde, quer no seu concelho sede, quer nos seus concelhos vizinhos. Oferece uma quantidade diversificada de especialidades médicas, tanto ao nível da consulta externa como dos exames complementares de diagnóstico. Possui ainda serviço de urgência, bem como vários serviços destinados ao internamento, quer de curta quer de longa duração.

O cenário de incêndio mais problemático, e que será objeto de análise, é considerado no 3º piso do edifício mais antigo, onde se encontra um espaço de internamento de 160 m² de área. Nele existem 5 quartos com capacidade para um doente cada.

Não existe elevador, sendo a caixa de escadas a única forma de acesso ao CI. Tem implementado todas as medidas de autoproteção, sendo frequente a visita por parte de uma equipa de inspeção ao Hospital.

5.6.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foram introduzidos os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.5, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Da análise do Quadro 5.5 é possível concluir que, apesar de o RI do método CHICHORRO 3.0 ser menor que o do método rigoroso do CHICHORRO 2.0 (0,06 valores), este manteve a mesma classificação de risco –A++. Esta diminuição deveu-se, essencialmente, ao fator CTI. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que diminuísse 0,06 valores em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é pouco significativa, uma vez que não fez com que alterasse a escala de classificação de Risco de Incêndio.

Quadro 5.5 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-V

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,00	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ICONFA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,10	1,10	1,10	1,10
	POI	**1,02**	**1,02**	**1,03**	**1,03**
CPI_{CIP}		0,60	0,60	0,60	0,60
CPI_{CIF}		0,80	0,90	0,90	0,80
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,73**	**0,77**	**0,77**	**0,73**
CPI_{VHEF}		1,00	0,94	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		1,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**1,00**	**0,63**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,00	1,18	1,18	0,97
CPI_{VVEMR}		0,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**0,00**	**1,12**	**1,12**	**0,98**
	CTI	**0,82**	**0,81**	**0,89**	**0,82**
DPI_{REIC}		1,20	1,20	0,00	0,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,10	1,10	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,06**	**1,06**	**1,00**	**1,01**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,80	0,80	0,50	0,50
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,10	1,10	1,00	1,00
$ESCI_{RIA}$		1,10	1,10	1,00	1,00
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,97**	**0,97**	**0,88**	**0,88**
	RI	**0,85 A++**	**0,83 A++**	**0,86 A++**	**0,80 A++**

5.7. CASO DE ESTUDO 6 – SALA DE ESPETÁCULOS – AUDITÓRIO MUNICIPAL DE ESPOSENDE

5.7.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Localizado mesmo no centro da cidade de Esposende, o Auditório Municipal, com 226 lugares sentados, encontra-se reservado sobretudo para eventos de carácter cultural e artístico, estando igualmente disponível para a realização de exposições, conferências, congressos e workshops.

Situado no piso 0 de um edifício de 4 andares, cujos pisos restantes são de habitação, é composto por uma sala onde os espectadores podem aguardar o início da sessão e permanecer nos intervalos pois conta com uma cafetaria e instalações sanitárias. É ainda possível encontrar uma bilheteira na área de entrada para o auditório.

Tratando-se de uma construção com lajes de betão, não haverá grandes preocupações relativamente ao tipo de combustibilidade referente a este elemento. O que se deve ter em consideração no estudo deste CI por apresentar consequências diretas para o cálculo deste fator parcial do Risco de Incêndio prende-se com as frações e os edifícios adjacentes que embora existam, não são consideradas, uma vez que o Auditório apenas representa um piso do edifício em análise.

5.7.2. RESULTADOS

Neste subcapítulo será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.6, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.6 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VI

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1.10	1.10	1.10	1.10
POI_{IEE}		1.00	1.00	1.00	1.00
POI_{IA}		1.00	1.00	1.00	1.00
POI_{ICONFA}		0.00	0.00	0.00	0.00
POI_{ICONSA}		0.00	0.00	0.00	0.00
POI_{IVCA}		1.00	1.00	0.00	0.00
POI_{ILGC}		0.00	0.00	0.00	0.00
POI_{EF}		1.00	1.00	1.00	1.00
POI_{EA}		1.00	1.00	0.00	0.00
POI_{FA}		1.00	0.00	0.00	0.00
POI_{PPP}		1.00	1.00	1.00	1.00
POI_{ATIV}		1.40	1.40	1.40	1.40
	POI	**1.06**	**1.06**	**1.08**	**1.08**
CPI_{CIP}		0.70	0.70	0.70	1.00
CPI_{CIF}		1.20	1.20	1.40	1.60
CPI_{CIMR}		1.00	1.00	1.00	1.00
	CPI_{CI}	**0.92**	**0.92**	**0.98**	**1.20**
CPI_{VHEF}		0.00	0.00	0.00	0.00
CPI_{VHEMR}		0.00	0.00	0.00	0.00
	CPI_{VHE}	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
CPI_{VVEF}		0.00	0.00	0.00	0.00
CPI_{VVEMR}		0.00	0.00	0.00	0.00
	CPI_{VVE}	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
	CTI	**0.92**	**0.92**	**0.98**	**1.20**
DPI_{REIC}		1.00	1.00	0.00	0.00
DPI_{EI}		1.00	1.00	1.00	1.00
DPI_{VDGF}		1.00	1.00	1.00	1.00
DPI_{PE}		1.00	1.00	1.00	1.00
DPI_{OGS}		1.00	1.00	1.00	1.03
	DPI	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.01**
$ESCI_{GP}$		0.80	0.80	0.80	0.80
$ESCI_{SID}$		0.50	0.50	0.50	0.50
$ESCI_{AE}$		1.00	1.00	1.00	1.00
$ESCI_{HE}$		1.00	1.00	1.00	1.00
$ESCI_{EXT}$		1.05	1.05	1.00	1.00
$ESCI_{RIA}$		1.05	1.05	1.00	1.00
$ESCI_{CPB}$		0.00	0.00	0.00	1.00
	ESCI	**0.90**	**0.90**	**0.88**	**0.90**
	RI	**0,93 A+**	**0,93 A+**	**1,00 A**	**1,24 C**

Neste caso, a diferença entre os modelos é de tal forma acentuada que a escala de classificação de Risco de Incêndio piorou 5 classificações – passou da classificação A a C. Houve um aumento do RI de 0,23 valores, passando do valor 1,00 a 1,23.

Esta diminuição deveu-se, essencialmente, ao fator CTI, mais concretamente o fator CTI_{CI}. O fator CTI tem em conta, neste novo modelo, o efeito retardador do fumo que, neste caso em específico, prejudicou o tempo de evacuação de forma a aumentar o fator CTI_{CI} de 0,98 para 1,20 valores. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que aumentasse 0,23 valores em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é bastaste significativa uma vez que alterou a escala de classificação de Risco de Incêndio, assumindo a classificação C. Este é um exemplo claro do impacto que as alterações efetuadas no método CHICHORRO 3.0 tiveram no resultado do fator CTI. Aqui, o tempo de evacuação foi prejudicado gravemente pelo fumo, o que fez piorar o fator CTI e, consequentemente, o Risco de Incêndio.

5.8. CASO DE ESTUDO 7 – HOTELEIRO – HOTEL SUAVE MAR

5.8.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Posicionado na avenida Marginal de Esposende, junto à Foz do Rio Cávado, o Hotel Suave Mar foi construído no ano de 1946, tendo sido alvo de remodelações nos anos de 1994 e 2000.

Constituído por áreas de lazer e restauração no piso 0, conta com 77 quartos distribuídos pelos 2 restantes andares. No decorrer das visitas realizadas ao Hotel, foi possível observar as obras que decorriam numa parte do 2º piso.

Com a finalidade de avaliar o cenário de incêndio, com o Risco de Incêndio mais desfavorável, subiu-se ao 2º andar, onde numa área de 750 m², se distribuem 23 quartos com áreas compreendidas entre os 20 e os 30 m^2.

Existem 3 caixas de escadas não enclausuradas que permitem realizar a evacuação vertical para o piso 0 do mesmo edifício. Encontram-se aplicadas as medidas de autoproteção do edifício, estando distribuídos pelo cenário de incêndio meios de intervenção com a correta sinalização e iluminação.

5.8.2. RESULTADOS

Neste subcapítulo será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores. É apresentado, no Quadro 5.7, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.7 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VII

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,00
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ICONFA}		1,00	1,00	0,00	1,00
POI_{ICONSA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,10	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		1,00	1,10	1,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,10	1,00	1,10	1,10
	POI	**1,03**	**1,03**	**1,03**	**1,03**
CPI_{CIP}		0,70	0,60	0,60	0,60
CPI_{CIF}		1,20	0,90	0,90	0,90
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,92**	**0,77**	**0,77**	**0,77**
CPI_{VHEF}		1,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		1,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**1,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,94	1,18	1,18	1,15
CPI_{VVEMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**0,96**	**1,12**	**1,12**	**1,10**
	CTI	**0,94**	**0,89**	**0,89**	**0,88**
DPI_{REIC}		1,00	1,00	0,80	1,30
DPI_{EI}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,00**	**1,00**	**0,95**	**1,08**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,70	0,70	0,50	0,50
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{RIA}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,93**	**0,93**	**0,88**	**0,88**
	RI	**0,93 A+**	**0,88 A++**	**0,84 A++**	**0,89 A++**

Da análise do Quadro 5.7 é possível perceber que, apesar de o RI do método CHICHORRO 3.0 ser maior que o do método rigoroso do CHICHORRO 2.0 (0,05 valores), este manteve a mesma classificação de risco – A++. Este aumento deveu-se, essencialmente, ao fator DPI, mais concretamente aos fatores DPI_{REIC}.

A alteração do fator DPI_{REIC} deveu-se ao facto de, no novo método, caso o edifício seja anterior a 1990, o fator é bastante prejudicado em relação aos edifícios posteriores a 1990, isto porque a legislação em vigor até essa data não regulamentava o tipo de proteção dos elementos estruturais. Assim, e apesar de a Via Vertical de Evacuação respeitar a classificação REI imposta pela legislação Regulamentar e de a estrutura e laje também respeitar, esta não possui qualquer tipo de controlo de fumo, o que faz com que o fator DPI_{REIC} adquira o valor de 1,30.

Este aumento no RI, no entanto, é pouco significativo, uma vez que não fez com que alterasse a escala de classificação de Risco de Incêndio, mantendo-se na classificação A++.

5.9. CASO DE ESTUDO 8 – COMÉRCIO – ESPAÇO COMERCIAL EM ESPOSENDE

5.9.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Localizado no condomínio Pinhal da Foz, a cerca de 500 m da Praia Suave Mar em Esposende, este espaço de 250 m² funcionou como espaço comercial e restaurante desde a data da sua edificação, nos anos 80. Tendo sido explorado por diferentes gerências, encontra-se encerrado há mais de 5 anos.

Com uma entrada principal pela Rua João Ferreira da Silva, conta ainda com uma entrada lateral alternativa.

Formada por um espaço amplo de 150 m², que se encontra acessível a uma zona de lavabos de 40 m, subdividida em 3 utilizações (masculino, feminino e de serviço), é possível contar ainda com um local de armazenagem de 60 m².

Possui a devida sinalização, iluminação, deteção automática e agentes extintores.

5.9.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foi introduzido os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.8, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Da análise do Quadro 5.8 é possível concluir que, apesar de o RI do método CHICHORRO 3.0 ser menor que o do método rigoroso do CHICHORRO 2.0 (0,07 valores), este manteve a mesma classificação de risco –A++. Esta diminuição deveu-se, sobretudo, ao fator CTI, mais concretamente o fator CTI_{CI}. O fator CTI tem em conta, neste novo modelo, o efeito retardador do fumo que, neste caso em específico, beneficiou o tempo de evacuação de forma a reduzir o fator CTI_{CI} de 0,87 para 0,80. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que diminuísse 0,07 em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é pouco significativa, uma vez que não fez com que alterasse a escala de classificação de Risco de Incêndio –A++.

Quadro 5.8 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-VIII

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,00	1,00	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	1,00	0,85
POI_{ICONFA}		0,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	1,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,20	1,20	1,20	1,20
	POI	**1,02**	**1,02**	**1,05**	**1,03**
CPI_{CIP}		0,70	0,60	0,60	0,60
CPI_{CIF}		1,20	1,00	1,20	1,00
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,92**	**0,80**	**0,87**	**0,80**
CPI_{VHEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VVEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VVE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	CTI	**0,92**	**0,80**	**0,87**	**0,80**
DPI_{REIC}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	0,00	0,00
	DPI	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,50	0,50	0,50	0,70
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	1,05	1,05
$ESCI_{RIA}$		0,00	0,00	1,05	1,05
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,87**	**0,87**	**0,90**	**0,93**
	RI	**0,88 A++**	**0,76 A++**	**0,87 A++**	**0,80 A++**

5.10. CASO DE ESTUDO 9 – DESPORTIVO – COMPLEXO PISCINAS FOZ DO CÁVADO

5.10.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Localizado na Avenida Marginal de Esposende, este complexo desportivo distingue-se por ser o maior e o mais desenvolvido da região.

Constituído por piscina exterior de água salgada, piscina interior aquecida, piscina infantil, solário e ginásio panorâmico, os seus serviços são disponibilizados durante todo o ano.

Com uma lotação máxima instantânea de 300 pessoas, o espaço onde se localiza a piscina interior de 600 m², será o cenário de incêndio escolhido para a análise do risco de incêndio. Destinada para momentos de lazer e aprendizagem de natação, tem a particularidade de ser dotada de som subaquático e ondulação artificial, com o objetivo de simular uma experiência no mar.

5.10.2. RESULTADOS

Neste subcapítulo será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores.

É apresentado, no Quadro 5.9, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.9 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-IX

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	0,85	0,85
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,40	1,40	1,40	1,10
	POI	**1,06**	**1,06**	**1,06**	**1,01**
CPI_{CIP}		0,50	0,60	0,70	0,70
CPI_{CIF}		0,80	0,90	1,00	0,70
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,68**	**0,77**	**0,85**	**0,75**
CPI_{VHEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VVEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VVE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	CTI	**0,68**	**0,77**	**0,85**	**0,75**
DPI_{REIC}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	0,00	0,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,01**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,50	0,50	0,50	0,50
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{RIA}$		1,05	1,05	1,00	1,00
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,90**	**0,90**	**0,88**	**0,88**
	RI	**0,69 A++**	**0,78 A++**	**0,85 A++**	**0,72 A++**

Da análise do Quadro 5.9 é possível observar que, apesar de o RI do método CHICHORRO 3.0 ser bem menor que o do método rigoroso do CHICHORRO 2.0 (0,13 valores), este manteve a mesma classificação de risco –A++. Esta diminuição deveu-se, sobretudo, aos fatores POI e CTI, mais concretamente os fatores POI_{ATIV} e CTI_{CI}.

O fator POI_{ATIV} tem em consideração o facto do caso de estudo ser uma utilização tipo "Desportivo e de Lazer". No modelo CHICHORRO 2.0, esta UT não estava contemplada no fator POI_{ATIV}. Com o novo método, esta UT já está contemplada e assume o valor de 1,10 (ao invés de 1,40). O fator CTI tem em conta, neste novo modelo, o efeito do fumo na diminuição do tempo de evacuação, beneficiando, desta forma, o fator CTI_{CI} que assume o valor de 0,75 (ao invés de 1,85). Visto que ambos os fatores POI e CTI têm um peso considerável no cálculo do RI, estas alterações fizeram com que diminuísse 0,13 em relação ao modelo anterior.

Apesar desta significativa alteração no valor do RI, não foi suficiente para alterar a escala de classificação de Risco de Incêndio.

5.11. CASO DE ESTUDO 10 – MUSEU MARÍTIMO DE ESPOSENDE

5.11.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Numa visita a Esposende, quando esta ainda era considerado um "lugar", a Rainha D. Amélia viu a agonia e o sofrimento com que viviam as mulheres dos Pescadores e como sinal de respeito, mandou

construir o ISN, tendo como objetivo apoiar estas famílias que, numa terra tão pobre, viviam sobretudo da atividade piscatória.

Em 2012, a Associação Fórum Esposendense decidiu, por ação direta, pegar neste imóvel que se encontrava num estado de acelerada degradação e albergar o Museu Marítimo de Esposende, tendo sido totalmente restaurado.

No 1º piso é possível encontrar o cenário de incêndio mais relevante para ter em conta no cálculo do Risco de Incêndio. Trata-se de uma área de 112 m², onde se encontra exposto o maior número de elementos históricos do presente museu. Com caixa de escadas enclausurada, dispõe da correta sinalização e respetiva iluminação, deteção automática, planta de emergência e meios de 1ª intervenção.

5.11.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foi introduzido os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.10, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Quadro 5.10 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-X

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,40
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	0,85	0,85
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IEF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		1,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,40	1,40	1,40	1,00
	POI	**1,06**	**1,06**	**1,06**	**1,04**
CPI_{CIP}		0,70	0,70	0,60	0,70
CPI_{CIF}		1,00	1,20	1,20	0,90
CPI_{CIMR}		1,00	0,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,85**	**0,92**	**0,87**	**0,82**
CPI_{VHEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,00	1,09	1,18	1,18
CPI_{VVEMR}		0,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**0,00**	**1,06**	**1,12**	**1,12**
	CTI	**0,85**	**0,97**	**0,95**	**0,92**
DPI_{REIC}		1,00	1,00	0,80	1,30
DPI_{EI}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,00**	**1,00**	**0,96**	**1,07**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,50	0,50	0,50	0,50
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	0,90	0,90
$ESCI_{RIA}$		1,05	1,05	0,90	0,90
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,90**	**0,90**	**0,85**	**0,85**
	RI	**0,86 A++**	**0,98 A**	**0,91 A+**	**0,92 A+**

Da análise do Quadro 5.10 é possível perceber que o RI apenas sofreu uma ligeira alteração de 0,01 valores em comparação com o modelo anterior.

No entanto, há que notar que os valores parciais são significativamente diferentes entre modelos. O fator POI e CTI pouco diminuíram, o fator DPI aumentou 0,11 e o fator ESCI manteve-se igual. No entanto, visto que o peso do fator DPI é de apenas 1/6 no cálculo do RI, este aumento significativo não foi suficiente de forma a impactar o resultado final do Risco de Incêndio. Dito isto, a classificação mantem-se a mesma –A+.

5.12. CASO DE ESTUDO 11 – BIBLIOTECA DA FEUP

5.12.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

O edifício em estudo diz respeito à utilização-tipo "Bibliotecas e Arquivos" e é constituído por 8 pisos de altura. Possui 5 pisos reservados para a consulta de documentos de diferentes temáticas, nos quais é permitido o livre acesso aos alunos da Universidade, possuindo também um Bar no piso enterrado (embora também plano de referência atendendo à sua acessibilidade por uma fachada) e vários gabinetes e salas de estudo, no 6º andar, que podem ser utilizados com reserva prévia pelos estudantes, sendo que este último piso foi o considerado para o Cenário de Incêndio.

5.12.2. RESULTADOS

Quadro 5.11 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-XI

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,10	1,10	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{IA}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,00	1,00	0,00	0,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{ATIV}		1,40	1,40	1,40	1,40
	POI	**1,06**	**1,06**	**1,08**	**1,08**
CPI_{CIP}		0,50	0,50	0,50	0,50
CPI_{CIF}		0,70	0,80	0,80	0,80
CPI_{CIMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,65**	**0,68**	**0,68**	**0,68**
CPI_{VHEF}		0,00	0,94	0,94	0,94
CPI_{VHEMR}		0,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,96**	**0,96**	**0,96**
CPI_{VVEF}		1,10	1,18	1,18	1,06
CPI_{VVEMR}		1,00	1,00	1,00	1,00
	CPI_{VVE}	**1,12**	**1,12**	**1,12**	**1,04**
	CTI	**0,80**	**0,80**	**0,80**	**0,79**
DPI_{REIC}		1,00	1,00	1,20	1,00
DPI_{EI}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,00	1,00	1,00	1,03
	DPI	**1,00**	**1,00**	**1,04**	**1,01**
$ESCI_{GP}$		0,80	0,80	0,80	0,80
$ESCI_{SID}$		0,50	0,50	0,50	0,60
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,05	1,05	0,90	0,90
$ESCI_{RIA}$		1,05	1,05	0,90	0,90
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,90**	**0,90**	**0,85**	**0,87**
	RI	**0,81 A++**	**0,81 A++**	**0,82 A++**	**0,80 A++**

Nesta secção será realizada a comparação dos resultados obtidos do método CHICHORRO 3.0 com os resultados dos métodos anteriores.

É apresentado, no Quadro 5.11, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Da análise do Quadro 5.11 é possível perceber que o RI apenas sofreu uma ligeira diminuição de 0,02 valores em comparação com o modelo anterior.

Todos os fatores parciais sofreram pequenas ou nenhumas alterações entre os dois modelos em análise. Neste caso em particular, as diversas alterações ao modelo CHICHORRO 2.0, descritas nesta dissertação, não fizeram com que houvesse uma significativa alteração no resultado do Risco de Incêndio. Assim, a classificação não sofreu alterações e permaneceu na categoria A++.

5.13. CASO DE ESTUDO 12 – ARMAZÉM INDUSTRIAL NO MONTIJO

5.13.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO E DO CENÁRIO DE INCÊNDIO

Atualmente para venda, a edificação em estudo consiste num armazém para atividade industrial com 2 gabinetes e instalações sanitárias, que carece de todos os equipamentos e sinalização de Segurança Contra Incêndio.

Situado na zona industrial do Montijo, adjacente à fábrica de revestimentos de cortiça "*Corkrolo*", o terreno tem uma área total de 4088,5 m², sendo a área coberta, correspondente ao caso de estudo, de 2604 m².

5.13.2. RESULTADOS

Tendo em conta os valores fornecidos por Gonçalo Maia na sua dissertação [45], foi introduzido os mesmos descritores no *software* CHICHORRO 3.0 e feita a comparação dos resultados com os resultados dos métodos anteriores.

Assim, é apresentado, no Quadro 5.12, uma tabela com os resultados de cada fator parcial e respetivo Risco de Incêndio e classificação.

Neste caso, a diferença entre os modelos é de tal forma acentuada que a escala de classificação de Risco de Incêndio melhorou 6 classificações – passou da classificação D a B+. Houve uma diminuição do RI de 0,49 valores, passando do valor 1,50 a 1,01.

Esta diminuição deveu-se, sobretudo, ao fator CTI, mais concretamente o fator CTI_{CI}. O fator CTI tem em conta, neste novo modelo, o efeito retardador do fumo que, neste caso em específico, beneficiou o tempo de evacuação de forma a reduzir o fator CTI_{CI} de 1,20 para 0,80. Visto que o fator CTI tem um peso considerável no cálculo do RI, este fez com que aumentasse quase 0,50 em relação ao modelo anterior.

Esta alteração é muito significativa uma vez que alterou a escala de classificação de Risco de Incêndio, assumindo a classificação B+ (anterior D). Este é outro exemplo do impacto que as alterações efetuadas no método CHICHORRO 3.0 tiveram no resultado do fator CTI. Aqui, o tempo de evacuação foi beneficiado por não ser afetado pelo fumo, o que fez melhorar muito o fator CTI e, consequentemente, o Risco de Incêndio.

Quadro 5.12 – Resultado dos fatores parciais e globais do Risco de Incêndio do CI referente à UT-XII

Fator Parcial	Fator	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0
			Método Simplificado	Método Rigoroso	
POI_{CC}		1,40	1,40	1,10	1,10
POI_{IEE}		1,10	1,10	1,00	1,00
POI_{IA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONFA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ICONSA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{IVCA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{ILGC}		1,10	1,10	0,00	0,00
POI_{EF}		1,00	1,00	1,00	1,00
POI_{EA}		1,10	1,10	1,00	1,00
POI_{FA}		0,00	0,00	0,00	0,00
POI_{PPP}		1,20	1,20	1,40	1,40
POI_{ATIV}		1,40	1,40	1,40	1,40
	POI	**1,19**	**1,19**	**1,15**	**1,15**
CPI_{CIP}		0,60	0,50	1,00	0,60
CPI_{CIF}		1,20	0,80	1,60	1,00
CPI_{CIMR}		1,05	1,05	1,00	1,00
	CPI_{CI}	**0,88**	**0,69**	**1,20**	**0,80**
CPI_{VHEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VHEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VHE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
CPI_{VVEF}		0,00	0,00	0,00	0,00
CPI_{VVEMR}		0,00	0,00	0,00	0,00
	CPI_{VVE}	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	CTI	**0,88**	**0,69**	**1,20**	**0,80**
DPI_{REIC}		1,30	1,30	0,00	0,00
DPI_{EI}		1,40	1,40	1,00	1,00
DPI_{VDGF}		1,00	1,00	1,00	1,00
DPI_{PE}		1,10	1,10	1,00	1,00
DPI_{OGS}		1,10	1,10	1,20	1,20
	DPI	**1,18**	**1,18**	**1,05**	**1,05**
$ESCI_{GP}$		1,20	1,20	1,20	1,20
$ESCI_{SID}$		0,60	0,00	0,00	1,30
$ESCI_{AE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{HE}$		1,00	1,00	1,00	1,00
$ESCI_{EXT}$		1,10	1,10	1,20	1,20
$ESCI_{RIA}$		0,00	0,00	1,20	1,20
$ESCI_{CPB}$		0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCI	**0,98**	**1,08**	**1,12**	**1,15**
	RI	**1,12 B-**	**0,92 A+**	**1,50 D**	**1,01 B+**

5.14. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste subcapítulo serão tecidas algumas conclusões e considerações finais acerca dos resultados obtidos nos 12 casos-tipo em análise no que toca à comparação entre o método atual, CHICHORRO 3.0, e os métodos anteriores a esta dissertação.

Para melhor perceber os impactos que as alterações efetuadas no modelo atual tiveram, foi realizado um quadro comparativo de todos os métodos para cada utilização-tipo e respetivo desvio – Quadro 5.13.

Quadro 5.13 – Comparação entre os vários métodos para cada utilização-tipo

UT	Caso de Estudo	Risco de Incêdio Aceitável	Excel	CHICHORRO 2.0		CHICHORRO 3.0	DESVIO*	
				Método Simplificado	Método Rigoroso			
I	Habitação	1.25	1.53 **E**	1.80 **F**	1.39 **D**	1.47 **D**	+ 0,08	+ 5,44%
II	Parques de Estacionamento	1.05	0.95 **A+**	0.97 **A**	0.87 **A++**	0.83 **A++**	- 0,04	- 4,82 %
III	Escritório	1.15	0.93 **A+**	0.71 **A++**	0.64 **A++**	0.66 **A++**	+ 0,02	+ 3,03 %
IV	Bloco B FEUP	1.05	0.91 **A+**	0.86 **A++**	0.91 **A+**	0.81 **A++**	- 0,10	- 12,35 %
V	Hospital	1.25	0.85 **A++**	0.83 **A++**	0.86 **A++**	0.80 **A++**	- 0,06	- 7,50 %
VI	Auditório	1.05	0.93 **A+**	0.93 **A+**	1.00 **A**	1.24 **C**	**+ 0,24**	**+ 19,40 %**
VII	Hotel	1.25	0.93 **A+**	0.88 **A++**	0.84 **A++**	0.89 **A++**	+ 0,05	+ 5,62 %
VIII	Espaço Comercial	1.05	0.88 **A++**	0.76 **A++**	0.87 **A++**	0.80 **A++**	- 0,07	- 8,75 %
IX	Complexo Desportivo	1.05	0.69 **A++**	0.78 **A++**	0.85 **A++**	0.72 **A++**	**- 0,13**	**- 18,06 %**
X	Museu	1.25	0.86 **A++**	0.98 **A**	0.91 **A+**	0.82 **A++**	- 0,09	- 10,98 %
XI	Biblioteca	1.05	0.81 **A++**	0.81 **A++**	0.82 **A++**	0.80 **A++**	- 0,02	- 2,50 %
XII	Armazém Industrial	1.05	1.12 **B-**	0.92 **A+**	1.50 **D**	1.01 **B+**	**- 0,49**	**- 48,51 %**

* Desvio entre o método CHICHORRO 3.0 e o método Rigoroso do CHICHORRO 2.0

Da análise do Quadro 5.13 é possível perceber que em todos os casos-tipo, exceto UT IV, VI, X e XII, as alterações nos resultados do RI não foram suficientes para a classificação de Risco de Incêndio se alterar. Desta forma 67% dos casos-tipo não sofreram alterações no que diz respeito à classificação de Risco de Incêndio.

Nos casos-tipo das UT VI e X, houve uma ligeira alteração no RI que fez com se alterasse em 1 categoria a classificação de RI. Na UT VI (Auditório), houve uma redução de 0,10 (- 12,35 %) no RI, o que fez alterar da categoria A+ para A++, e no caso da UT X (Museu), houve uma redução de 0,09 (- 10,98 %) no RI, o que fez alterar da categoria A+ para a categoria A++.

Nos casos-tipo das UT IV e XII, "Escolares" e "Industriais, Oficinas e Armazéns", respetivamente, as alterações nos resultados do RI foram acentuadas ao ponto de alterar massivamente a categoria de RI. No caso da UT IV, "Bloco B da FEUP", as alterações realizadas fizeram com que o RI piorasse em relação ao método anterior (CHICHORRO 2.0) ao ponto de o valor passar de 1,00 (A) para 1,23 (C), correspondendo a uma percentagem de + 18,70 %. Em relação à UT XII, "Armazém Industrial do Montijo", a classificação do Risco de Incêndio melhorou em 6 categorias, passando da classificação D (1,50) para a classificação B+ (1,01), correspondendo a uma percentagem de – 48,51 %; neste caso, note-se que o novo valor de classificação de risco se situa entre os valores resultantes do método simplificado e do método rigoroso do modelo CHICHORRO 2.0.

Há que ressaltar, também, que no caso-tipo da UT IX, o Risco de Incêndio do método CHICHORRO 3.0, em relação ao método CHICHORRO 2.0, sofreu uma diminuição de 18,06% (-0,13). No entanto, em termos de classificação de RI e visto que este já se encontrava na melhor classificação – A++, esta permaneceu com a mesma categoria de RI.

Em suma, as maiores alterações deveram-se ao fator parcial CTI por este ter em conta, no novo método, os efeitos nocivos do fumo no que toca à evacuação dos ocupantes, quer no cenário de incêndio, quer nas vias de evacuação (horizontais e verticais). As alterações efetuadas no modelo podem tanto beneficiar o RI final, isto é, reduzir o seu valor, caso o fumo não afete a evacuação, como prejudicar, isto é, aumentar o valor do RI, caso o fumo seja um fator preponderante e malicioso na evacuação dos utilizadores dos edifícios.

6
CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO DO MÉTODO CHICHORRO 2.0 A TRÊS ZONAS DO CENTRO HISTÓRICO DE PONTA DELGADA, AÇORES

6.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será efetuada a aplicação do Método CHICHORRO 2.0 a três zonas distintas contidas na zona histórica de Ponta Delgada, na ilha de São Miguel, Região Autónoma dos Açores.

Visto que a aplicação do Método CHICHORRO 3.0, método proposto nesta dissertação, não contempla a introdução simplificada de dados referente aos edifícios, será utilizado o método anterior na sua versão completa para a aplicação do método de Risco de Incêndio.

Assim sendo, a análise será efetuada a três zonas na cidade de Ponta Delgada, num total de 142 edifícios, de diferentes estados de conservação e de utilizações-tipo. Algumas das características dos edifícios, nomeadamente a utilização-tipo, o ano de construção e distância dos hidrantes, foram retiradas da dissertação de João Pedro Cabral intitulada de "Análise Urbana da Cidade de Ponta Delgada" [46], do Programa 'REVIVA' de Ponta Delgada [47] e do Relatório 2: Delimitação das Áreas de Reabilitação Urbana [48].

6.2. CENTRO HISTÓRICO DE PONTA DELGADA

A cidade de Ponta Delgada começou por ser povoada em 1444, após a descoberta da ilha de S. Miguel na primeira metade do século XV. Ponta Delgada nasceu no lugar conhecido como 'Ponta de Santa Clara' com pequenas povoações de pescadores. Rapidamente Ponta Delgada cresce em dimensão e importância devido à fertilidade dos solos, às diversas produções agrícolas e às características do seu porto. Foi elevada a vila em 1499 e a sua favorável localização geográfica e as boas condições do seu porto permitiram o escoamento dos produtos agrícolas produzidos na região, conduzindo a uma nova era de prosperidade e crescimento urbano. Em 1546 alcança o estatuto de cidade devido a um violento sismo em 1522 na, então, atual capital da ilha, Vila Franca do Campo, o que contribuiu para o reforço da sua já significativa importância estratégica.

No século XX foram construídos edifícios icónicos como o Coliseu Micaelense. a cidade ganha uma avenida marginal e novas áreas de expansão. Nos anos 50, a cidade sofre uma profunda reestruturação urbana, assistindo-se a um crescimento urbano em mancha, ao surgimento de novos bairros residenciais e de novos equipamentos como o Aeroporto João Paulo II (1969).

Nos últimos anos tem-se vindo a registar um aumento significativo do turismo nos Açores após a nomeação do arquipélago em diversos prémios de turismo como:

- Um dos 'Melhores Destinos de Verão' pela *National Geographic Traveler* (2011) [49];
- O 'Local mais Belo do Mundo' pela revista *National Geographic Traveler* (2016) [50];
- As 'Paisagens mais Bonitas da Europa' segundo a *European Best Destination* [51];
- Açores entre os '10 Destinos Mais Sustentáveis do Mundo' e o 'Melhor Destino do Atlântico' pela *Green Destinations* (2018) [52];
- Açores como 'Destino *Quality Coast* de Platina' do Mundo [53].

Devido a esta crescente importância do turismo na região, tem-se verificado uma aposta na dinamização do centro histórico, nomeadamente no aparecimento de novos hotéis, da reabilitação urbana e na valorização do património cultural. Através do turismo de mar, de natureza, de gastronomia e de aventura, os Açores, nomeadamente a cidade de Ponta Delgada, tornaram-se num centro bastante atrativo no que toca a investimento imobiliário nacional e estrangeiro. No entanto, grande parte da cidade está contemplada com edifícios que não sofreram qualquer modificação desde a sua conceção.

Com o passar dos anos, os regulamentos legislativos relativos à atividade da construção são mais exigentes e o mercado da construção e imobiliário não tem conseguido dar resposta atempada a tais exigências. Assim, é importante ficar a conhecer qual a situação da cidade de Ponta Delgada no que toca a um dos grandes domínios da engenharia civil: a Segurança Contra Incêndio.

6.3. INSPEÇÃO DO EDIFÍCIO

Ilustra-se, na Figura 6.1, o processo de cálculo do valor do Risco de Incêndio recorrendo aos casos-tipo e posterior Classificação de Risco de Incêndio através dos oito parâmetros obtidos na inspeção prévia. As próximas secções descrevem, com detalhe, os parâmetros e processos utilizados.

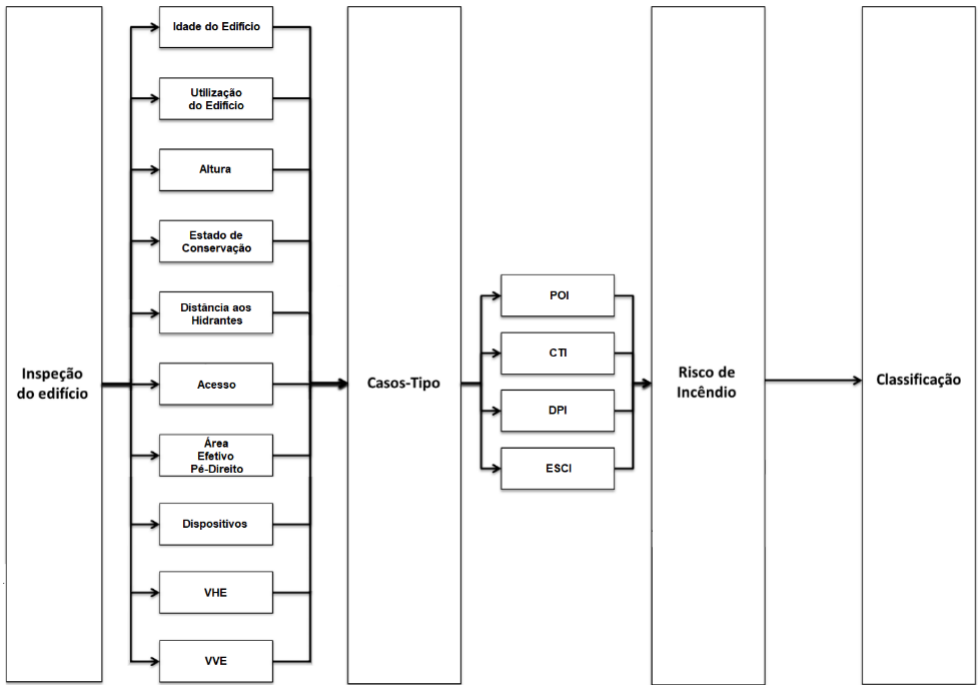


Fig. 6.1 – Esquema do método de cálculo para o Risco de Incêndio e respetiva classificação, adaptado [29]

Tal como se observa na Figura 6.1, na inspeção dos edifícios há que fazer a interpretação para cada edifício dos seguintes fatores:

- **Ano de construção:** Este dado tem influência no valor máximo de Risco de Incêndio Aceitável pois este valor varia conforme o ano do edifício devido aos diferentes métodos construtivos e materiais utilizados, assim como a legislação de SCIE em vigor à data do seu licenciamento; Quadro 5.1.

Quadro 5.1 – 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 a 2008	1,05
Entre 1975 a 1990	1,10
Entre 1968 a 1974	1,15
Entre 1951 a 1967	1,20
Anterior a 1951	1,25

- **Estado de Conservação:** De modo a entender e determinar o Risco de Incêndio nestas áreas, o estado de conservação do edificado foi avaliado. Este último pode ser avaliado em Bom, Médio, Mau, Devoluto ou Reabilitado.
  - **Bom:** Considera-se um edifício em bom estado de conservação aquele que nas suas fachadas necessita somente de pequenas intervenções a nível de correção de pequenas fissuras ou correção nos seus azulejos/tijoleiras, assim como pequenos arranjos estéticos. São ainda edifícios que, de momento, não necessitam de intervenções profundas ao nível de segurança, de pessoas e bens. Embora caracterizados anteriormente com fachadas em granito, já levaram intervenções no seu interior, nomeadamente ao nível de criação de estruturas em ferro ou em betão armado, bem como lajes maciças nos seus pavimentos e nas escadarias de acesso;
  - **Médio:** São edifícios que apresentam nas suas fachadas deficiências de alguma gravidade nomeadamente fissurações acentuadas, patologias a nível de patamares de varandas, beirais e cornijas. Para além disso, necessitam de intervenções a curto prazo no seu interior, para solucionar os seus problemas de estabilidade e de segurança de pessoas e bens. Este tipo de edifícios começa a ter problemas agravantes de infiltrações de humidade;
  - **Mau:** Edifícios que apresentam sérios problemas ao nível das suas fachadas, da sua cobertura e, consequentemente, do seu interior. E, caso não haja uma rápida intervenção nestas anomalias, põe-se em causa, por um lado, a sua estabilidade a curto e médio prazo; por outro como nestes edifícios há uma grande infiltração de humidade, estão igualmente em causa as madeiras, os tetos e as escadarias no seu interior, colocando em risco a habitabilidade destas frações;

- **Devoluto:** São edifícios que na generalidade estão em muito mau estado de conservação, sem ocupação humana, ameaçando ruína; muitos deles já não têm cobertura, as fachadas ameaçam ruir, pelo que põem em causa a segurança do bairro. São edifícios que urgentemente devem ser demolidos ou intervencionados de modo a minimizar esta situação de risco.

- **Utilização-Tipo:** Classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto, incluindo os estacionamentos, os diversos tipos de estabelecimentos que recebem público, os industriais, oficinas e armazéns. Enquadra-se numa lista de doze possíveis utilizações-tipo:
- **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.
- **Área do Cenário de Incêndio:** Considera-se área do cenário de incêndio a superfície total de um dado piso ou fração, delimitada pelo perímetro exterior das paredes exteriores e pelo eixo das paredes interiores separadoras dessa fração, relativamente às restantes.
- **Efetivo:** É o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto.
- **Distância aos Hidrantes:** O regulamento limita a distância das saídas de evacuação do edificado ao hidrante mais próximo.
- **Acesso:** A acessibilidade a veículos de socorro, nomeadamente bombeiros, foi subdividido em três subcategorias: Acesso Possível, Sem Acesso, Acesso ao Veículo Ligeiro de Combate a Incêndio (VLCI).
- **Sinalização:** Este descritor inclui a Sinalização (horizontal e vertical), a iluminação, a extinção e a deteção interna:
    - **Sinalização e Iluminação:** este descritor traduz a existência ou não de sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio. A sua existência traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, consequentemente, no tempo de evacuação;
    - **Deteção**: este descritor traduz a existência ou não 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 o respetivo tempo de deteção.
    - **Extinção automática:** este descritor traduz a existência ou não de sistema de extinção automática no cenário de incêndio. O objetivo da atuação dos *sprinklers* não passa por extinguir o incêndio, mas sim proceder ao seu controlo, reduzindo a potência calorífica libertada;

6.4. ZONAS EM ANÁLISE

6.4.1. INTRODUÇÃO

Foram consideradas três zonas distintas pertencentes ao Centro Histórico de Ponta Delgada para a análise do risco de incêndio dos edifícios. Estas três zonas foram escolhidas com o intuito de representar o maior número de edifícios de diferentes utilizações-tipo de forma a abarcar a generalidade dos edifícios do Centro Histórico de Ponta Delgada. Cada uma das zonas tem uma maior número de certas utilizações-tipo distintos entre as zonas e com edifícios construídos em diferentes épocas.

Cada uma das três zonas são descritas a seguir:

- **Zona 1:** Zona delimitada pela rua João Francisco Cabral, rua de Lisboa, avenida Roberto Ivens e pela Estrada Nacional EN1-1A. Perfaz um total de 46260 m^2 de superfície total e consiste num total de 29 edifícios maioritariamente habitacionais e alguns edifícios escolares, desportivos e de lazer, hospitais e lares de idosos, espetáculos e reuniões públicas, comerciais e industriais;
- **Zona 2:** Zona delimitada pela rua Marquês da Praia e Monfort, rua Machado dos Santos, rua conselheiro Dr. Luís Bettencourt Medeiros e Câmara, rua do Melo, rua Manuel da Ponte e pelo largo do Correio Açoreano. Perfaz um total de 22355 m^2 de superfície total e consiste num total de 57 edifícios maioritariamente comerciais, restauração e administrativos e alguns edifícios habitacionais, escolares, espetáculos e reuniões públicas, museus e industriais;
- **Zona 3:** Zona delimitada pela rua do Dr. Guilherme Poças, rua D'Água, rua Machado dos Santos, rua de São João e pela rua João Moreira. Perfaz um total de 27200 m^2 de superfície total e consiste num total de 56 edifícios maioritariamente habitacionais e administrativos e alguns edifícios de restauração, comerciais, museus, hospitais e espetáculos e reuniões públicas.

A localização dessas três zonas é mostrada no mapa da Figura 6.2.



Fig. 6.2 – Localização das zonas em análise em Ponta Delgada [*Google Earth – acedido a 15 de junho de 2018*]

Para a realização da análise de risco foi necessário fazer um levantamento de campo de alguns descritores necessários para o método simplificado do método CHICHORRO 2.0 como, por exemplo, o estado de conservação, a utilização-tipo, a altura ou os hidrantes locais. Os dados coletados *in loco* foram transpostos para uma folha de cálculo *Excel* de forma a facilitar o processamento dos dados.

O processamento de dados consistiu na introdução dos descritores reunidos no executável criado por Ferreira [3] e nos resultados que daí advêm. O programa foi executado para cada edifício individualmente, com os dados de entrada respetivos, e os resultados, nomeadamente o Risco de Incêndio Aceitável, o Risco de Incêndio de cada edifício, a classificação de Risco de Incêndio e todos os valores de Risco de Incêndio após cada uma das intervenções existentes, foram transpostos para uma folha de cálculo Excel.

Todos estes dados recolhidos do executável, para cada um dos edifícios das três zonas, foram processados e transpostos graficamente através da representação de 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 Ponta delgada, em formato *.dwg*, gentilmente fornecidos pelo Arq. Sérgio Luís.

Por fim foram criados gráficos de barras e circulares de forma a melhor representar os resultados obtidos de cada uma das zonas no que toca à classificação do Risco de Incêndio dos edifícios, respetivos estados de conservação, distância dos hidrantes, acessos e utilização-tipo.

Para além disso foi criado um gráfico de barras contendo, no eixo das ordenadas, a classificação de RI e, no eixo das abcissas, cada um dos edifícios de cada zona individualmente e com representação do conjunto de intervenções sofridas, do seu custo/m^2 e do custo total de investimento por edifício. Estes gráficos estarão expostos, em melhor detalhe, no Anexo D.

6.4.2. ANÁLISE DA ZONA 1

Como referido anteriormente, será realizado o estudo da análise de risco de incêndio dos 29 edifícios constituintes da Zona 1. Na Figura 6.3 é mostrado o mapa, em maior detalhe, da Zona 1.



Fig. 6.3 – Mapa da Zona 1 [*Google Earth*]

A descrição detalhada de todos os edifícios da Zona 1 e respetivos resultados é disponibilizado no Anexo B. O Quadro 6.1 representa uma amostra do Anexo B.

Quadro 6.1 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 1

ZONA 1

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção						RI Interv	RI Interv Escala
															I	II	III	IV	V	VI		
1	Santa Casa da Misericórdia	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	12	Médio	> 30 m	Acesso Possível	4900	750	2º	5	1,25	1,59	E	1,50	1,46	1,34	1,26	1,23	1,17	1,23	C
2	Igreja São José	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	11	Bom	> 30 m	Acesso Possível	1300	150	3º	4	1,25	0,92	A+	0,78	0,73	0,71	-	-	-	-	A+
3	WC Público	> 2008	IX - Desportivos e de Lazer	3	Bom	> 30 m	Acesso Possível	110	7	R/C	3	1,00	1,19	C+	0,80	0,68	0,66	-	-	-	0,80	A++
4	Associação Musical - Coral	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	4	Bom	> 30 m	Acesso Possível	490	60	R/C	4	1,25	0,98	A	0,77	0,68	0,66	-	-	-	-	A
5	Associação ARRISCA - Toxicodependentes	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	3	Médio	> 30 m	Acesso Possível	310	40	R/C	3	1,25	1,72	F	1,62	1,57	1,45	1,36	1,32	1,27	1,27	C-
6	Melo Abreu	1951-1967	XII - Indústria	9	Médio	> 30 m	Acesso Possível	1400	20	1º	5	1,20	0,86	A++	0,76	0,68	0,64	-	-	-	-	A++
7	Coliseu + Bar	1991-2008	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	10	Bom	< 30 m	Acesso Possível	2000	1600	2º	5	1,05	1,01	B+	0,92	0,81	0,74	-	-	-	-	B+
8	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	215	8	R/C	4	1,25	1,46	D	1,32	1,11	0,82	0,79	0,76	0,68	1,11	B-
9	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	240	6	R/C	4	1,25	1,46	D	1,32	1,11	0,82	0,79	0,76	0,68	1,11	B-
10	Mercearia	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	45	10	R/C	3	1,25	1,88	F	1,06	0,84	0,73	-	-	-	1,06	B

Nos cabeçalhos a cor amarela são mostrados, para cada conjunto de intervenção, qual o RI após intervenção. Estes conjuntos são descritos a seguir:

- **Conjunto de Intervenção I (12 €/m^2):**
    - Medidas Ativas:
        - Extintores;
        - Sinalização nas zonas comuns;
        - Iluminação nas zonas comuns;
        - OGS – Plano de prevenção + formação.
- **Conjunto de Intervenção II (25 €/m^2):**
    - Medidas Ativas:
        - Extintores;
        - Sinalização nas zonas comuns;
        - Iluminação nas zonas comuns;
        - Deteção dentro das frações com média fiabilidade;
        - OGS – Plano de prevenção + formação.
    - Medidas Passivas:
        - Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos.
- **Conjunto de Intervenção III (69 €/m^2):**
    - Medidas Ativas:
        - Extintores;
        - Sinalização nas zonas comuns;
        - Iluminação nas zonas comuns;
        - Deteção dentro das frações com grande fiabilidade;
        - Deteção nas zonas comuns;
        - OGS – Plano de prevenção + formação;
        - Controlo de Fumo.

- Medidas Passivas:
  - Pinturas e acabamentos nas VHE e VVE;
  - Revisão da instalação de gás;
  - Revisão da instalação de AVAC;
  - Revisão pequena da instalação de aquecimento;
  - Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos.

- **Conjunto de Intervenção IV (134 €/m^2):**
  - Medidas Ativas:
    - Extintores;
    - Sinalização nas zonas comuns;
    - Iluminação nas zonas comuns;
    - Deteção dentro das frações com grande fiabilidade;
    - Deteção nas zonas comuns;
    - OGS – Plano de prevenção + formação;
    - Controlo de Fumo;
    - Hidrantes exteriores < 30 m.
  - Medidas Passivas:
    - Pinturas e acabamentos nas VHE e VVE;
    - Revisão da instalação de gás;
    - Revisão da instalação de AVAC;
    - Revisão pequena da instalação de aquecimento;
    - Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos;
    - Compartimentação – Portas corta-fogo no CI.

- **Conjunto de Intervenção V (216 €/m^2):**
  - Medidas Ativas:
    - Extintores;
    - Sinalização nas zonas comuns;
    - Iluminação nas zonas comuns;
    - Deteção dentro das frações com grande fiabilidade;
    - Deteção nas zonas comuns;
    - OGS – Plano de prevenção + formação;
    - Controlo de Fumo;
    - Rede de intervenção armada;
    - Hidrantes exteriores < 30 m.
  - Medidas Passivas:
    - Pinturas e acabamentos nas VHE e VVE;
    - Revisão da instalação de gás;
    - Revisão da instalação de AVAC;
    - Revisão pequena da instalação de aquecimento;
    - Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos;
    - Compartimentação – Portas corta-fogo no CI;
    - Proteção da cobertura e parede de empena para edifícios vizinhos;
    - Instalação ou reparação de escadas de salvação.

- **Conjunto de Intervenção VI (283 €/m²):**
    - Medidas Ativas:
        - Extintores;
        - Sinalização nas zonas comuns;
        - Iluminação nas zonas comuns;
        - Deteção dentro das frações com grande fiabilidade;
        - Deteção nas zonas comuns;
        - OGS – Plano de prevenção + formação;
        - Controlo de Fumo;
        - Rede de intervenção armada;
        - Hidrantes exteriores < 30 m;
        - OGS – Plano de emergência + simulacro.
    - Medidas Passivas:
        - Pinturas e acabamentos nas VHE e VVE;
        - Revisão da instalação de gás;
        - Revisão da instalação de AVAC;
        - Revisão pequena da instalação de aquecimento;
        - Revisão grande da instalação de aquecimento – central térmica;
        - Revisão da instalação de confeção e conservação de alimentos;
        - Compartimentação – Portas corta-fogo no CI;
        - Proteção da cobertura e parede de empena para edifícios vizinhos;
        - Compartimentação – Enclausuramento das caixas de escadas;
        - Selagem de ductos piso a piso;
        - Compartimentação – Reação ao fogo das lajes;
        - Instalação ou reparação de escadas de salvação.

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 *"Desenvolvimento e Implementação Numérica do Modelo CHICHORRO de Avaliação de Risco de Incêndio de Edifícios"* [3].

Estes conjuntos podem alterar dependendo da utilização-tipo do edifício. Os descritos acima são referentes à utilização-tipo "Habitação". No entanto, entre utilizações tipo, as alterações não são significativas, mantendo os mesmos princípios de atuação.

Para a escolha, para cada edifício, do conjunto de intervenções a utilizar, teve-se como critério o primeiro conjunto, pela respetiva ordem, em que o RI após a intervenção fosse imediatamente abaixo do Risco de Incêndio Aceitável.

De forma a tornar fácil a leitura do estado de conservação, da distância aos hidrantes e do tipo de acesso de cada edifício, foi realizado um mapa contendo, através de cores e símbolos, estes indicadores. O mapa é mostrado na Figura 6.4. Após a análise dos dados e a obtenção dos resultados, foi efetuado o mapa de cores correspondente às classificações de Risco de Incêndio antes e após as intervenções. Há que ressaltar que a escolha do tipo de intervenção a aplicar prende-se com o facto de esta ser a intervenção que altera o RI para o Risco de Incêndio Aceitável de cada edifício. O mapa da Zona 1 com a escala de classificação do RI antes e após as intervenções é presentado na Figura 6.5.

Tanto os mapas da Figura 6.4 como os da Figura 6.5 também estão representados no Anexo C.



Fig. 6.4 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 1

Antes Intervenções

Após Intervenções



Fig. 6.5 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 1, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita)

É fácil constatar uma enorme melhoria no Risco de Incêndio da Zona 1 através da implementação de cada conjunto correspondente a cada edifício. O conjunto de intervenções utilizado em cada edifício está representado na Figura 6.7.

Na Figura 6.6, à esquerda, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI, no estado atual. Na mesma figura, à direita, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI após as respetivas intervenções realizadas. Apenas 4 edifícios de um total de 24 não foi necessário qualquer tipo de intervenção por estes já se encontrarem com Risco de Incêndio menor que o Risco de Incêndio Aceitável.

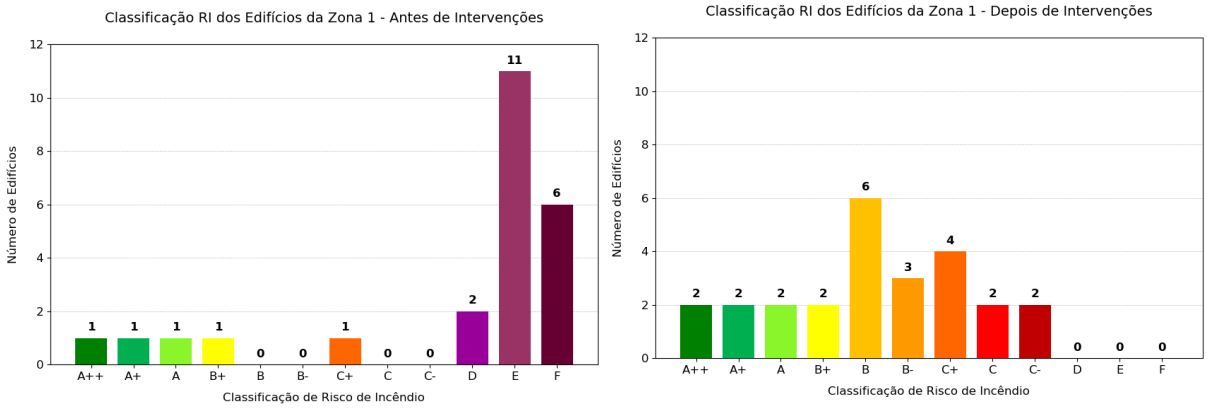


Fig. 6.6 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 1 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções

A Figura 6.7 representa cada edifício da Zona 1, de forma discriminada, com o respetivo conjunto de intervenções utilizado, o custo desse conjunto por m^2, o custo total de intervenção e as classificações de Risco de Incêndio, antes e após intervenções.

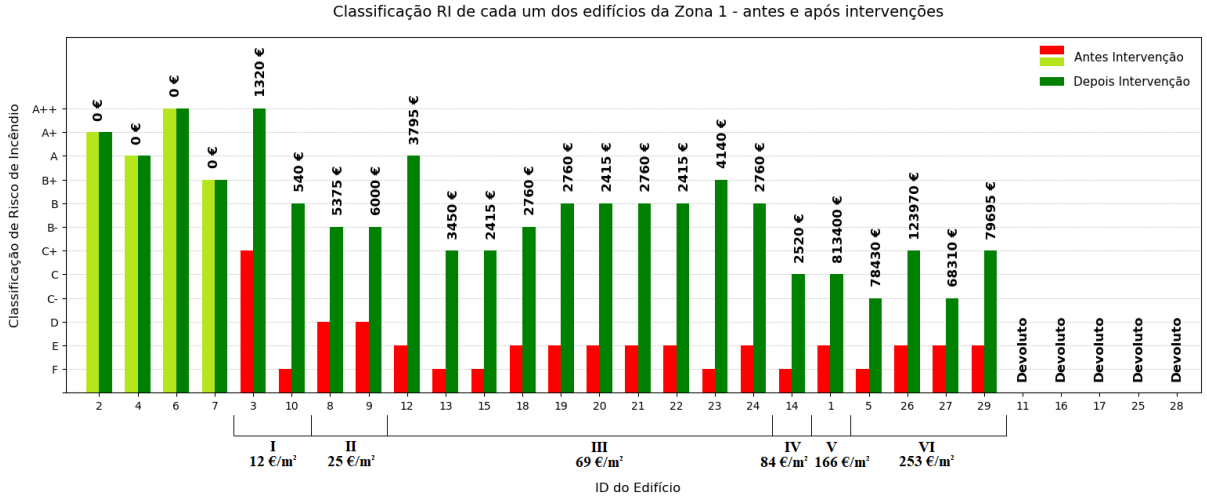


Fig. 6.7 – Gráfico com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 1

A Figura 6.7 é, também, representada no Anexo D de forma a possibilitar, ao leitor, uma melhor legibilidade e compreensão do mesmo.

Da análise da Figura 6.7 pode-se concluir que, de forma qualitativa, a maior parte dos edifícios, antes de intervenção, situavam-se na classificação E e F e que, depois de intervencionados, deixaram de existir quaisquer edifícios com pior classificação (D, E e F) e passaram, muitos deles, para a classificação B e C, o que traduz numa enorme melhoria de segurança para os habitantes, demais utilizadores e património contido na Zona 1. Em termos quantitativos, apenas 5 dos 24 edifícios não devolutos (21 %) possuem uma classificação C- ou melhor. Esta é uma parcela muito reduzida de edifícios que, possivelmente, não necessitam de qualquer tipo de intervenção.

Em relação às intervenções necessárias, num total de 20 edifícios a necessitar de intervenção, 2 edifícios necessitaram de apenas o conjunto de intervenções I, 2 do conjunto II, 10 do conjunto III, 1 do conjunto IV, 1 do conjunto V e, por fim, 4 do conjunto de intervenções VI. Destes 20 edifícios da Zona 1, 2 deles (ID 5 e 27) não atingiram o RI Aceitável apesar da intervenção do conjunto mais mitigador do RI, conjunto VI.

Em termos de custos, há que ter em conta que os preços unitários por conjunto de intervenções carecem de aprimoramento através de uma análise quantitativa explícita que poderá ser realizada em dissertações posteriores. No que toca à Zona 1, existe uma variação de 540 € a 813.400 € de custo total por edifício. A média deste custo total por edifício é de 15.103,33 € (tendo em conta as exceções dos edifícios 1 e 26 por apresentarem custos demasiado avultados em relação aos restantes) e o custo médio/m^2 é de 101,30 €. No total, para reduzir o Risco de Incêndio de todos os edifícios para valores abaixo do RI Aceitável de cada edifício, seria necessário 1.209.230 €.

Foram criados, também, gráficos circulares de forma a representar o estado de conservação, distância dos hidrantes, acessos e utilização-tipo dos edifícios em análise. Estes gráficos são exibidos nas Figuras 6.8 e 6.9.

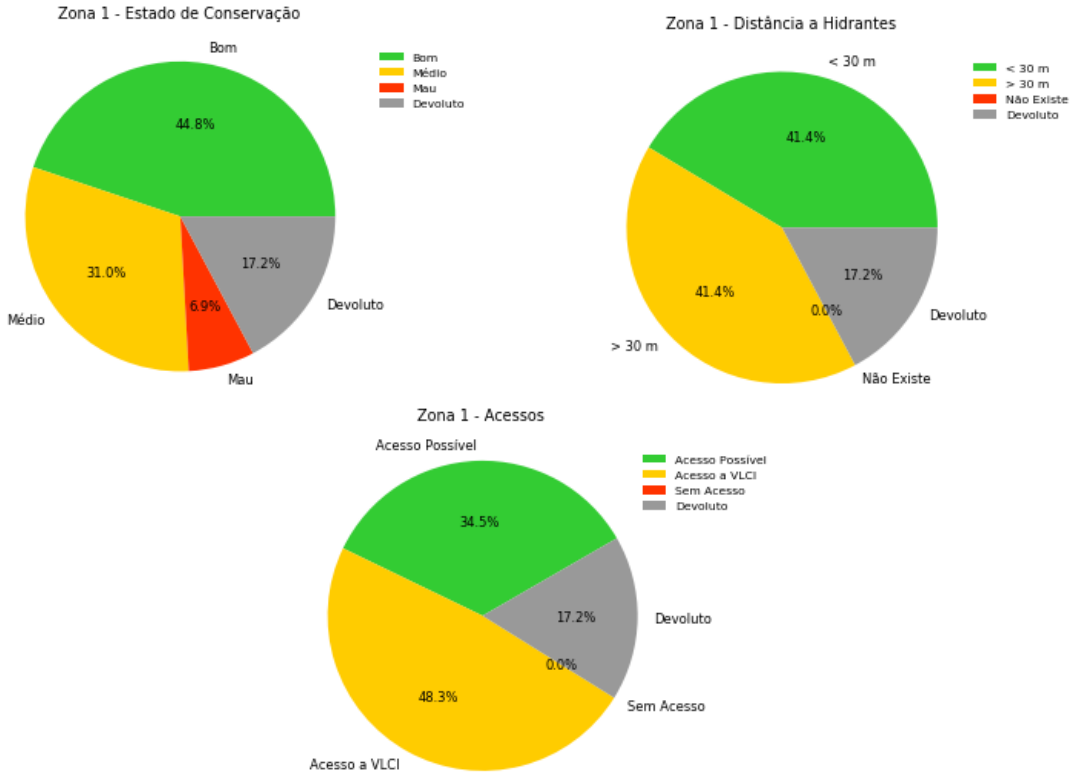


Fig. 6.8 – Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos da Zona 1

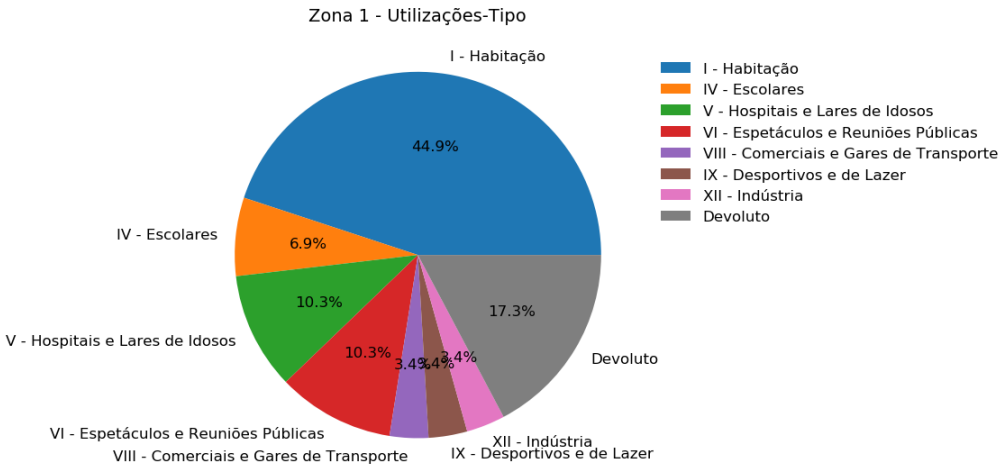


Fig. 6.9 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios da Zona 1

6.4.3. ANÁLISE DA ZONA 2

A Zona 2 é composta por 57 edifícios das mais variadas tipologias. Na Figura 6.10 é mostrado o mapa, em maior detalhe, da Zona 2.



Fig. 6.10 – Mapa da Zona 2 [*Google Earth*]

A descrição detalhada de todos os edifícios da Zona 2 e respetivos resultados é disponibilizado no Anexo B. O Quadro 6.2 representa uma amostra do que é mostrado na íntegra no Anexo B.

Quadro 6.2 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 2

ZONA 2

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção I	II	III	IV	V	VI	RI Interv	RI Interv Escala
1	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	8	Bom	> 30 m	Acesso Possível	205	10	1º	4	1,25	1,05	B+	0,78	0,67	0,65	-	-	-	-	B+
2	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	> 30 m	Acesso Possível	165	12	2º	3	1,25	1,11	B-	0,78	0,71	0,69	-	-	-	-	B-
3	RIAC	< 1951	III - Administrativo	8	Bom	> 30 m	Acesso Possível	415	25	1º	4	1,25	1,56	E	1,47	1,41	1,26	1,21	1,19	1,12	1,21	C
4	Direção Regional	< 1951	III - Administrativo	6	Bom	< 30 m	Acesso Possível	145	7	1º	3	1,25	1,51	E	1,42	1,36	1,22	1,21	1,19	1,06	1,22	C
5	Direção Regional	< 1951	III - Administrativo	9	Bom	< 30 m	Acesso Possível	153	8	2º	3	1,25	1,51	E	1,42	1,36	1,22	1,21	1,19	1,06	1,22	C
6	CTT	< 1951	III - Administrativo	9	Médio	< 30 m	Acesso Possível	260	35	2º	3	1,25	1,88	F	1,70	1,60	1,40	1,35	1,31	1,21	1,21	C
7	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	8	Bom	< 30 m	Acesso Possível	105	60	1º	4	1,25	1,21	C	1,01	0,96	0,84	-	-	-	-	C
8	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	8	Médio	< 30 m	Acesso Possível	120	20	1º	4	1,25	1,83	F	0,84	0,76	0,72	-	-	-	0,84	A++
9	Capela	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	8	Médio	> 30 m	Acesso Possível	55	15	1º	4	1,25	1,82	F	1,03	0,85	0,77	-	-	-	1,03	B+
10	Habitação	< 1951	I - Habitação	8	Médio	< 30 m	Acesso Possível	610	3	1º	4	1,25	1,27	C-	1,15	0,90	0,75	0,73	0,70	0,65	1,15	B-

De forma a tornar fácil a leitura do estado de conservação, da distância aos hidrantes e do tipo de acesso de cada edifício, foi realizado um mapa contendo, através de cores e símbolos, estes indicadores. O mapa é mostrado na Figura 6.11.

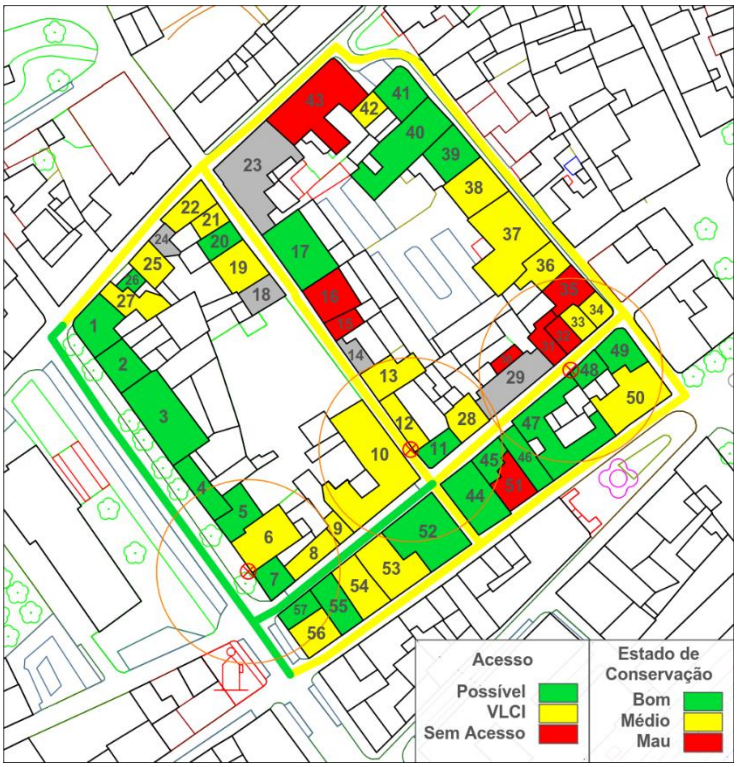


Fig. 6.11 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 2

Após a análise dos dados e a obtenção dos resultados, foi efetuado o mapa de cores correspondente às classificações de Risco de Incêndio antes e após as intervenções. Há que ressaltar que a escolha do tipo de intervenção a aplicar prende-se com o facto de esta ser a intervenção que altera o RI para o Risco de Incêndio Aceitável de cada edifício. O mapa da Zona 1 com a escala de classificação do RI antes e após as intervenções é presentado na Figura 6.12.

Tanto os mapas da Figura 6.11 como os da Figura 6.12 também estão representados no Anexo C.

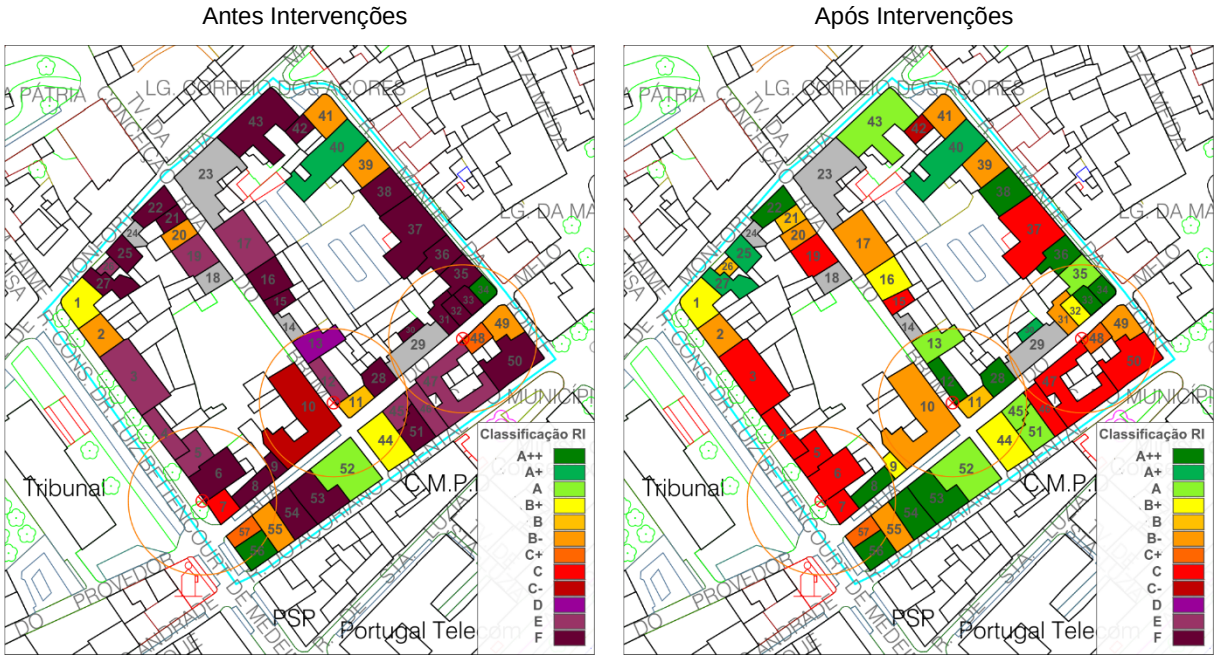


Fig. 6.12 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 2, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita)

É fácil constatar uma enorme melhoria no Risco de Incêndio da Zona 2 através da implementação de cada conjunto correspondente a cada edifício. O conjunto de intervenções utilizado em cada edifício está representado na Figura 6.14.

Na Figura 6.13, à esquerda, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI, no estado atual. Na mesma figura, à direita, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI após as respetivas intervenções realizadas. Dos 52 edifícios não devolutos, 16 deles não necessitam de qualquer tipo de intervenção por estes já se encontrarem com Risco de Incêndio menor que o Risco de Incêndio Aceitável.

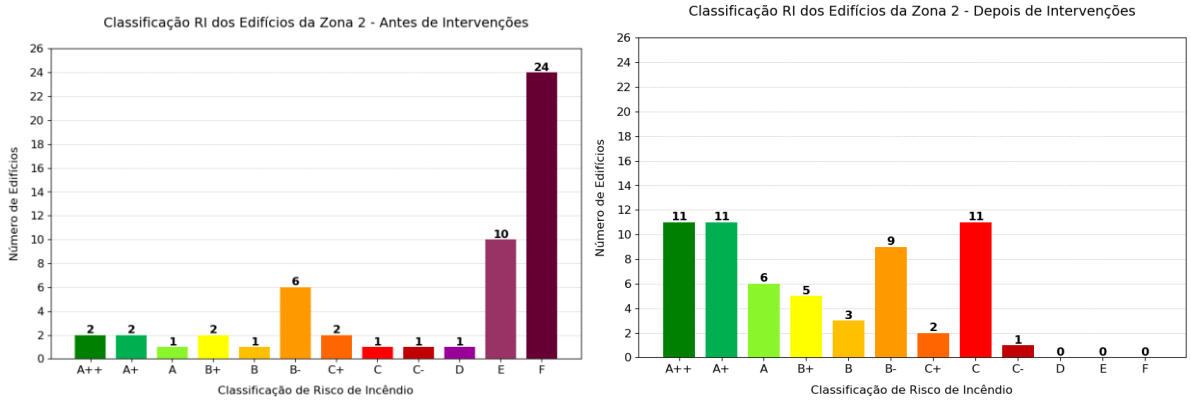


Fig. 6.13 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 2 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções

A Figura 6.14 representa cada edifício da Zona 2, de forma discriminada, com o respetivo conjunto de intervenções utilizado, o custo desse conjunto por m^2, o custo total de intervenção e as classificações de Risco de Incêndio, antes e após intervenções. A figura não mostra a totalidade dos edifícios na medida a que ela se torne minimamente legível. Este gráfico e o gráfico contendo os restantes edifícios pode ser consultado, na íntegra, no Anexo D.

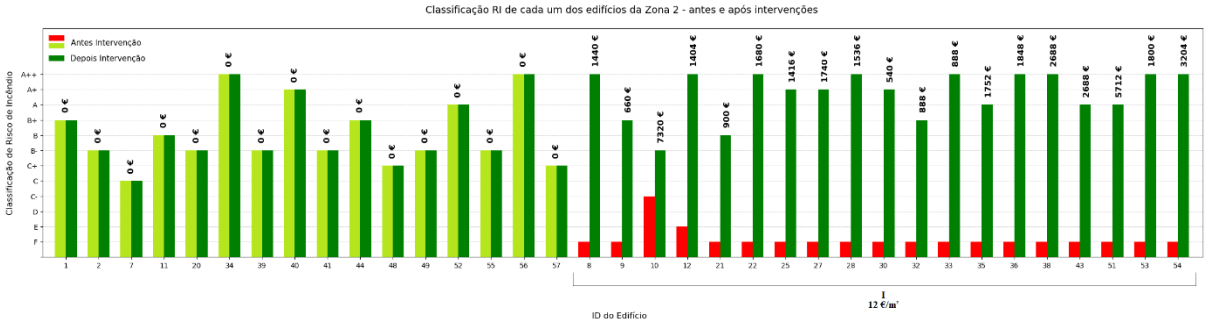


Fig. 6.14 – Gráfico com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 2

A Figura 6.14 é, também, representada no Anexo D de forma a possibilitar, ao leitor, uma melhor legibilidade e compreensão do mesmo.

Da análise da Figura 6.14 podemos concluir que a maior parte dos edifícios, antes de intervenção, situavam-se na classificação E e F e que, depois de intervencionados, deixaram de existir quaisquer edifícios com pior classificação (E e F) e passaram, muitos deles, para a classificação A++, A+, A e C, o que traduz numa enorme melhoria de segurança para os habitantes, demais utilizadores e património contido na Zona 2.

Em termos quantitativos, apenas 17 dos 52 edifícios não devolutos (33 %) possuem uma classificação C- ou melhor. Esta é uma parcela muito reduzida de edifícios que, possivelmente, não necessitam de qualquer tipo de intervenção.

Em relação às intervenções necessárias, num total de 36 edifícios a necessitar de intervenção, 19 edifícios necessitaram de apenas o conjunto de intervenções I, 2 do conjunto II, 6 do conjunto III, 3 do conjunto IV, 2 do conjunto V e, por fim, 4 do conjunto de intervenções VI. Destes 36 edifícios da Zona 2, 2 deles (ID 36 e 38) não atingiram o RI Aceitável apesar da intervenção do conjunto mais mitigador do RI, conjunto VI.

Em termos de custos, existe uma variação de 540 € a 83.490 € de custo total por edifício. A média deste custo total por edifício é de 13.944,25 € e o custo médio/m^2 é de 63,56 €. No total, para reduzir o Risco de Incêndio de todos os edifícios para valores abaixo do RI Aceitável de cada edifício, seria necessário 501.993 €.

Foram criados, também, gráficos circulares de forma a representar o estado de conservação, distância dos hidrantes, acessos e utilização-tipo dos edifícios em análise. Estes gráficos podem ser consultados no Anexo D.

6.4.4. Análise Da Zona 3

A Zona 3 é composta por 56 edifícios das mais variadas tipologias. Na Figura 6.15 é mostrado o mapa, em maior detalhe, da Zona 3.



Fig. 6.15 – Mapa da Zona 3 [*Google Earth*]

A descrição detalhada de todos os edifícios da Zona 3 e respetivos resultados é disponibilizado no Anexo B. O Quadro 6.3 representa uma amostra do que é mostrado na íntegra no Anexo B.

Quadro 6.3 – Extrato da folha de cálculo referente à Zona 3

ZONA 3

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção						RI Interv	RI Interv Escala
															I	II	III	IV	V	VI		
1	Administrativo	< 1951	III - Administrativo	7	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	707	15	2	3,5	1,25	2,03	F	1,79	1,67	1,44	1,38	1,31	1,17	1,17	C+
2	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	182	30	3	3	1,25	1,14	B-	0,95	0,80	0,71	-	-	-	-	B-
3	Laboratório Análises Clínicas	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	211	10	2	3,5	1,25	1,63	E	1,55	1,50	1,40	1,31	1,28	1,13	1,13	B-
4	Devoluto																					
5	Museu	< 1951	X - Museus e Galerias de Arte	12	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	2035	50	3	4	1,25	0,90	A++	0,81	0,75	0,69	-	-	-	-	A++
6	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	71	4	1	4	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+
7	Serviço	< 1951	III - Administrativo	5	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	112	5	2	2,5	1,25	1,55	E	1,47	1,40	1,26	1,25	1,23	1,05	1,25	C
8	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	104	8	2	3	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+
9	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	89	4	1	3	1,25	1,95	F	1,74	1,47	1,13	1,08	1,02	0,91	1,13	B-
10	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	96	6	2	3	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+

De forma a tornar fácil a leitura do estado de conservação, da distância aos hidrantes e do tipo de acesso de cada edifício, foi realizado um mapa contendo, através de cores e símbolos, estes indicadores. O mapa é mostrado na Figura 6.16.

Após a análise dos dados e a obtenção dos resultados, foi efetuado o mapa de cores correspondente às classificações de Risco de Incêndio antes e após as intervenções. Há que ressaltar que a escolha do tipo de intervenção a aplicar prende-se com o facto de esta ser a intervenção que altera o RI para o Risco de Incêndio Aceitável de cada edifício. O mapa da Zona 3 com a escala de classificação do RI antes e após as intervenções é presentado na Figura 6.17.

Tanto os mapas da Figura 6.16 como os da Figura 6.17 também estão representados no Anexo C.



Fig. 6.16 – Mapa com o estado de conservação, distância aos hidrantes e acesso de cada edifício da Zona 3

Antes Intervenções

Após Intervenções



Fig. 6.17 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 3, antes das intervenções (à esquerda) e após as intervenções (à direita)

É fácil constatar uma enorme melhoria no Risco de Incêndio da Zona 2 através da implementação de cada conjunto correspondente a cada edifício. O conjunto de intervenções utilizado em cada edifício está representado na Figura 6.19.

Na Figura 6.18, à esquerda, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI, no estado atual. Na mesma figura, à direita, ilustra-se um gráfico contendo o número de edifícios da Zona 1 inserido em cada uma das classificações de RI após as respetivas intervenções realizadas. Apenas 5 de um total de 45 edifícios não devolutos não necessitam de qualquer tipo de intervenção por estes já se encontrarem com Risco de Incêndio menor que o Risco de Incêndio Aceitável.

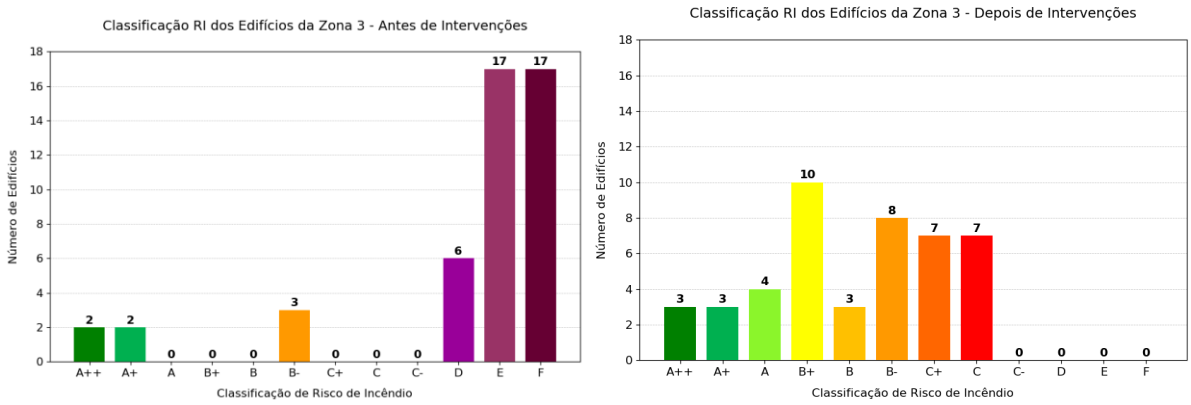


Fig. 6.18 – Gráfico representativo do nº de edifícios da Zona 3 por classificação de RI antes (esquerda) e após (direita) as intervenções

A Figura 6.19 representa cada edifício da Zona 3, de forma discriminada, com o respetivo conjunto de intervenções utilizado, o custo desse conjunto por m^2, o custo total de intervenção e as classificações de Risco de Incêndio, antes e após intervenções. A figura não mostra a totalidade dos edifícios na medida a que ela se torne minimamente legível. Este gráfico e o gráfico contendo os restantes edifícios pode ser consultado, na íntegra, no Anexo D.

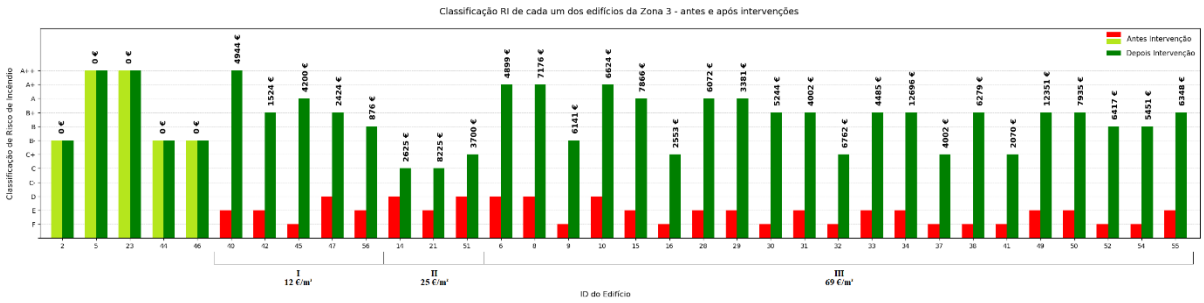


Fig. 6.19 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, e respetiva conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção em cada edifício da Zona 3

A Figura 6.19 é, também, representada no Anexo D de forma a possibilitar, ao leitor, uma melhor legibilidade e compreensão do mesmo.

Da análise da Figura 6.19 podemos concluir que a maior parte dos edifícios, antes de intervenção, situavam-se na classificação D, E e F e que, depois de intervencionados, deixaram de existir quaisquer edifícios com pior classificação (D, E e F) e passaram, muitos deles, para a classificação A, B+, B-, C+ e C, o que traduz numa enorme melhoria de segurança para os habitantes, demais utilizadores e património contido na Zona 3. Em termos quantitativos, apenas 5 dos 45 edifícios não devolutos (11 %) possuem uma classificação C- ou melhor. Esta é uma parcela muito reduzida de edifícios que, possivelmente, não necessitam de qualquer tipo de intervenção.

Em relação às intervenções necessárias, num total de 40 edifícios a necessitar de intervenção, 5 edifícios necessitaram de apenas o conjunto de intervenções I, 3 do conjunto II, 21 do conjunto III, 3 do conjunto IV, 1 do conjunto V e, por fim, 7 do conjunto de intervenções VI. Destes 40 edifícios da Zona 1, todos atingiram o RI Aceitável após cada conjunto de intervenções respetivo.

Em termos de custos, existe uma variação de 876 € a 178.871 € de custo total por edifício. A média deste custo total por edifício é de 19.189,03 € e o custo médio/m^2 é de 94,33 €. No total, para reduzir o Risco de Incêndio de todos os edifícios para valores abaixo do RI Aceitável de cada edifício, seria necessário 767.561 €.

Foram criados, também, gráficos circulares de forma a representar o estado de conservação, distância dos hidrantes, acessos e utilização-tipo dos edifícios em análise. Estes gráficos podem ser consultados no Anexo D.

6.5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste subcapítulo serão tecidas algumas conclusões e considerações finais acerca da análise de Risco de Incêndio anteriormente descrita.

Como é possível concluir do estudo das três zonas selecionadas pertencentes ao Centro Histórico de Ponta Delgada, Açores, a maior parte dos edifícios obteve uma classificação má no que toca a risco de incêndio. Dos 142 edifícios em estudo, 94 têm elevado Risco de Incêndio, situando-se nas piores classificações de Risco de Incêndio, D, E e F. isto significa que mais de metade dos edifícios (65%) não estão inseridos no Risco de Incêndio Aceitável. Esta análise pode ser feita observando a Figura 6.20, à esquerda.

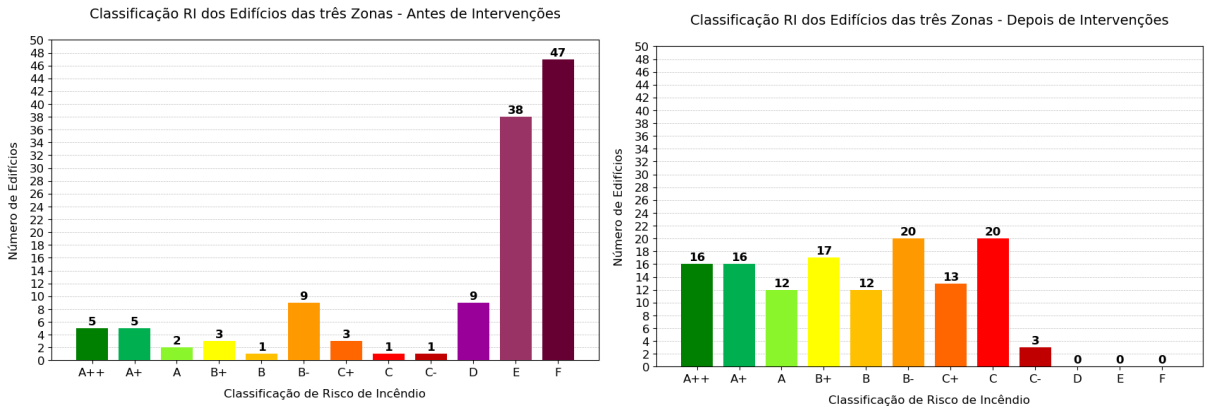


Fig. 6.20 – Gráfico comparativo do nº de edifícios das três zonas por classificação de RI, antes (esquerda) e após (direita) as intervenções

É fácil perceber que são poucos os edifícios que se situam nas melhores classificações de risco. Dito isto, é possível observar na Figura 6.20, à direita, qual o panorama dos 142 edifícios após sofrerem as devidas intervenções.
Após as devidas intervenções, nenhum dos 142 edifícios se situou nas piores classificações de risco, D, E e F. Há uma distribuição uniforme dos edifícios nas melhores classificações: 44 obtiveram a classificação A, 49 B e 36 C. Isto pressupõe que, caso a caso, uma correta intervenção pode alterar, e muito, o Risco de Incêndio de um edifício.

A Figura 6.21 ilustra melhor o contraste dos edifícios antes e depois de estes terem sido intervencionados.

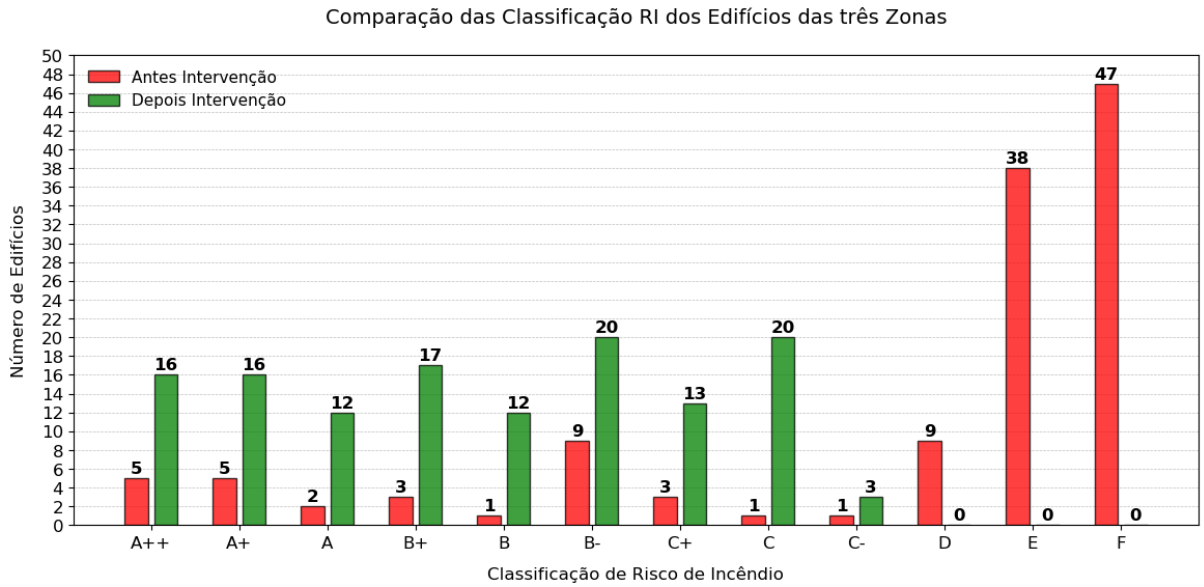


Fig. 6.21 – Gráfico comparativo do nº de edifícios das três zonas por classificação de RI antes e após as intervenções

Fazendo um análise mais aprofundada do gráfico acima, é possível perceber que, antes das intervenções, cerca de 2/3 dos edifícios (75,8%) estão situadas nas últimas três categorias de Risco de Incêndio (94 de 124 edifícios). Isto evidencia o elevado risco de incêndio de grande parte dos edifícios das Zonas 1, 2 e 3. Pressupondo que a amostra de edifícios analisados se pode generalizar a todos os edifícios do Centro Histórico de Ponta Delgada, esta é uma percentagem elevada de edifícios com sérios riscos de se deflagrar e desenvolver um incêndio.

Após as intervenções, há que ressaltar que nenhum dos edifícios possui as piores classificações de RI (D, E e F). Além disso, note-se que houve uma distribuição generalizada e constante dos edifícios, após intervenções, pelas categorias seguras de Risco de Incêndio:

- 44 edifícios de classificação A++, A+ e A;
- 49 edifícios de classificação B+, B e B-;
- 36 edifícios de classificação C+, C e C-.

Esta é uma conclusão interessante de verificar uma vez que apenas foram utilizadas o primeiro conjunto de intervenção, por ordem, que reduzisse o RI até um valor inferior ao Risco de Incêndio Aceitável.

Em relação aos outros fatores como a utilização tipo, o estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos aos 142 edifícios em análise são espelhados nas Figuras 6.22 e 6.23.

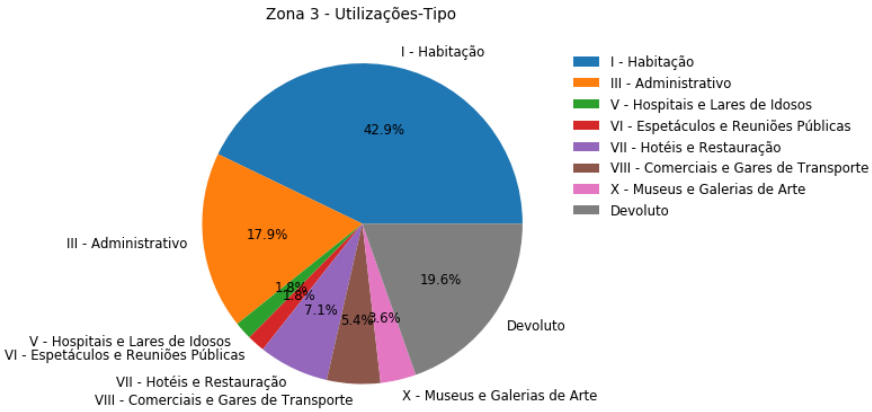


Fig. 6.22 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios das três zonas

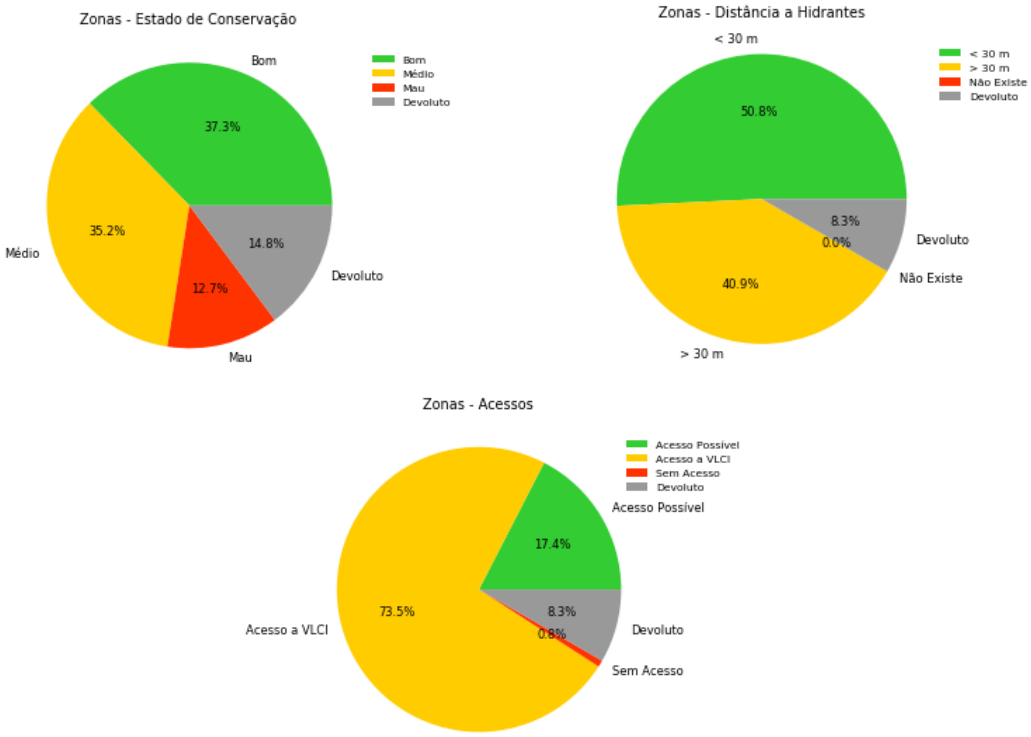


Fig. 6.23– Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos das três zonas

Pela análise da Figura 6.22, há uma maior predominância dos edifícios habitacionais, administrativos e devolutos, perfazendo um total de 80%. Há que notar que existe um elevado número de edifícios na condição de ruína/devoluto (28 de 142). 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, nestes casos, aplicável.

No que toca aos restantes fatores, Figura 6.23, nota-se uma igual distribuição entre edifícios com bom e médio estado de conservação (72,5%). Em relação à distância dos hidrantes aos edifícios, sensivelmente metade dos edifícios estão a menos de 30m de um hidrante. Este é um aspeto razoável tendo em conta que nos estamos a referir a uma zona histórica de uma cidade. Por fim, a maioria dos edifícios tem os acessos condicionados apenas a Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio (VLCI) devido ao estreitamento das ruas e às suas curvas de pequeno raio (104 de 142 edifícios). Apenas 17,4% dos acessos aos edifícios são apropriados aos veículos de bombeiro de maior porte.

Apesar do objetivo principal de aplicação de cada conjunto de intervenção ser o de mitigar o próprio RI até este ser inferior ao Risco de Incêndio Aceitável, do total de edifícios analisados, apenas 4 edifícios não cumpriram esse objetivo. No entanto, esta é uma parcela ínfima (2,8%) 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.

Em termos de custos, há que realçar que a média do custo/m^2 dos conjuntos de intervenção por edifício é de 83,37 €. Em relação a cada uma das zonas individualmente, há uma pequena discrepância de 21,51% do custo médio/m^2 em relação à Zona1. Este valor é bastante aceitável uma vez que cerca de 80 € por cada metro quadrado é suficiente, em termos genéricos, para reduzir o Risco de Incêndio para valores admissíveis. No que toca a custos totais, o custo médio total das intervenções por edifício é de apenas 16.398 €. Este é um custo parcamente avultado que pode ser integrado em futuras obras de reabilitação dos edifícios que tem como objetivo principal reduzir o RI para valores inferiores.

Tomando como exemplo uma habitação de 120 m^2 e tomando do princípio de que o custo das intervenções necessárias é de 83,37 €/m^2 (média do custo/m^2 das três zonas, em conjunto), daria um total de, aproximadamente, 10.000 €. Este é o valor médio das intervenções necessárias a se realizar numa habitação do século XX de forma a reduzir o Risco de Incêndio para um valor aceitável.

Em suma, e generalizando os 142 casos de edifícios a toda a zona histórica de Ponta Delgada, pode-se concluir que grande parte dos edifícios do centro histórico possuem um elevado Risco de Incêndio. Isto compreende-se pelo facto de serem edifícios situados numa antiga zona histórica dos quais poucos sofreram algum tipo de intervenção desde a sua conceção.

7
CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

7.1. CONCLUSÕES

A Segurança Contra Incêndio em Edifícios é de elevada importância, não só para a preservação da vida humana, mas também para a preservação de património imobiliário. Embora se trate de uma temática que tem sofrido uma série de avanços não só tecnológicos, mas também legislativos, existe ainda um longo percurso a percorrer.

Nos centros urbanos antigos, como é o caso do Centro Histórico de Ponta Delgada, relativo a potenciais incêndios estão associadas possíveis perdas humanas acrescidas de perdas patrimoniais significativas dada a existência de edifícios com alto valor histórico, arquitetónico e cultural para a identidade da cidade. Assim, nestes casos, deve ser dada uma importância redobrada à 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 ao incêndio é reduzida, dadas as várias dificuldades existentes, como as fracas acessibilidades por parte dos veículos de emergência dos bombeiros aos arruamentos existentes na envolvente e inexistência de hidrantes operacionais.

A presente dissertação consistiu no desenvolvimento e aperfeiçoamento de um método de avaliação de Risco de Incêndio de edifícios existentes, tendo como ponto de partida o método anterior, CHICHORRO 2.0, visando uma melhoria no processo de cálculo, com a introdução dos efeitos do fumo e uma usabilidade através de uma plataforma online acessível a qualquer utilizador.

Da aplicação do método simplificado do modelo CHICHORRO 2.0 a 142 edifícios do Centro Histórico de Ponta Delgada resultaram valores de Risco de Incêndio inaceitável para quase todos. No entanto, implementadas as medidas de intervenção ativa e passiva propostas, nomeadamente nos conjuntos pré-definidos de intervenção, verificou-se a efetiva redução daqueles valores.

Antes das intervenções, cerca de 2/3 dos edifícios estão situados nas categorias de Risco de Incêndio D, E e F. Pressupondo que a amostra de edifícios analisados se pode generalizar a todos os edifícios do Centro Histórico de Ponta Delgada, é evidenciado o elevado risco de incêndio de grande parte dos edifícios.

Apenas em 4 edifícios não foi possível mitigar o valor de RI de forma a este ser inferior ao RI admissível. Assim, é possível concluir que os conjuntos de intervenções são bastante eficazes no que toca à diminuição do RI para valores aceitáveis.

Em termos de custos, há que realçar que a média do custo/m^2 dos conjuntos de intervenção por edifício é de 83,37 €. No que respeita a custos totais, o custo médio total das intervenções por edifício é de apenas 16.398 €. Este é um custo pouco avultado que pode ser integrado em futuras obras de reabilitação dos edifícios que tem como objetivo principal reduzir o RI para valores inferiores.

Em suma pode-se concluir que grande parte dos edifícios do centro histórico possuem um elevado Risco de Incêndio. Isto compreende-se pelo facto de serem edifícios situados numa antiga zona histórica dos quais poucos sofreram algum tipo de intervenção desde a sua conceção.

Através da análise a 12 edifícios, um de cada utilização-tipo, os resultados finais foram similares aos apresentados no método CHICHORRO 2.0 embora se tenha verificado, em casos particulares, a influência da introdução do fumo como fator predominante no fator CTI. Foi ainda possível comparar o método atual com os métodos anteriores relacionados com esta temática.

É possível afirmar que o método CHICHORRO 3.0 é uma metodologia com capacidades para melhor entender o panorama das condições do edificado nacional quanto ao Risco de Incêndio, e permitir uma melhor atuação ao nível da prevenção e do combate.

7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

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

- Elaboração de um método simplificado do método como acontece no modelo CHICHORRO 2.0 de forma a ser possível o utilizador introduzir 12 dados relativos ao edifício e ser possível proceder ao cálculo do Risco de Incêndio através de casos-tipo;
- Elaborar uma exaustiva análise de sensibilidade a todos os parâmetros intervenientes no método CHICHORRO 3.0 de modo a perceber melhor a influência de cada um no valor do Risco de Incêndio;
- 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, por esta ordem.
- Introdução e afinação de custos por metro quadrado (€/m^2) de cada intervenção, com recurso à plataforma PRONIC;
- Análise de uma amostra representativa de edifícios de forma a aferir os valores de RI calculados de todos os casos tipo apresentados;
- Introdução no programa CHICHORRO 3.0 da possibilidade de fazer o *input* de dados a partir de uma folha de cálculo *Excel* bem como o *output* de resultados para essa mesma folha, de forma a simplificar cada vez mais o processo de cálculo de Risco de Incêndio para um conjunto de vários edifícios, criando uma base de dados interativa;
- 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 3.0 com os diversos programas relacionados com incêndios em edifícios, nomeadamente o *software* também desenvolvido na FEUP, *Firecheck* 2.0, [54].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Portugal, Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RTSCIE), 2008.

[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] http://www.rtp.pt/noticias/pais/doze-desalojados-apos-incendios-em-predio-de-lisboa_v1054463. 19 de junho de 2018.

[5] http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/morte/idoso-morre-em-incendio-em-valdosende. 19 de junho de 2018.

[6] http://www.publico.pt/2016/01/30/local/noticia/incendio-em-Lisboa-leva-16-pessoas-ao-hospital-1721884. 19 de junho de 2018.

[7] http://www.jn.pt/local/noticias/porto/porto/interior/foco-de-incendio-em-apartamento-causa-alarme-em-restaurante-no-porto-9137265.html. 19 de junho de 2018.

[8] http://www.publico.pt/2018/02/28/local/noticia/mulher-salta-do-segundo-piso-para-escapar-a-incendio-na-rotunda-da-boavista-1804858. 19 de junho de 2018.

[9] http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/evora/fogo-tira-lar-a-mae-e-dois-filhos-menores. 19 de junho de 2018.

[10] http://www.dn.pt/portugal/interior/bombeiros-combatem-incendio-num-predio-na-baixa-do-porto-9276557.html. 19 de junho de 2018.

[11] http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/porto/incendio-em-fabrica-de-moveis-em-paredes. 19 de junho de 2018.

[12] http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/marrazes/incendio-destroi-totalmente-armazem-em-leiria. 19 de junho de 2018.

[13] http://www.segurancaonline.com/noticias/detalhes.php?id=2944. 19 de junho de 2018.

[14] http://www.reuters.com/article/us-czech-fire/fourth-person-dies-after-prague-hotel-fire-idUSKBN1FA0KQ. 20 de maio de 2018.

[15] http://www.bbc.com/news/world-asia-42828023. 20 de maio de 2018.

[16] http://www.bbc.com/news/world-europe-43254130. 20 de maio de 2018.

[17] http://www.latimes.com/world/asia/la-fg-vietnam-fire-20180323-story.html. 20 de maio de 2018.

[18] http://www.telegraph.co.uk/news/2018/03/25/37-dead-scores-missing-siberia-shopping-centre-fire/. 20 de maio de 2018.

[19] http://www.bbc.com/news/world-latin-america-43579108. 18 de junho de 2018.

[20] http://www.scmp.com/news/china/society/article/2143032/18-die-suspected-arson-attack-chinese-karaoke-lounge. 18 de junho de 2018.

[21] http://www.cmjornal.pt/mundo/detalhe/briga-entre-casal-na-origem-de-fogo-que-fez-desabar-predio-em-sao-paulo. 18 de junho de 2018.

[22] http://www.theguardian.com/uk-news/2018/jun/16/firefighters-tackle-blaze-at-glasgow-school-of-art. 18 de junho de 2018.

[23] http://www.london-fire.gov.uk/museum/history-and-stories/the-great-fire-of-london/. 1 de junho de 2018.

[24] Coelho, L., *Incêndios em Edifícios*. Edições Orion, Amadora, 2010.

[25] Fernandes, A., *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, 2006.

[26] 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.

[27] 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.

[28] 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.

[29] Silva, B., *Modelo de Análise de Risco de Incêndio CHICHORRO – Melhoria e Ampliação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.

[30] Portugal, Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2008.

[31] Portugal, Decreto-Lei n.º 224/2015 de 9 de outubro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2015.

[32] Portugal, Portaria nº 949-A/2006 de 11 de setembro, 2006.

[33] Portugal, Despacho n.º 2074/2009 de 15 de janeiro, 2009.

[34] Macedo, M., *Método de Gretener*, Verlag Dashöfer Portugal, 2008.

[35] Espanha, Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, 2004.

[36] NFPA 92, *Standard for Smoke Control Systems*. 2011.

[37] NP EN 1991-1-2: *Eurocódigo 1: Ações em Estruturas – Parte 1-2: Ações Gerais, Ações em Estruturas Expostas ao Fogo*. LNEC, 2010.

[38] SFPE, *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. 5ª edição, Nova Iorque, 2016.

[39] Madrzykowski, D., Vettori, R., Franklin, B., *A Sprinkler Fire Suppression Algorithm for the GSA Engineering Fire Assessment System*. 1992.

[40] http://5cidade.files.wordpress.com/2008/04/detectores-apollo.pdf. 7 de junho de 2018.

[41] Packer Engineering Center Inc, Fire Testing and Evaluation, *A Comparison of Aspirated Smoke Detectors*.

[42] Siemens, *Aspirating Smoke Detection Applications Guide*. Junho, pág. 1–9, 2015.

[43] Home Office, *Detailed analysis of fires attended by fire and rescue services, England, April 2016 to March 2017*. Outubro, pág. 22, 2017.

[44] http://www.tiobe.com/tiobe-index/. 14 de junho de 2018.

[45] Maia, G., *Modelo de Análise de Risco de Incêndio CHICHORRO – Diagnóstico Através da sua Aplicação a 12 Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.

[46] Cabral, J. P., *Análise Urbana da Cidade de Ponta Delgada. O Papel dos Planos de Urbanização no Crescimento da Cidade*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 2015.

[47] Câmara Municipal de Ponta Delgada, *Programa REVIVA – Ponta Delgada*.

[48] SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, *Relatório 2: Delimitação das Áreas de Reabilitação Urbana, PR-03007 de março de 2016*. 2016.

[49] http://www.nationalgeographic.com/travel/best-trips-summer-2011-photos/. 14 de junho de 2018.

[50] http://www.natgeotraveler.nl/galerij/20-ultieme-bestemmingen-voor-2016/de-azoren. 15 de junho de 2018.

[51] http://www.europeanbestdestinations.com/top/most-beautiful-landscapes-in-europe/. 14 de junho de 2018.

[52] http://greendestinations.org/top-10-sustainable-destinations-unveiled-at-itb/. 14 de junho de 2018.

[53] http://www.qualitycoast.info/?page_id=583. 14 de junho de 2018.

[54] 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:

PAINÉIS DO *SOFTWARE* CHICHORRO 3.0

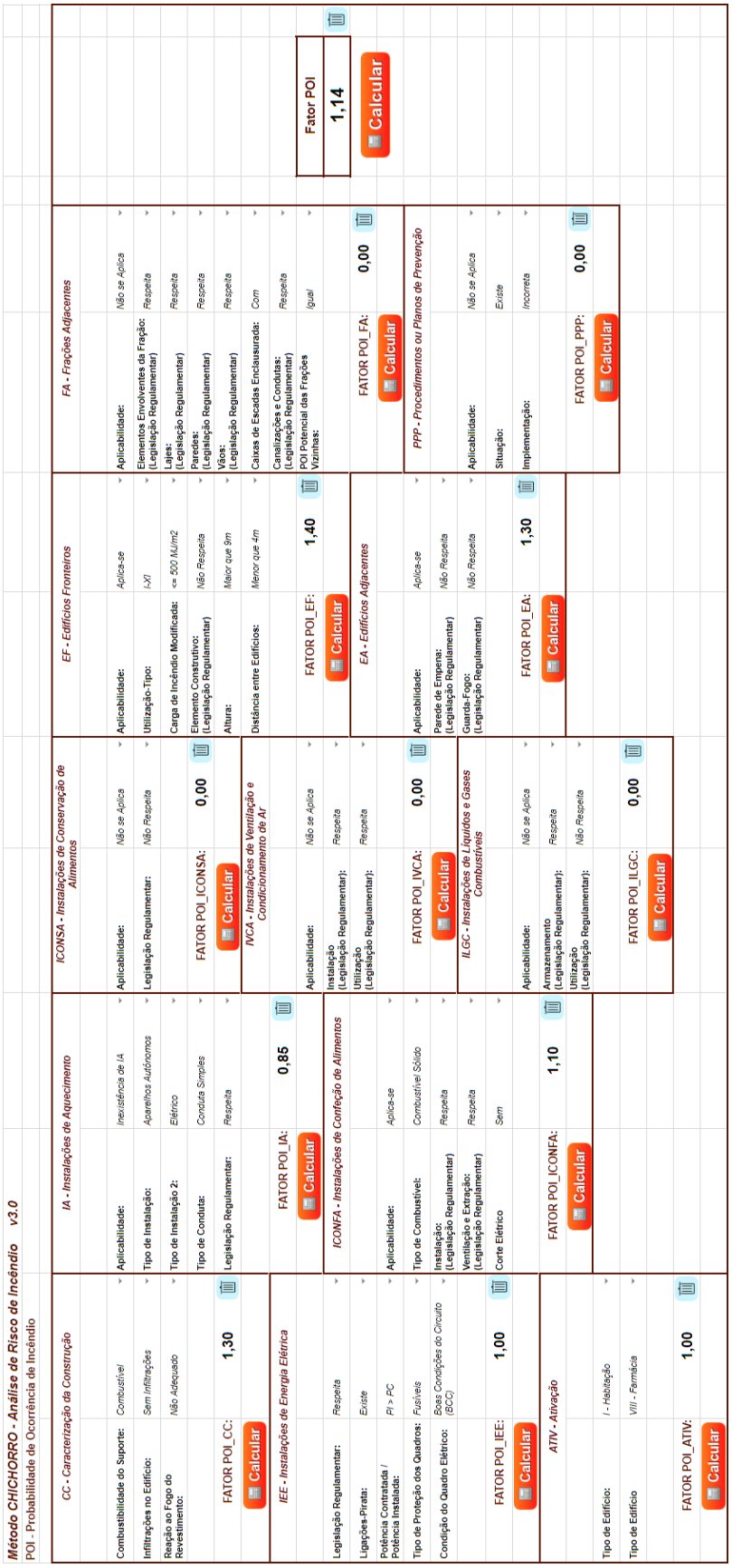


Fig. A.1 – Painel POI



Fig. A.2 – Painel CTI



Fig. A.3 – Painel DPI

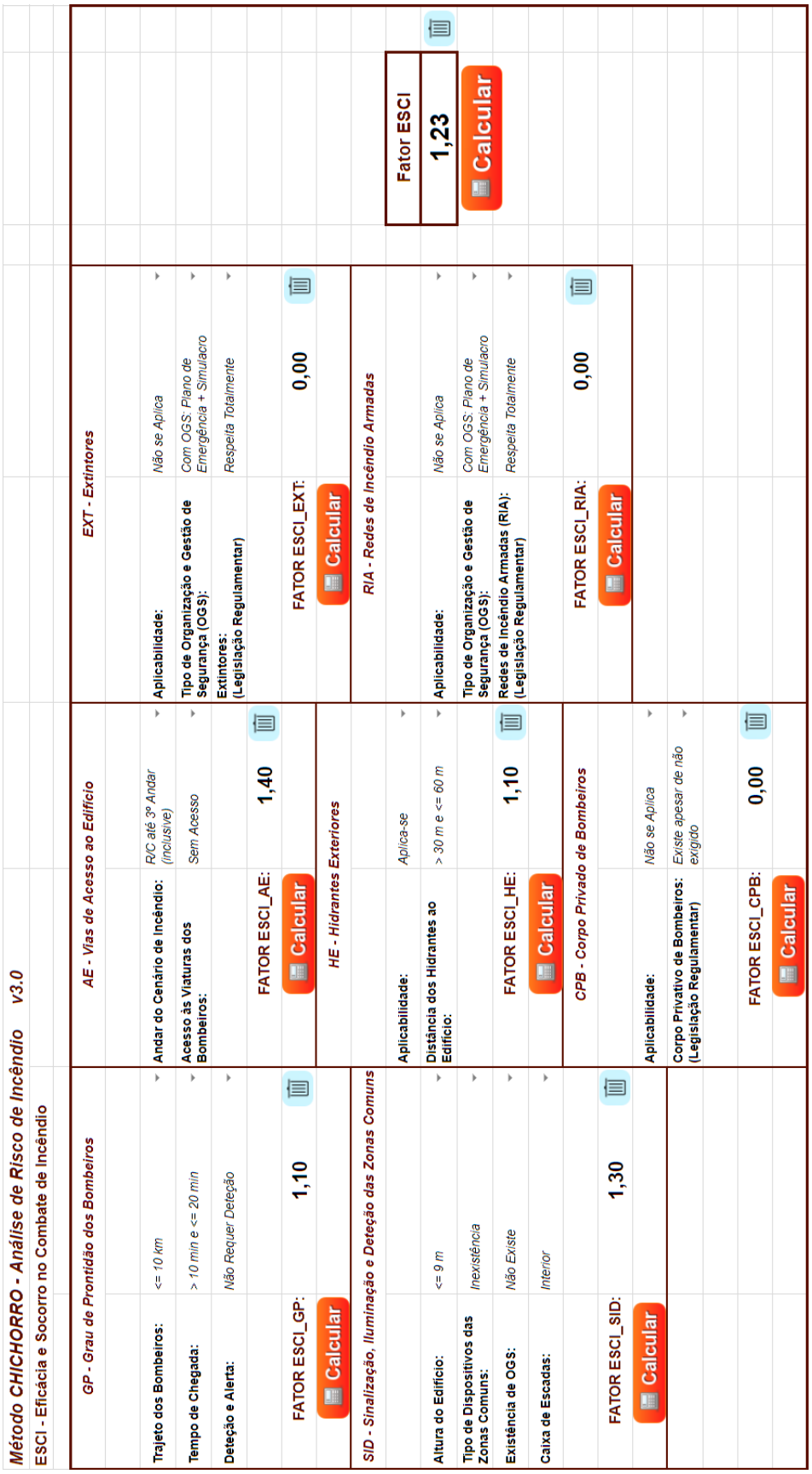


Fig. A.4 – Painel ESCI

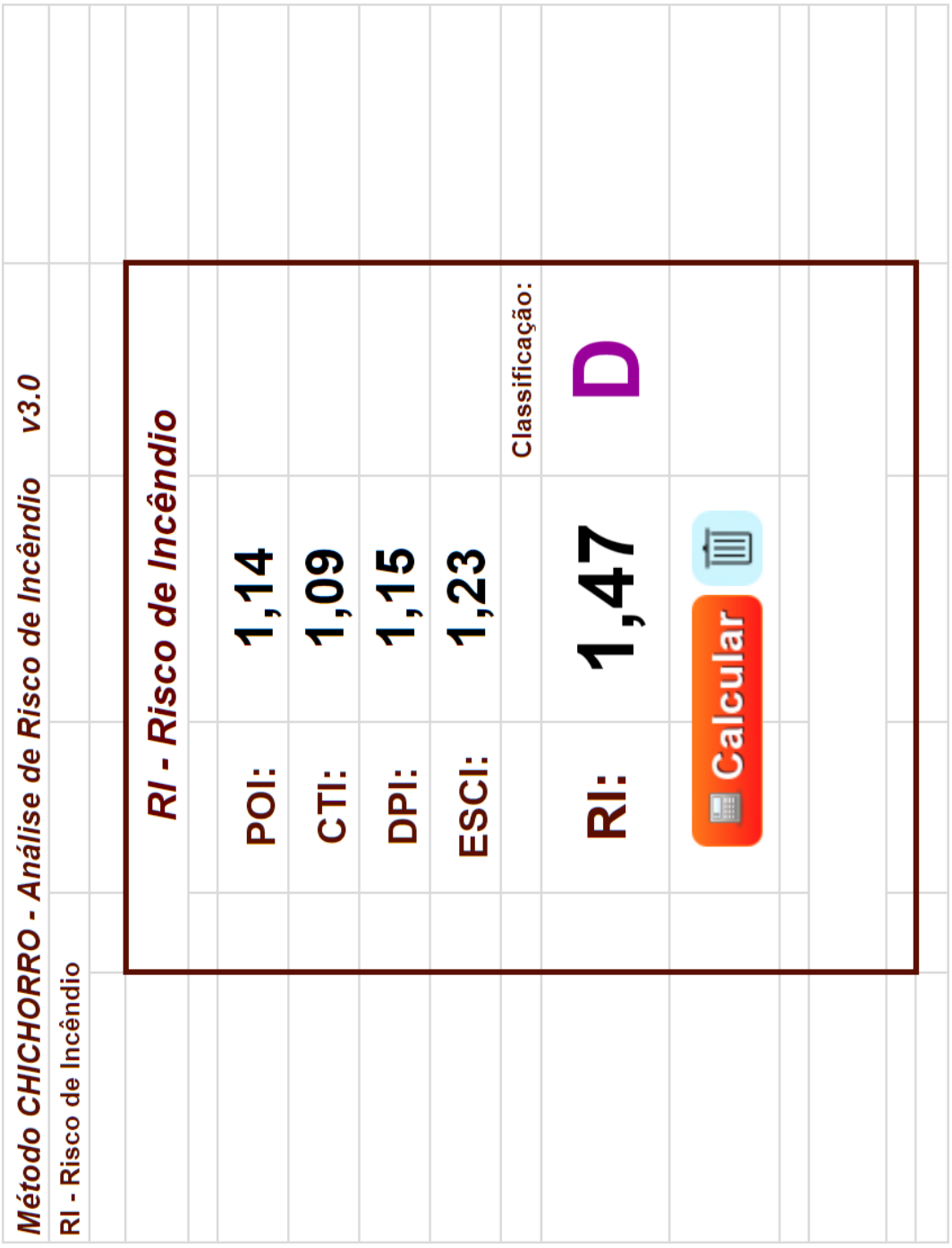


Fig. A.5 – Painel RI

Anexo B

Suporte Papel:

LISTAGEM COMPLETA DOS 142 EDIFÍCIOS DE PONTA DELGADA

ZONA 1

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção						RI Interv	RI Interv Escala
															I	II	III	IV	V	VI		
1	Santa Casa da Misericórdia	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	12	Médio	> 30 m	Acesso Possível	4900	750	2º	5	1,25	1,59	E	1,50	1,46	1,34	1,26	1,23	1,17	1,23	C
2	Igreja São José	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	11	Bom	> 30 m	Acesso Possível	1300	150	3º	4	1,25	0,92	A+	0,78	0,73	0,71	-	-	-	-	A+
3	WC Público	> 2008	IX - Desportivos e de Lazer	3	Bom	> 30 m	Acesso Possível	110	7	R/C	3	1,00	1,19	C+	0,80	0,68	0,66	-	-	-	0,80	A++
4	Associação Musical - Coral	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	4	Bom	> 30 m	Acesso Possível	490	60	R/C	4	1,25	0,98	A	0,77	0,68	0,66	-	-	-	-	A
5	Associação ARRISCA - Toxicodependentes	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	3	Médio	> 30 m	Acesso Possível	310	40	R/C	3	1,25	1,72	F	1,62	1,57	1,45	1,36	1,32	1,27	1,27	C-
6	Melo Abreu	1951-1967	XII - Indústria	9	Médio	> 30 m	Acesso Possível	1400	20	1º	5	1,20	0,86	A++	0,76	0,68	0,64	-	-	-	-	A++
7	Coliseu + Bar	1991-2008	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	10	Bom	< 30 m	Acesso Possível	2000	1600	2º	5	1,05	1,01	B+	0,92	0,81	0,74	-	-	-	-	B+
8	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	215	8	R/C	4	1,25	1,46	D	1,32	1,11	0,82	0,79	0,76	0,68	1,11	B-
9	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	240	6	R/C	4	1,25	1,46	D	1,32	1,11	0,82	0,79	0,76	0,68	1,11	B-
10	Mercearia	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	3	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	45	10	R/C	3	1,25	1,88	F	1,06	0,84	0,73	-	-	-	1,06	B
11	Devoluto																					
12	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	55	5	1º	3	1,25	1,55	E	1,47	1,27	0,97	0,97	0,95	86,00	0,97	A
13	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	50	3	R/C	3	1,25	2,09	F	1,87	1,59	1,17	1,08	1,02	0,91	1,17	C+
14	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	30	4	1º	3	1,25	2,09	F	1,84	1,65	1,29	1,21	1,14	1,03	1,21	C
15	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	35	4	1º	3	1,25	1,85	F	1,65	1,50	1,20	1,12	1,08	0,98	1,20	C+
16	Devoluto																					
17	Devoluto																					
18	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	40	3	R/C	3	1,25	1,61	E	1,49	1,37	1,12	1,08	1,06	0,97	1,12	B-
19	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	40	6	1º	3	1,25	1,55	E	1,45	1,33	1,09	1,08	1,06	0,97	1,09	B
20	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	35	4	R/C	3	1,25	1,55	E	1,45	1,33	1,09	1,08	1,06	0,97	1,09	B
21	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	40	3	R/C	3	1,25	1,55	E	1,45	1,33	1,09	1,08	1,06	0,97	1,09	B
22	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	35	4	R/C	3	1,25	1,55	E	1,45	1,33	1,09	1,08	1,06	0,97	1,09	B
23	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	60	6	R/C	3	1,25	1,79	F	1,60	1,38	1,04	1,00	0,97	0,87	1,04	B+
24	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	40	4	R/C	3	1,25	1,55	E	1,45	1,33	1,09	1,08	1,06	0,97	1,09	B
25	Devoluto																					
26	Creche	1951-1967	IV - Escolares	4	Médio	> 30 m	Acesso Possível	490	40	R/C	4	1,20	1,59	E	1,50	1,46	1,34	1,26	1,23	1,17	1,17	C+
27	Creche	1951-1967	IV - Escolares	6	Bom	< 30 m	Acesso Possível	270	40	1º	3	1,20	1,68	E	1,58	1,53	1,41	1,36	1,32	1,27	1,27	C-
28	Devoluto																					
29	Associação Inclusão Social	1951-1967	V - Hospitais e Lares de Idosos	3	Bom	> 30 m	Acesso Possível	315	25	R/C	3	1,20	1,59	E	1,50	1,46	1,34	1,26	1,23	1,17	1,17	C+

Fig. B.1 – Lista dos edifícios da Zona 1

ZONA 2

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção						RI Interv	RI Interv Escala
															I	II	III	IV	V	VI		
1	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	8	Bom	> 30 m	Acesso Possível	205	10	1º	4	1,25	1,05	B+	0,78	0,67	0,65	-	-	-	-	B+
2	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	> 30 m	Acesso Possível	165	12	2º	3	1,25	1,11	B-	0,78	0,71	0,69	-	-	-	-	B-
3	RIAC	< 1951	III - Administrativo	8	Bom	> 30 m	Acesso Possível	415	25	1º	4	1,25	1,56	E	1,47	1,41	1,26	1,21	1,19	1,12	1,21	C
4	Direção Regional	< 1951	III - Administrativo	6	Bom	< 30 m	Acesso Possível	145	7	1º	3	1,25	1,51	E	1,42	1,36	1,22	1,21	1,19	1,06	1,22	C
5	Direção Regional	< 1951	III - Administrativo	9	Bom	< 30 m	Acesso Possível	153	8	2º	3	1,25	1,51	E	1,42	1,36	1,22	1,21	1,19	1,06	1,22	C
6	CTT	< 1951	III - Administrativo	9	Médio	< 30 m	Acesso Possível	260	35	2º	3	1,25	1,88	F	1,70	1,60	1,40	1,35	1,31	1,21	1,21	C
7	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	8	Bom	< 30 m	Acesso Possível	105	60	1º	4	1,25	1,21	C	1,01	0,96	0,84	-	-	-	-	C
8	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	8	Médio	< 30 m	Acesso Possível	120	20	1º	4	1,25	1,83	F	0,84	0,76	0,72	-	-	-	0,84	A++
9	Capela	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	8	Médio	> 30 m	Acesso Possível	55	15	1º	4	1,25	1,82	F	1,03	0,85	0,77	-	-	-	1,03	B+
10	Habitação	< 1951	I - Habitação	8	Médio	< 30 m	Acesso Possível	610	3	1º	4	1,25	1,27	C-	1,15	0,90	0,75	0,73	0,70	0,65	1,15	B-
11	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	6	Bom	< 30 m	Acesso Possível	95	8	1º	3	1,25	1,08	B	0,84	0,76	0,69	-	-	-	-	B
12	Loja	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	< 30 m	Acesso Possível	117	8	2º	3	1,25	1,69	E	0,85	0,72	0,68	-	-	-	0,85	A++
13	Museu	> 2008	X - Museus e Galerias de Arte	9	Médio	< 30 m	Acesso Possível	177	45	2º	3,5	1,00	1,41	D	1,11	0,97	0,82	-	-	-	0,97	A
14	Devoluto																					
15	Habitação	< 1951	I - Habitação	9	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	70	10	2º	3	1,25	2,01	F	1,80	1,59	1,22	1,14	1,07	0,95	1,22	C
16	Habitação	< 1951	I - Habitação	9	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	188	6	2º	3	1,25	1,83	F	1,64	1,36	1,03	0,96	0,90	0,80	1,03	B+
17	Administrativo	> 2008	III - Administrativo	10	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	330	2	2º	3,5	1,00	1,68	E	1,57	1,50	1,34	1,28	1,25	1,13	1,13	B-
18	Devoluto																					
19	Habitação	< 1951	I - Habitação	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	185	6	1º	3,5	1,25	1,60	E	1,46	1,22	0,94	0,87	0,84	0,75	1,22	C
20	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	6	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	97	8	1º	3	1,25	1,15	B-	0,86	0,78	0,69	-	-	-	-	B-
21	Restauração	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	75	30	1º	3	1,25	1,95	F	1,09	0,87	0,80	-	-	-	1,09	B
22	Farmácia	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	140	10	1º	3	1,25	1,80	F	0,86	0,75	0,69	-	-	-	0,86	A++
23	Devoluto																					
24	Devoluto																					
25	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	8	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	118	10	1º	4	1,25	1,40	F	0,91	0,75	0,69	-	-	-	0,91	A+
26	Habitação	1968-1974	I - Habitação	4	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	40	4	R/C	4	1,15	1,61	E	1,52	1,31	1,06	1,02	0,99	0,90	1,06	B
27	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	145	20	1º	3	1,25	1,95	F	0,91	0,75	0,69	-	-	-	0,91	A+
28	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	128	8	2º	3	1,25	1,75	F	0,88	0,75	0,69	-	-	-	0,88	A++
29	Devoluto																					
30	Oficina Motas	< 1951	XII - Indústria	3	Mau	< 30 m	Sem Acesso	45	3	R/C	3	1,25	2,02	F	0,94	0,76	0,66	-	-	-	0,94	A+
31	Serviço Administrativo	< 1951	III - Administrativo	9	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	97	6	2º	3	1,25	2,03	F	1,81	1,68	1,44	1,38	1,31	1,11	1,11	B-
32	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	74	6	2º	3	1,25	2,06	F	1,01	0,86	0,74	-	-	-	1,01	B+
33	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	74	8	2º	3	1,25	1,75	F	0,88	0,79	0,73	-	-	-	0,88	A++
34	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	74	0	2º	3	1,25	0,25	A++	0,22	0,19	0,18	-	-	-	-	A++
35	Snack Bar	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	6	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	146	8	2º	3	1,25	2,12	F	0,98	0,80	0,71	-	-	-	0,98	A
36	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	154	10	1º	3,5	1,25	1,82	F	0,86	0,75	0,69	-	-	-	0,86	A++
37	Escritório Advogados	< 1951	III - Administrativo	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	478	12	1º	3,5	1,25	1,85	F	1,68	1,58	1,39	1,30	1,25	1,06	1,25	C
38	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	224	10	2º	3	1,25	1,80	F	0,86	0,75	0,69	-	-	-	0,86	A++
39	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	6	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	185	15	1º	3	1,25	1,14	B-	0,79	0,72	0,69	-	-	-	-	B-
40	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	322	8	2º	3	1,25	0,94	A+	0,76	0,69	0,65	-	-	-	-	A+
41	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	176	10	1º	4,5	1,25	1,15	B-	0,80	0,73	0,69	-	-	-	-	B-
42	Centro Explicações	< 1951	IV - Escolares	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	73	15	1º	4,5	1,25	1,76	F	1,67	1,62	1,51	1,42	1,38	1,29	1,29	C-
43	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	476	12	1º	4,5	1,25	2,11	F	0,96	0,79	0,68	-	-	-	0,96	A
44	Farmácia	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	10	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	272	20	2º	3,5	1,25	1,05	B+	0,78	0,73	0,69	-	-	-	-	B+
45	Habitação	< 1951	I - Habitação	12	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	95	16	3º	3	1,25	1,56	E	1,46	1,31	0,96	1,04	1,02	0,92	0,96	A
46	Serviços	< 1951	III - Administrativo	7	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	144	12	1º	3,5	1,25	1,55	E	1,47	1,40	1,26	1,25	1,23	1,11	1,25	C
47	Banco	< 1951	III - Administrativo	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	402	25	2º	3	1,25	1,55	E	1,47	1,40	1,26	1,25	1,23	1,11	1,25	C
48	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	80	6	2º	3	1,25	1,19	C+	0,86	0,78	0,69	-	-	-	-	C+
49	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	148	12	2º	3	1,25	1,12	B-	0,83	0,78	0,69	-	-	-	-	B-
50	Banco	< 1951	III - Administrativo	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	320	12	2º	3	1,25	1,79	F	1,63	1,53	1,34	1,30	1,25	1,12	1,25	C
51	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	150	10	2º	3	1,25	2,11	F	1,00	0,82	0,71	-	-	-	1,00	A
52	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	391	25	1º	3	1,25	0,98	A	0,76	0,68	0,65	-	-	-	-	A
53	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	267	5	2º	3	1,25	1,80	F	0,86	0,71	0,66	-	-	-	0,86	A++
54	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	198	16	2º	3	1,25	1,80	F	0,86	0,71	0,66	-	-	-	0,86	A++
55	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	161	20	2º	3	1,25	1,12	B-	0,86	0,78	0,69	-	-	-	-	B-
56	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	150	0	2º	3	1,25	0,25	A++	0,22	0,19	0,18	-	-	-	-	A++
57	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	86	6	2º	3	1,25	1,19	C+	0,86	0,78	0,69	-	-	-	-	C+

Fig. B.2 – Lista dos edifícios da Zona 2

ZONA 3

ID	Edifício	Ano Construção	UT Condicionante	Altura (m)	Estado de Conservação	Distância Hidrantes	Acesso Bombeiros	Área do Fogo	Efetivo	Andar CI	Pé Direito	RI Aceitável	RI	Escala	Intervenção						RI Interv	RI Interv Escala
															I	II	III	IV	V	VI		
1	Administrativo	< 1951	III - Administrativo	7	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	707	15	2	3,5	1,25	2,03	F	1,79	1,67	1,44	1,38	1,31	1,17	1,17	C+
2	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	9	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	182	30	3	3	1,25	1,14	B-	0,95	0,80	0,71	-	-	-	-	B-
3	Laboratório Análises Clínicas	< 1951	V - Hospitais e Lares de Idosos	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	211	10	2	3,5	1,25	1,63	E	1,55	1,50	1,40	1,31	1,28	1,13	1,13	B-
4	Devoluto																					
5	Museu	< 1951	X - Museus e Galerias de Arte	12	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	2035	50	3	4	1,25	0,90	A++	0,81	0,75	0,69	-	-	-	-	A++
6	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	71	4	1	4	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+
7	Serviço	< 1951	III - Administrativo	5	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	112	5	2	2,5	1,25	1,55	E	1,47	1,40	1,26	1,25	1,23	1,05	1,25	C
8	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	104	8	2	3	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+
9	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	89	4	1	3	1,25	1,95	F	1,74	1,47	1,13	1,08	1,02	0,91	1,13	B-
10	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	96	6	2	3	1,25	1,49	D	1,41	1,27	0,91	0,91	0,89	0,81	0,91	A+
11	Devoluto																					
12	Serviço	< 1951	III - Administrativo	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	68	6	1	3	1,25	1,68	E	1,58	1,40	1,26	1,25	1,23	1,05	1,25	C
13	Devoluto																					
14	Habitação	< 1951	I - Habitação	7	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	105	6	2	3,5	1,25	1,41	D	1,33	1,21	0,91	0,91	0,89	0,81	1,21	C
15	Habitação	< 1951	I - Habitação	10	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	114	15	3	3	1,25	1,56	E	1,46	1,26	1,00	0,99	0,97	0,87	1,00	A
16	Habitação	< 1951	I - Habitação	10	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	37	7	3	3	1,25	1,87	F	1,68	1,52	1,19	1,15	1,11	0,99	1,19	C+
17	Serviço	< 1951	III - Administrativo	12	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	122	12	3	4	1,25	2,01	F	1,81	1,58	1,38	1,33	1,27	1,14	1,14	B-
18	Serviço	< 1951	III - Administrativo	12	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	291	20	3	4	1,25	2,13	F	1,89	1,76	1,49	1,44	1,35	1,19	1,19	C+
19	Serviço	< 1951	III - Administrativo	12	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	86	16	3	4	1,25	1,74	F	1,61	1,54	1,38	1,38	1,35	1,23	1,23	C
20	Devoluto																					
21	Habitação	< 1951	I - Habitação	10	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	329	10	3	3	1,25	1,52	E	1,34	1,21	0,87	1,84	0,80	0,73	1,21	C
22	Serviço	< 1951	III - Administrativo	6	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	124	6	2	3	1,25	2,13	F	1,85	1,73	1,48	1,42	1,43	1,14	1,14	B-
23	Museu	< 1951	X - Museus e Galerias de Arte	9	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	926	45	3	3	1,25	0,86	A++	0,77	0,70	0,67	-	-	-	-	A++
24	Serviço	< 1951	III - Administrativo	10	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	436	16	3	3	1,25	1,79	F	1,63	1,53	1,34	1,30	1,25	1,12	1,25	C
25	Devoluto																					
26	Serviço	< 1951	III - Administrativo	8	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	221	8	2	4	1,25	1,55	E	1,47	1,40	1,26	1,25	1,23	1,05	1,25	C
27	Devoluto																					
28	Habitação	< 1951	I - Habitação	7	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	88	6	2	3,5	1,25	1,62	E	1,47	1,33	0,98	0,94	0,91	0,82	0,98	A
29	Habitação	< 1951	I - Habitação	3	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	49	4	1	3	1,25	1,55	E	1,47	1,35	0,97	0,97	0,95	0,86	0,97	A
30	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	76	6	2	3	1,25	1,72	F	1,56	1,39	1,04	1,00	0,97	0,87	1,04	B+
31	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	58	6	2	3	1,25	1,61	E	1,52	1,31	1,01	0,97	0,95	0,86	1,01	B+
32	Habitação	< 1951	I - Habitação	8	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	98	6	3	3	1,25	2,01	F	1,80	1,52	1,17	1,08	1,02	0,91	1,17	C+
33	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	65	6	2	3	1,25	1,54	E	1,46	1,31	1,01	0,97	0,95	0,86	1,01	B+
34	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	184	10	2	3	1,25	1,60	E	1,46	1,29	1,01	0,94	0,91	0,82	1,01	B+
35	Devoluto																					
36	Devoluto																					
37	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	58	4	2	3	1,25	2,09	F	1,87	1,59	1,17	1,08	1,02	0,91	1,17	C+
38	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	91	6	2	3	1,25	1,72	F	1,56	1,33	1,04	1,00	0,97	0,87	1,04	B+
39	Serviço	< 1951	III - Administrativo	6	Mau	< 30 m	Acesso a VLCI	452	10	2	3	1,25	2,03	F	1,81	1,68	1,44	1,38	1,31	1,11	1,11	B-
40	Associação Inclusão Social	< 1951	VI - Espetáculos e Reuniões Públicas	7	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	412	20	2	3,5	1,25	1,70	E	0,81	0,74	0,69	-	-	-	0,81	A++
41	Habitação	< 1951	I - Habitação	4	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	30	3	1	4	1,25	1,79	F	1,63	1,47	1,17	1,13	1,08	0,97	1,17	C+
42	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	10	Médio	< 30 m	Acesso a VLCI	127	30	3	3	1,25	1,52	E	1,05	0,95	0,82	-	-	-	1,05	B+
43	Devoluto																					
44	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	8	Bom	< 30 m	Acesso a VLCI	150	20	2	4	1,25	1,11	B-	0,85	0,77	0,69	-	-	-	-	B-
45	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	9	Mau	> 30 m	Acesso a VLCI	350	20	3	3	1,25	2,11	F	1,00	0,82	0,71	-	-	-	1,00	A
46	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	7	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	127	10	2	3,5	1,25	1,15	B-	0,86	0,78	0,69	-	-	-	-	B-
47	Comércio	< 1951	VIII - Comerciais e Gares de Transporte	12	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	202	24	4	3	1,25	1,40	D	1,01	0,88	0,76	-	-	-	1,01	B+
48	Devoluto																					
49	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	179	12	2	3	1,25	1,68	E	1,52	1,29	1,01	0,94	0,91	0,82	1,01	B+
50	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	115	6	2	3	1,25	1,68	E	1,52	1,37	1,01	0,94	0,91	0,82	1,01	B+
51	Habitação	< 1951	I - Habitação	8	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	148	12	2	4	1,25	1,45	D	1,38	1,18	0,95	0,91	0,89	0,81	1,18	C+
52	Habitação	< 1951	I - Habitação	12	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	93	8	4	3	1,25	1,85	F	1,67	1,42	1,10	1,03	0,99	0,88	1,10	B
53	Devoluto																					
54	Habitação	< 1951	I - Habitação	6	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	79	6	2	3	1,25	1,78	F	1,61	1,43	1,08	1,00	0,97	0,87	1,08	B
55	Habitação	< 1951	I - Habitação	10	Bom	> 30 m	Acesso a VLCI	92	8	3	3	1,25	1,61	E	1,51	1,30	1,03	0,99	0,97	0,87	1,03	B+
56	Restaurante	< 1951	VII - Hotéis e Restauração	7	Médio	> 30 m	Acesso a VLCI	73	16	2	3,5	1,25	1,57	E	1,09	0,87	0,75	-	-	-	1,09	B

Fig. B.3 – Lista dos edifícios da Zona 3

Anexo C

Suporte Papel:

MAPA DAS TRÊS ZONAS DE PONTA DELGADA
ESTADO DE CONSERVAÇÃO, ACESSOS, ANTES E APÓS INTERVENÇÕES

ZONA 1



Fig. C.1.1.1 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 1, antes das intervenções

ZONA 1



Fig. C.1.1.2 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 1, após as intervenções

ZONA 1



Fig. C.1.2 – Mapa contendo o estado de conservação e os acessos dos edifícios da Zona 1

ZONA 2

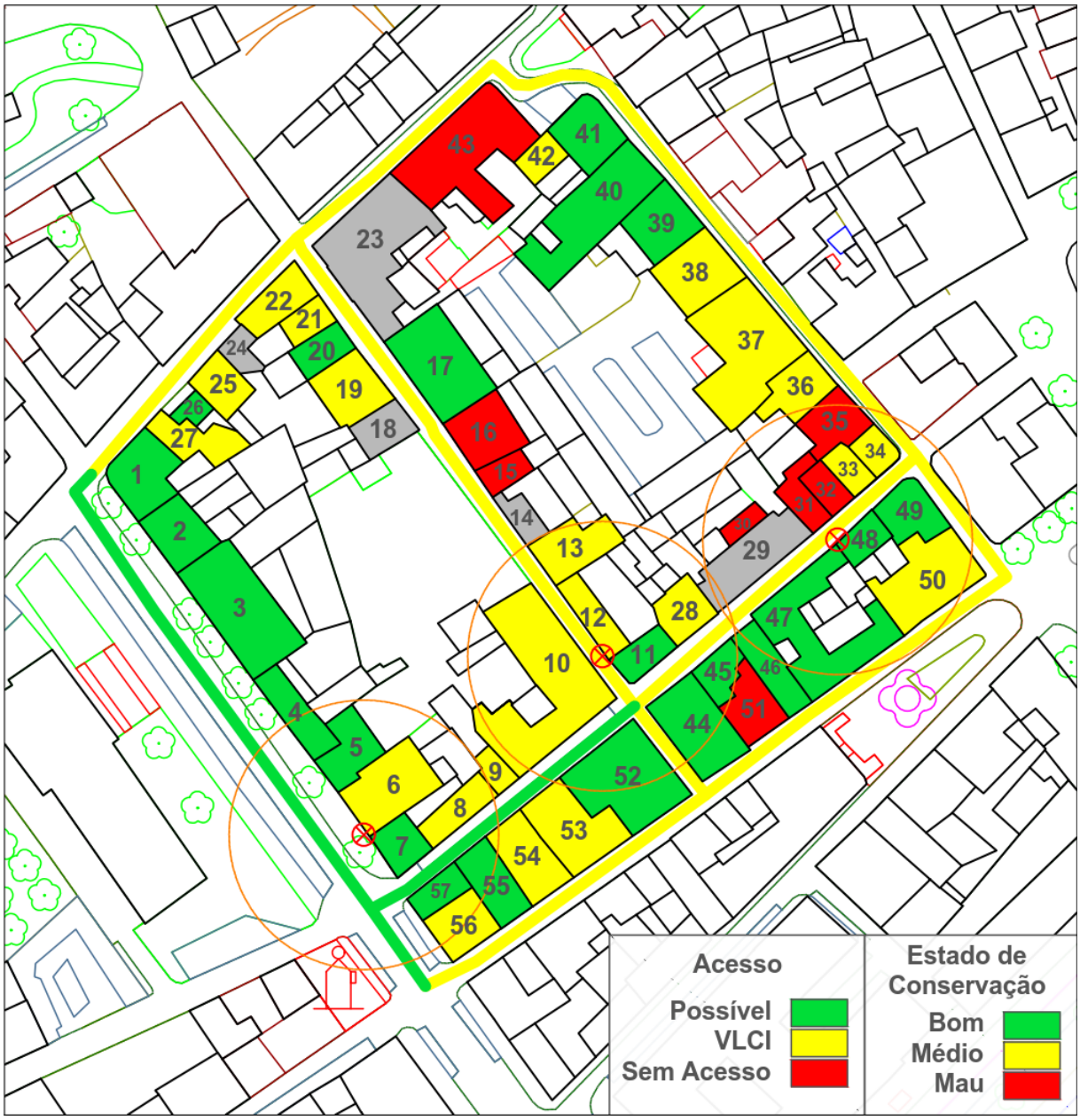


Fig. C.2.1 – Mapa contendo o estado de conservação e os acessos dos edifícios da Zona 2

ZONA 2

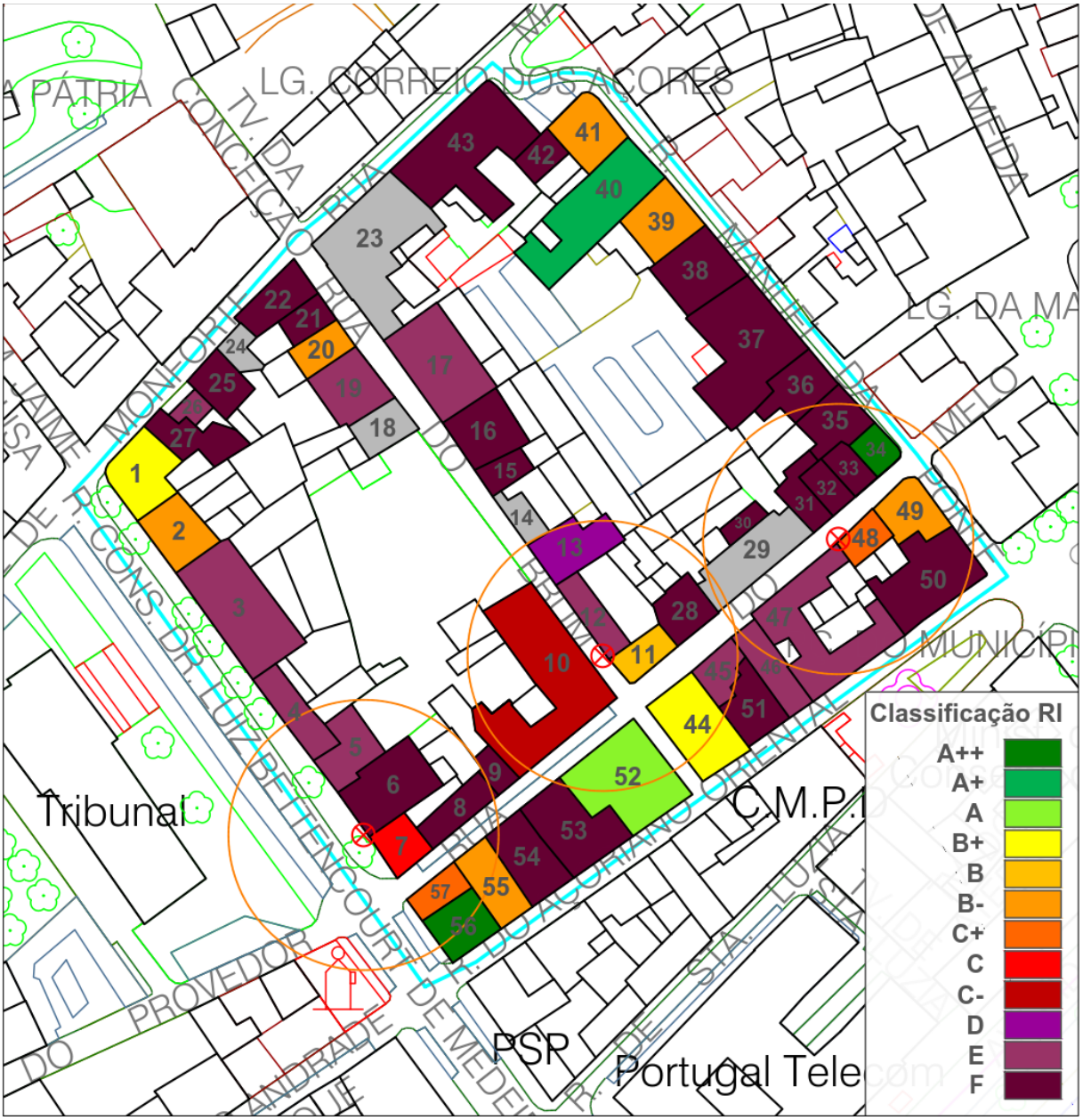


Fig. C.2.2.1 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 2, antes das intervenções

ZONA 2

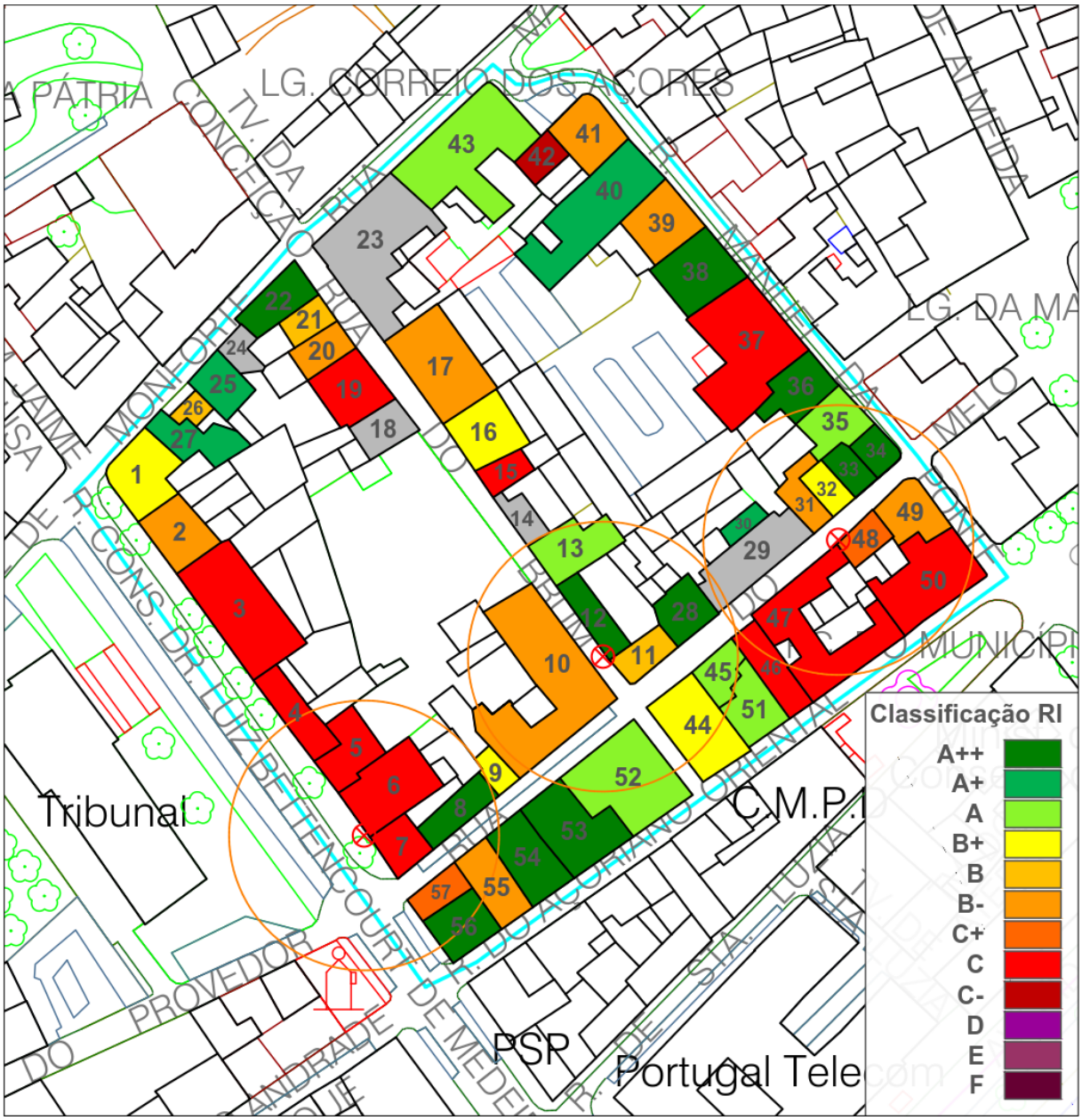


Fig. C.2.2.2 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 2, após as intervenções

ZONA 3



Fig. C.3.1.1 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 3, antes das intervenções

ZONA 3

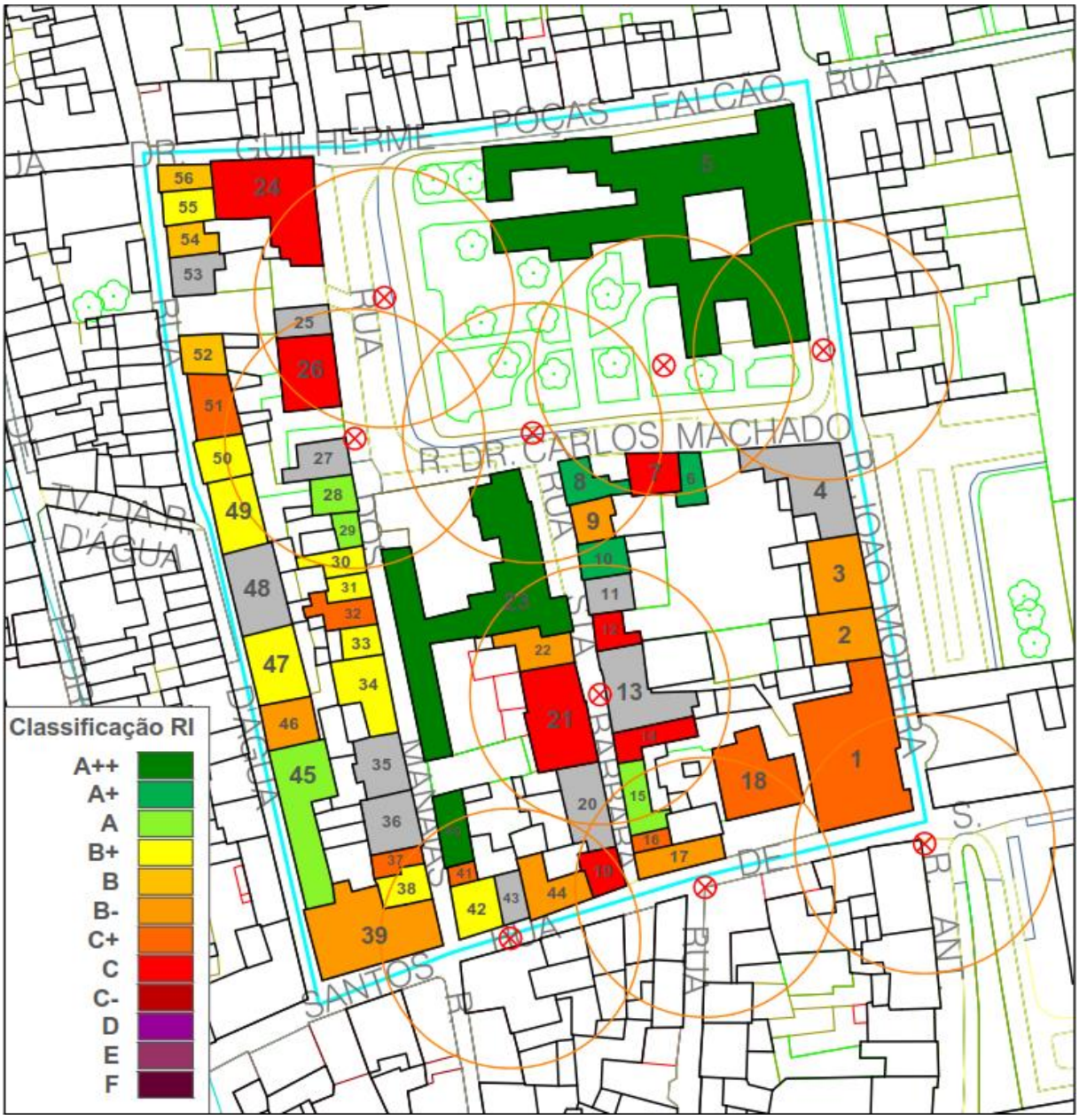


Fig. C.3.1.2 – Mapa contendo a escala de classificação de RI da Zona 3, após as intervenções

ZONA 3



Fig. C.3.2 – Mapa contendo o estado de conservação e os acessos dos edifícios da Zona 3

Anexo D

Suporte Papel:

GRÁFICOS REFERENTES AO CASO DE ESTUDO DE PONTA DELGADA

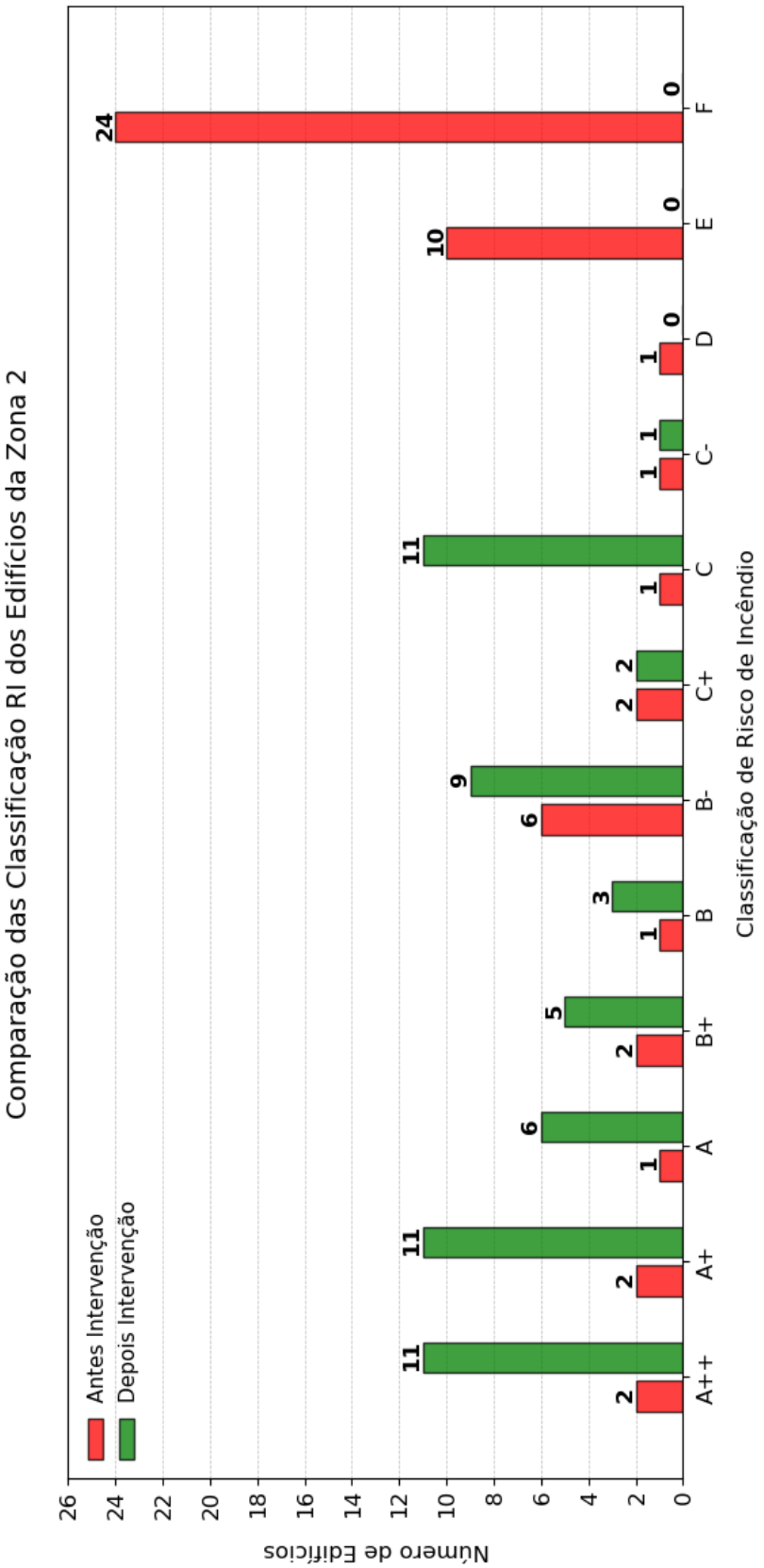


Fig. D.1 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona 1

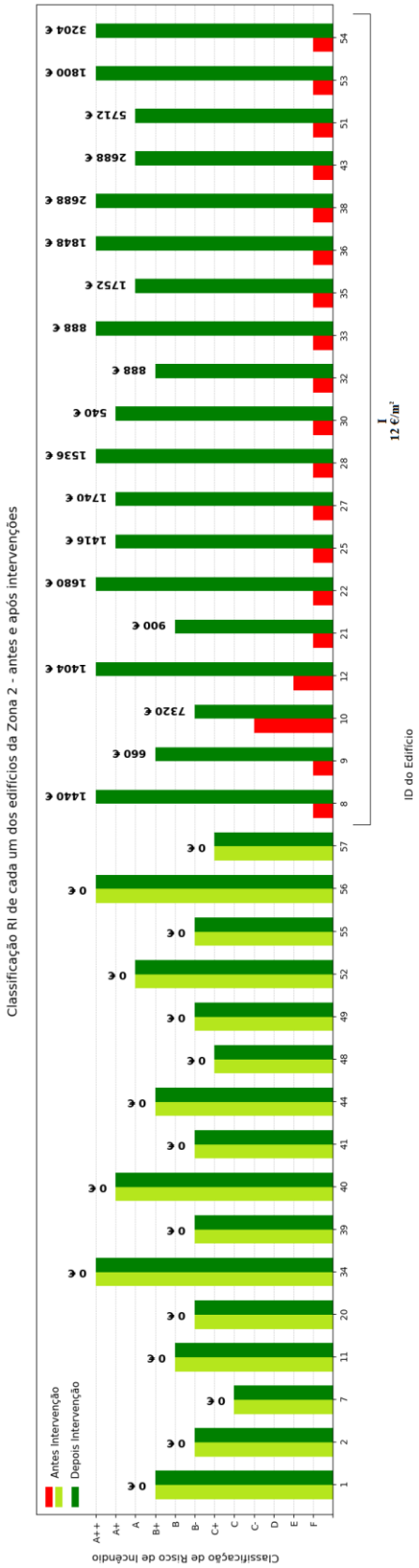


Fig. D.2.1.1 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona 2

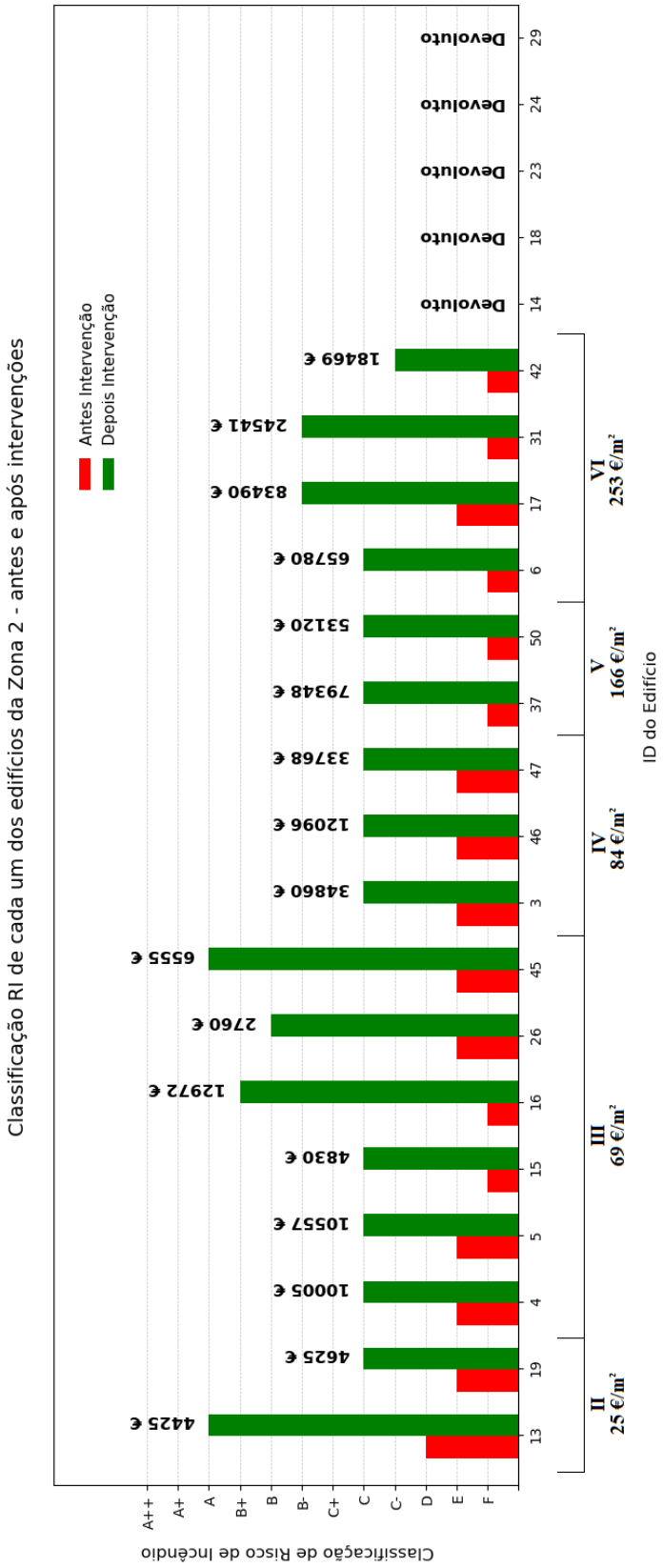


Fig. D.2.1.2 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona 2 (continuação)

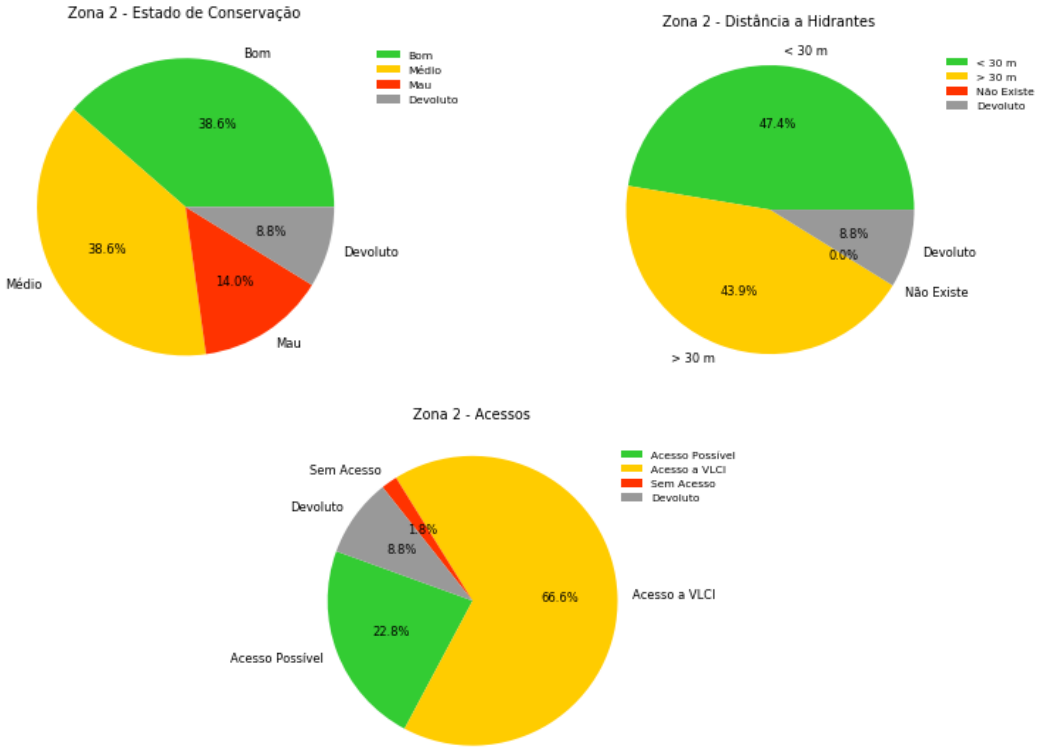


Fig. D.2.2 – Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos da Zona 2

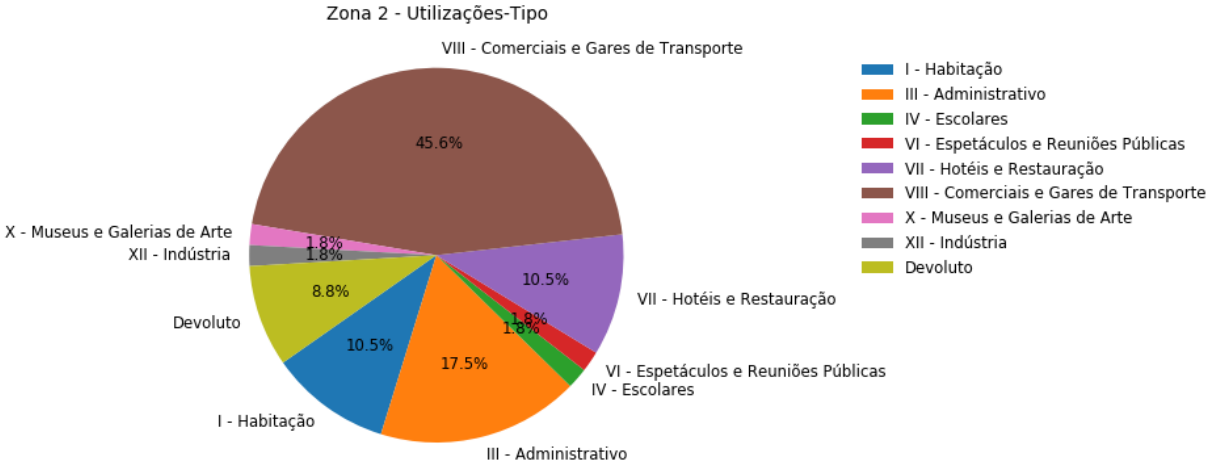


Fig. D.2.3 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios da Zona 2

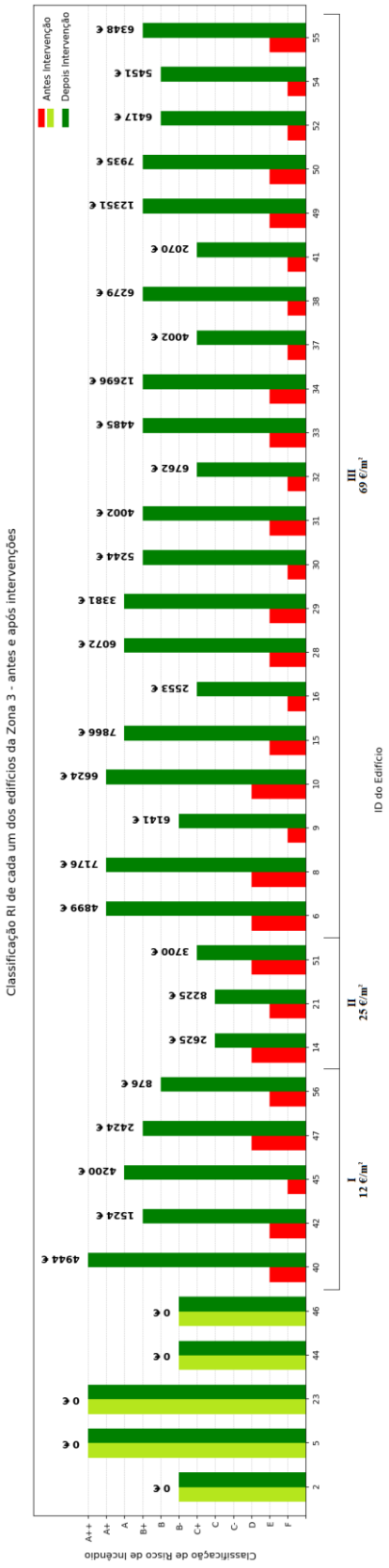


Fig. D.3.1.1 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona 3

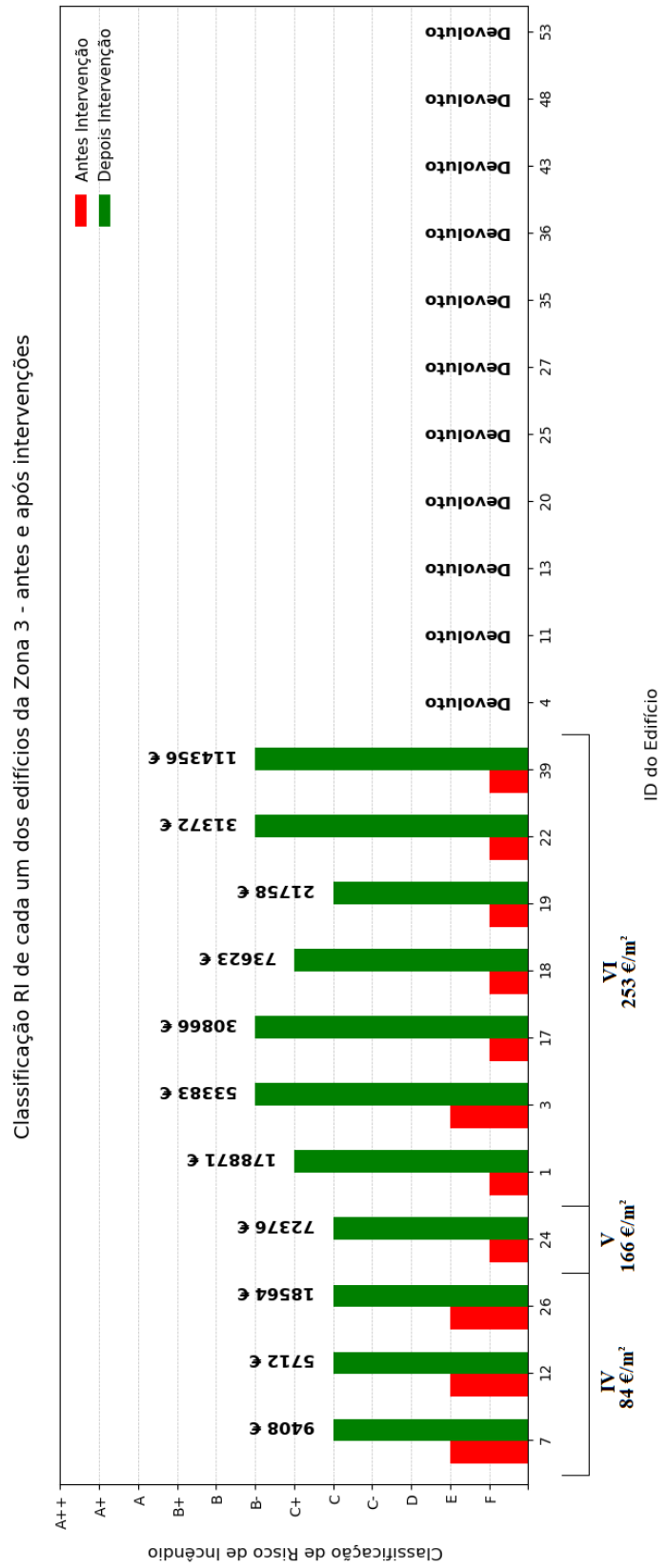


Fig. D.3.1.2 – Gráficos com a classificação de RI antes e após cada intervenção, por edifício, respetivo conjunto de intervenções utilizado, custo por m^2 de intervenção e custo total de intervenção por edifício da Zona 3 (continuação)

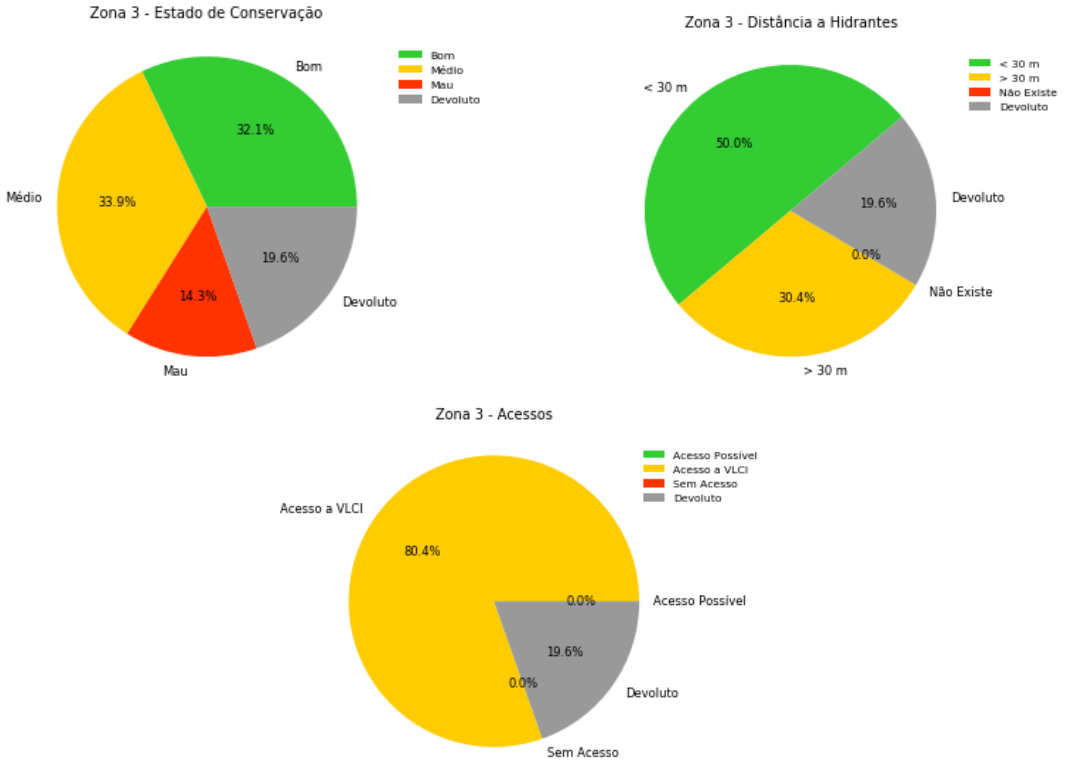


Fig. D.3.2 – Gráficos representativos do estado de conservação, distância dos hidrantes e acessos da Zona 3

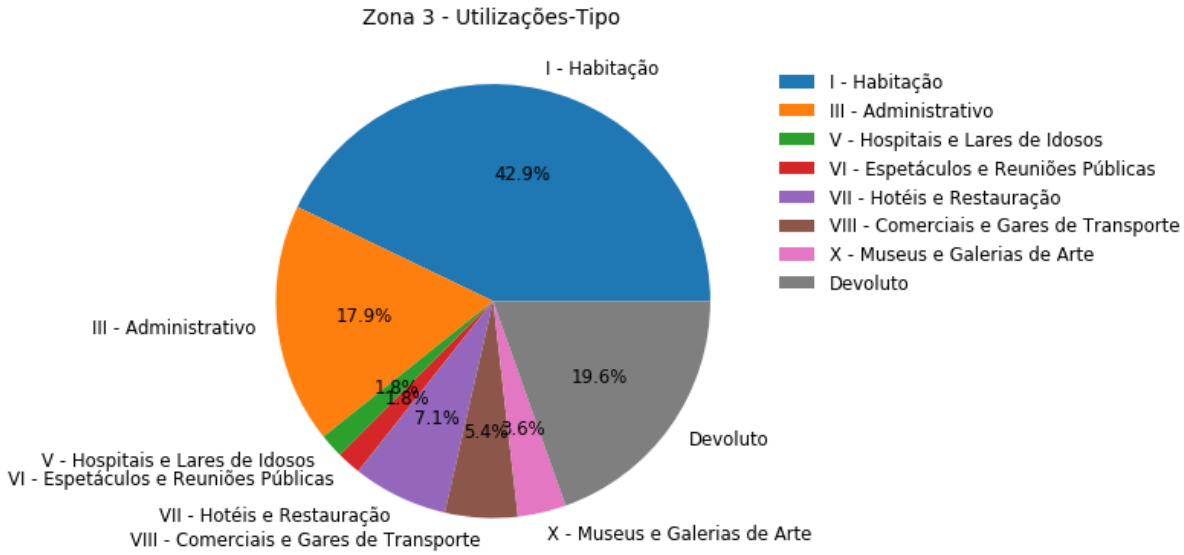


Fig. D.3.3 – Gráfico representativo das utilizações-tipo dos edifícios da Zona 3