



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

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

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA O ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO NA SÉ CATEDRAL DO PORTO

Ana Isabel Pimentel de Castro

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Rodrigues Gonçalves (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Coorientador: Professor Gonçalo Manuel Fernandes Perestrelo (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professor Doutor António Leça Coelho (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)

Presidente do Júri: Professor Doutor Mário Augusto Pires Vaz (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2022



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Miguel Chichorro Gonçalves, por aceitar orientar esta dissertação, enriquecendo-a com o seu conhecimento e experiência.

Ao Professor Gonçalo Perestrelo, pelo contributo técnico e pela motivação incutida, em momentos decisivos.

À Ana, Emanuel e Ângela pelo acolhimento e colaboração ao longo das visitas à Sé Catedral do Porto.

À Direção Regional de Cultura do Norte, pela disponibilização das plantas de arquitetura do edifício.

Por fim, um agradecimento especial à minha família e amigos, pela paciência e suporte, em todas as etapas do meu percurso.

RESUMO

O património cultural é constituído por todos os bens que, sendo testemunhos com valor de civilização ou de cultura portadores de interesse cultural relevante, devam ser objeto de especial proteção e valorização. Em 1996, o Centro Histórico do Porto passou a integrar a lista dos sítios classificados como Património Mundial pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). A Sé Catedral do Porto é parte integrante deste património histórico, representativo de uma época em que a cidade se assumiu como um dos principais bastiões da Reconquista e da reorganização do território português.

O fogo é um dos principais riscos que afeta o património cultural em todo o mundo, com um impacto que pode traduzir-se na perda total ou parcial de bens irreplicáveis. A história regista a ocorrência de incontáveis incêndios, que pela sua dimensão e consequências, tornou imperativa a discussão em torno da segurança contra incêndio em edifícios (SCIE), refletida no desenvolvimento de novos procedimentos e ferramentas e na elaboração de regulamentação cada vez mais específica. A implementação de adequadas medidas de manutenção e proteção, pode evitar a maioria dos incêndios e minimizar os seus efeitos, justificando, deste modo, todos os esforços a desenvolver nesta área, em particular, os que se destinam a edifícios históricos.

O objetivo deste trabalho é descrever e analisar as atuais condições de segurança contra incêndio implementadas na Sé Catedral do Porto, propondo, sempre que justificadas, medidas de correção e/ou melhoria, tendo em vista a facilitação da implementação das medidas de autoproteção. O desenho metodológico para a prossecução deste objetivo, baseou-se na análise documental e no estudo observacional e analítico.

A Sé Catedral do Porto, para preservação das suas características históricas e seculares, não cumpre muitas das atuais exigências regulamentares, genéricas e prescritivas, que não atentam às especificidades dos edifícios históricos. A elaboração de um projeto de segurança contra incêndio pode constituir um enorme desafio e exigir uma atuação conjunta, com vista ao desenvolvimento de soluções minimamente invasivas, inovadoras e sustentáveis, capazes de conciliar os princípios de segurança contra incêndio e os princípios de conservação do património.

Palavras-chave – Segurança Contra Incêndio, Edifícios Históricos, Igrejas, Sé Catedral do Porto

ABSTRACT

The cultural heritage includes all properties with specific cultural significance that should be subject to special protection and valorization. The Historic Centre of Porto was inscribed on UNESCO's World Heritage List in 1996. The Porto's Cathedral is an important part of this historical heritage, representative of a time when the city assumed itself as one of the main bastions of the Reconquista and the reorganization of the Portuguese territory.

Fire is one of the main risks affecting cultural heritage around the world, with an impact that can result in total or partial loss of unreplicable assets. History records the occurrence of countless fires, which by their size and consequences, made imperative the discussion about fire safety in buildings, reflected in the development of new procedures and tools and in the elaboration of increasingly specific regulations. The implementation of appropriate maintenance and protection measures can prevent most fires and minimize their effects, thereby justifying all efforts to preserve the historic buildings.

The aim of this work is to describe and analyze the current fire safety conditions implemented in the Porto's Cathedral, proposing, whenever justified, corrective and/or improvement measures, in order to simplify the implementation of self-protection measures. The methodological design for the accomplishment of this objective was based on documentary analysis and observational and analytical study.

The Porto's Cathedral does not meet many of the current building requirements, generic and prescriptive, which do not take into consideration the specificities of the historic buildings. The elaboration of a fire safety project can be a huge challenge and require joint action to develop minimally invasive, innovative and sustainable solutions able to reconcile the principles of fire safety and heritage conservation.

Keywords: Fire Safety, Historic Buildings, Churches, Sé Catedral do Porto

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Âmbito e Motivação	3
1.2	Objetivos da Dissertação	4
1.3	Metodologia.....	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
2	FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO	7
2.1	Património Mundial, Cultural e Natural	7
2.2	Breve Evolução da Legislação de SCIE em Portugal.....	9
2.3	Incêndios Históricos	12
2.4	Fatores de Risco para o Património Histórico das Igrejas.....	17
2.5	Segurança Contra Incêndio em Edifícios Históricos	20
2.5.1	Principais Desafios	20
2.5.2	Potenciais Soluções	21
2.6	Preservação do Património Cultural e Regulamentação Internacional	22
3	APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	27
3.1	A Sé Catedral do Porto	27
3.2	Classificação da Utilização-Tipo (UT).....	30
3.3	Categoria de Risco.....	30
3.4	Efetivo e Locais de Risco	31
4	ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SCIE	33
4.1	Condições Exteriores Comuns.....	33
4.1.1	Vias de acesso ao edifício	33
4.1.2	Acessibilidade às fachadas	34
4.1.3	Limitações à propagação do incêndio pelo exterior.....	34
4.1.4	Disponibilidade de água para os meios de socorro	36
4.1.5	Grau de prontidão do socorro.....	36
4.2	Resistência ao Fogo de Elementos de Construção	37
4.2.1	Resistência ao fogo de elementos estruturais	37
4.2.2	Compartimentação geral corta-fogo.....	37
4.3	Isolamento e Proteção de Locais de Risco	38

4.4	Isolamento e Proteção das Vias de Evacuação.....	38
4.4.1	Proteção das vias evacuação horizontais e verticais	38
4.4.2	Proteção de vãos interiores	39
4.5	Reação ao fogo	39
4.5.1	Vias de evacuação horizontais	39
4.5.2	Vias de evacuação verticais	40
4.5.3	Locais de risco	41
4.5.4	Bancadas, palanques e estrados em recintos permanentes.....	41
4.6	Evacuação.....	42
4.6.1	Evacuação dos locais	42
4.6.2	Dimensionamento das saídas e dos caminhos de evacuação	43
4.6.3	Caracterização das vias de evacuação horizontais	43
4.6.4	Características das portas	44
4.6.5	Caracterização das vias de evacuação verticais	45
4.6.6	Zona de refúgio	46
4.7	Instalações técnicas	47
4.8	Equipamentos e sistemas de segurança	47
4.8.1	Sinalização	47
4.8.2	Iluminação de emergência	48
4.8.3	Sistema de deteção, alarme e alerta	49
4.8.4	Sistema de controlo de fumo.....	52
4.8.5	Meios de intervenção	52
4.8.6	Posto de segurança.....	53
4.8.7	Instalações acessórias.....	54
5	PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO E MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO	55
5.1	Síntese das Propostas de Alteração	55
5.2	Medidas de Autoproteção.....	58
6	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	61
7	BIBLIOGRAFIA.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Carta de Bens Patrimoniais da cidade do Porto.....	8
Figura 2 - Carta Régia de D. João I (23 de agosto de 1395)	9
Figura 3 - Incêndio na Catedral de Notre Dame	19
Figura 4 – Fachada principal da Sé Catedral do Porto.....	27
Figura 5 - Nave central da igreja.....	28
Figura 6 - Claustro Gótico e Claustro Superior.....	28
Figura 7 - Planta dos serviços técnicos no piso 0 e dos serviços administrativos no piso 1	29
Figura 8 - Vias de acesso ao edifício	34
Figura 9 - Acessibilidade às fachadas do edifício	35
Figura 10 - Edifícios em confronto com a Sé Catedral do Porto	35
Figura 11 - Localização dos hidrantes (marcos e bocas de incêndio).....	36
Figura 12 - Locais de risco B e C.....	38
Figura 13 - Vãos interiores em madeira	39
Figura 14 - Vias de evacuação verticais.....	40
Figura 15 - Pavimento elevado na igreja.....	42
Figura 16 - Bancos de madeira da nave da igreja e capela-mor.....	42
Figura 17 - Porta principal da igreja e porta lateral.....	44
Figura 18 - Escadaria de acesso à torre Norte	46
Figura 19 - Claustro Superior.....	46
Figura 20 - Sinalização em espaço público e em espaço reservado.....	48
Figura 21 - Iluminação do edifício.....	49
Figura 22 - Dispositivos de acionamento manual de alarme	50
Figura 23 - Detetores óticos lineares de feixe	50
Figura 24 - Deteção por aspiração ou amostragem	51
Figura 25 - Localização da central de deteção de incêndio e chaveiro	54
Figura 26 - Compartimentação corta-fogo do piso 0	55
Figura 27 - Confronto entre a fachada de pedra e a fachada de madeira	56
Figura 28 - Portas de madeira no acesso à escadaria Nasoni	56
Figura 29 - Acesso à Torre Norte.....	57
Figura 30 - Posto de Segurança.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Incêndios em edifícios de culto religioso e suas causas.....	19
Tabela 2 - Categorias de risco das utilizações -tipo VI, «Espetáculos e reuniões públicas»	31
Tabela 3 - Efetivo e Locais de Risco.....	32
Tabela 4 - Pontos de penetração por piso.....	34
Tabela 5 - Grau de prontidão dos meios de socorro.....	37
Tabela 6 - Resistência ao fogo padrão mínima de locais de risco B e C	38
Tabela 7 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação horizontais	39
Tabela 8 - Vias de evacuação horizontais	40
Tabela 9 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação verticais.....	40
Tabela 10 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação verticais.....	41
Tabela 11 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos em locais de risco	41
Tabela 12 -Número mínimo de saídas de locais cobertos em função do efetivo	43
Tabela 13 - Número mínimo de unidades de passagem em espaços cobertos	43
Tabela 14 – Número de Unidades de Passagem das vias de evacuação horizontais	44
Tabela 15 – Número de Unidades de Passagem das vias de evacuação verticais.....	45
Tabela 16 - Configuração das instalações de alarme	51
Tabela 17 - Dimensionamento dos extintores	53

GLOSSÁRIO

Agente extintor - substância sólida, líquida ou gasosa especificamente adequada para extinguir um incêndio, quando aplicada em determinadas condições.

Alarme - sinal sonoro e ou luminoso, para aviso e informação de ocorrência de uma situação anormal ou de emergência, acionado por uma pessoa ou por um dispositivo ou sistema automático.

Categorias de risco - classificação em quatro níveis de risco de incêndio de qualquer utilização - tipo de um edifício e recinto, atendendo a diversos fatores de risco, como a sua altura, o efetivo, o efetivo em locais de risco, a densidade de carga de incêndio modificada e a existência de pisos abaixo do plano de referência, nos termos previstos no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na sua redação atual.

Edifício - toda e qualquer edificação destinada à utilização humana que disponha, na totalidade ou em parte, de um espaço interior utilizável, abrangendo as realidades referidas no n.º 1 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, alterado e republicado pela Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro.

Efetivo - número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto.

Efetivo de público - número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de edifício ou recinto que recebe público, excluindo o número de funcionários e quaisquer outras pessoas afetas ao seu funcionamento.

Espaços - áreas interiores e exteriores dos edifícios ou recintos.

Espaço de culto religioso - espaço situado em edificação permanente, fechada e coberta, suscetível de utilização para a prática de atividades religiosas ou atos com elas relacionados.

Evacuação – movimento de ocupantes de um edifício para uma zona de segurança, em caso de incêndio ou de outros acidentes, que deve ser disciplinado, atempado e seguro.

Fachada acessível - fachada através da qual é possível aos bombeiros lançar as operações de socorro a todos os pisos, quer diretamente através de, no mínimo, uma saída correspondente a um caminho de evacuação, quer através dos pontos de penetração designados no presente regulamento.

Local de risco - classificação de qualquer área de um edifício ou recinto, em função da natureza do risco de incêndio, em conformidade com o disposto no artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na sua redação atual.

Medidas de Autoproteção – conjunto de medidas adotadas na autoproteção e na gestão de segurança contra incêndio em edifícios e recintos, durante a exploração ou utilização dos mesmos e consistem nas medidas de prevenção, intervenção, registos de segurança, formação em SCIE e simulacros.

Pátio interior (átrio, poço de luz ou saguão) - vazio interior correspondente a um volume aproximadamente paralelepípedo cuja menor dimensão horizontal é inferior à respetiva altura.

Consoante a existência ou não de cobertura designa -se respetivamente por coberto ou ao ar livre. O pátio interior é ainda designado por aberto, no caso de um ou mais pisos se encontrarem abertos em permanência sobre o vazio central ou fechado, quando as fachadas interiores forem totalmente protegidas por elementos de construção, quer à face desse vazio, quer recuadas. Designa -se por altura do pátio a distância medida na vertical entre as cotas do átrio de acesso ao interior do vazio e do pavimento do último piso utilizado dando para esse vazio.

Parede de empena - parede lateral de um edifício, sem aberturas, com a função de isolamento relativamente a edifícios contíguos, já existentes ou a construir.

Plano de referência - plano de nível, à cota de pavimento do acesso destinado às viaturas de socorro, medida na perpendicular a um vão de saída direta para o exterior do edifício, sendo que, no caso de existir mais de um plano de referência, é considerado o plano mais favorável para as operações dos bombeiros.

Plantas de Emergência - plantas esquemáticas de um piso ou espaço de um edifício/ recinto, que têm por objetivo orientar, informar e instruir os respetivos ocupantes para os procedimentos a adotar numa situação de emergência, englobando ainda as instruções de segurança e a legenda da simbologia adotada.

Reação ao fogo - resposta de um produto ao contribuir pela sua própria decomposição para o início e o desenvolvimento de um incêndio, avaliada com base num conjunto de ensaios normalizados.

Resistência ao fogo - propriedade de um elemento de construção, ou de outros componentes de um edifício, de conservar durante um período de tempo determinado a estabilidade e ou a estanquidade, isolamento térmico, resistência mecânica, ou qualquer outra função específica, quando sujeito ao processo de aquecimento resultante de um incêndio.

Saída - qualquer vão disposto ao longo dos caminhos de evacuação de um edifício que os ocupantes devam transpor para se dirigirem do local onde se encontram até uma zona de segurança.

Unidade de passagem (UP) - unidade teórica utilizada na avaliação da largura necessária à passagem de pessoas no decurso da evacuação.

Utilização-tipo - classificação dada pelo uso dominante de qualquer edifício ou recinto, ou de cada uma das suas partes, em conformidade com o disposto no artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, na sua redação atual.

SIGLAS/ACRÓNIMOS

NFPA - *National Fire Protection Association*

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis*

RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RJ-SCIE – Regulamento Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (Lei 123/2019, de 18 de outubro)

RT-SCIE - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (Portaria 135/2020, de 2 de junho)

RS – Responsável pela Segurança

SCI - Segurança Contra Incêndio

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UP – Unidade de Passagem

UT – Utilização -Tipo

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Âmbito e Motivação

Nos termos da Lei de Bases do Património Cultural (Lei 107/2001, de 8 de setembro), “*O património cultural é constituído por todos os bens que, sendo testemunhos com valor de civilização ou de cultura portadores de interesse cultural relevante, devam ser objeto de especial proteção e valorização. Ao Estado compete assegurar a transmissão de uma herança nacional, cuja continuidade e enriquecimento unirá as gerações num percurso civilizacional singular, como esteio da independência e da identidade nacionais.*”

O património cultural está sujeito a riscos diversos que impactam a continuidade da sua existência e relevância. O incêndio representa uma das mais significativas ameaças ao património cultural, motivo pela qual a implementação de medidas capazes de minimizar os seus efeitos se reveste da maior importância (Kincaid, 2018; Romão&Bertolin, 2022). Os edifícios históricos, em todo o mundo, foram construídos há várias décadas ou séculos, sem que a sua construção considerasse princípios de proteção e prevenção contra incêndios (Venegas et al, 2021). Ao longo dos anos, o interesse crescente em torno da preservação do património cultural tem impulsionado o desenvolvimento de soluções que procuram colmatar as lacunas identificadas, conciliando os princípios mínimos de segurança contra incêndio e os princípios mínimos de conservação do património (Kincaid, 2018).

A Sé Catedral do Porto, situada no centro histórico da cidade, é um dos seus mais antigos monumentos, constituindo um testemunho cultural e histórico, pressuposto que valida todas as ações de proteção e preservação do imóvel e de todo o património móvel que incorpora. O edifício tem um percurso religioso e patrimonial com mais de oito séculos (Botelho, 2006) e ocupa uma posição de destaque na malha urbana antiga da cidade que, à semelhança de outros centros urbanos antigos, apresenta um risco de incêndio acrescido, potenciado pela conjugação de diversos fatores, como a probabilidade de ocorrência de incêndio, o seu desenvolvimento e propagação, bem como as dificuldades de evacuação e combate. O reconhecimento do risco deve obrigar à implementação de medidas que melhorem o desempenho do edificado, em particular, o de reconhecido valor histórico e patrimonial.

Os atuais regulamentos prescritivos e a carência de políticas de segurança específicas e robustas, orientadas para a proteção de edifícios e coleções que integram o património cultural, sustentam o interesse no desenvolvimento desta dissertação, na expectativa de que a abordagem descritiva e analítica que se pretende, possa contribuir, através da apresentação de soluções adaptadas ao contexto, para a melhoria de desempenho do edifício, em matéria de segurança contra incêndio.

1.2 Objetivos da Dissertação

A Sé Catedral do Porto é um edifício do século XII, revestido de um enorme valor histórico e patrimonial, devendo ser objeto de esforços conjuntos, no sentido da sua proteção e valorização.

Com base neste pressuposto, o objetivo principal desta dissertação é descrever e analisar as atuais condições de segurança contra incêndio implementadas na Sé Catedral do Porto, propondo, sempre que justificadas, medidas de correção e/ou melhoria, tendo em vista a facilitação da implementação das medidas de autoproteção.

A concretização do objetivo principal implicou o estabelecimento dos seguintes objetivos específicos:

- Analisar a breve evolução da legislação de SCIE em Portugal;
- Analisar e interpretar as disposições legais, regulamentares e normativas nacionais;
- Identificar os principais riscos associados aos edifícios históricos, em particular, aos de culto religioso;
- Identificar os principais desafios e soluções que envolvem a segurança contra incêndio em edifícios históricos, procurando refletir sobre a sua possível adequação ao estudo de caso;
- Apresentar um documento síntese, que auxilie no processo de implementação das medidas de autoproteção no edifício.

1.3 Metodologia

A metodologia usada para a prossecução do principal objetivo deste trabalho foi estabelecida no paradigma do estudo de caso, que se baseia, essencialmente, na observação e registo das evidências recolhidas no local. Antes do estudo observacional, impunha-se a leitura de documentos de natureza e fontes diversificadas - livros, artigos, legislação, regulamentos e normas nacionais e internacionais -, objetivando a construção de uma fundamentação teórica crítica e pertinente.

Após a estruturação teórica que permitiu contextualizar e compreender a evolução histórica de alguns conceitos, seguiu-se uma revisão da literatura científica, para exploração do estado da arte, no que se refere aos principais desafios que envolvem a segurança contra incêndio em edifícios históricos e às soluções de engenharia desenvolvidas nos últimos anos.

A revisão bibliográfica sistemática observou as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) Statement* (Page et al., 2021). A pesquisa foi efetuada nas bases de dados *Scopus*, *Inspec* e *Web of Science*, considerando as seguintes combinações de palavras-chave: “*Fire Safety*” OR “*Fire Protection*” AND “*Historic Building*”; “*Fire Safety*” OR “*Fire Protection*” AND “*Cultural Heritage*”; “*Fire Safety*” OR “*Fire Protection*” AND “*Historic Structures*”; “*Fire Safety*” OR “*Fire Protection*” AND “*Churches*”; “*Fire Safety*” OR “*Fire Protection*” AND “*Cathedral*”.

A pesquisa considerou apenas artigos provenientes de revistas e conferências científicas, publicados em inglês, entre 2015 e 2022. Após a aplicação dos critérios de exclusão, os artigos

foram analisados por títulos e resumos e os duplicados removidos. O processo de análise considerou 37 artigos elegíveis para leitura do texto integral, integrando o presente trabalho, o conhecimento científico gerado e constante em 25 artigos.

A última fase do desenho metodológico consistiu na observação sistemática, desenvolvida para descrever e analisar as atuais condições de SCIE da Sé Catedral do Porto, obedecendo à ordem estabelecida nos capítulos do RT-SCIE.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em duas partes. A Parte I corresponde ao enquadramento teórico e compreende os capítulos 1 e 2. A Parte II é dedicada ao estudo de caso, às conclusões, perspetivas futuras e referências bibliográficas, englobando os capítulos 3, 4, 5, 6 e 7.

O primeiro capítulo está dividido em quatro subcapítulos que correspondem ao âmbito e motivação, objetivos, metodologia e estrutura da dissertação.

O segundo capítulo apresenta uma breve evolução histórica em matéria de preservação do património cultural e de SCI em Portugal; enuncia os principais riscos associados aos edifícios históricos, em particular, aos de culto religioso; apresenta uma resenha sobre os grandes incêndios urbanos da história da civilização e descreve os desafios relacionados com a SCI em edifícios históricos e as potenciais soluções encontradas na literatura científica.

O terceiro capítulo introduz o caso de estudo, com uma breve exposição da história e características da Sé Catedral do Porto.

O quarto capítulo descreve e analisa os elementos recolhidos no estudo observacional sobre as atuais condições de SCI na Sé Catedral do Porto, de acordo com a ordem estabelecida no RT-SCIE.

O quinto capítulo apresenta uma síntese das propostas de alteração e indica as medidas de autoproteção exigíveis para o edifício da Sé Catedral do Porto.

O sexto capítulo expõe as principais conclusões do trabalho e reflete sobre as perspetivas futuras.

No sétimo capítulo, são apresentadas as referências bibliográficas, por ordem alfabética, de acordo com os critérios de referenciação da *American Psychological Association* (APA) - 7ª edição.

2 FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO

2.1 Património Mundial, Cultural e Natural

O Património Mundial, Cultural e Natural é constituído por edifícios e sítios, nomeadamente obras arquitetónicas, de escultura ou de pintura monumentais, elementos de estruturas de carácter arqueológico, inscrições, grutas e grupos de elementos com valor universal excecional, (UNESCO, 1972) cuja proteção e valorização são da maior relevância na construção do património afetivo de um povo (Lei nº107/2001, de 8 de setembro).

A consciência e a preocupação crescentes em relação à preservação do património, em particular, do património cultural, traduziu-se na publicação de documentos de referência, as Cartas Patrimoniais, que estabeleciam as diretrizes e os princípios a respeitar, nas ações de proteção e manutenção do património. A primeira Carta Patrimonial foi publicada em 1931, na sequência do I Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos, realizado em Atenas, Grécia.¹ Nos anos seguintes, sucederam-se as publicações com o mesmo propósito e novas especificidades.

No dia 16 de novembro de 1972, na sequência de uma reunião da Conferência Geral da UNESCO, em Paris, é adotada a Convenção para a Proteção do Património Mundial, Cultural e Natural, com o objetivo de garantir uma proteção, conservação e valorização do património cultural e natural situado nos Estados, parte da referida Convenção. A necessidade de elaboração do documento é o resultado de:

“Constatação de que o património cultural e o património natural estão cada vez mais ameaçados de destruição, não apenas pelas causas tradicionais de degradação, mas também pela evolução da vida social e económica que as agrava através de fenómenos de alteração ou de destruição ainda mais importantes.”

“A degradação ou o desaparecimento de um bem do património cultural e natural constitui um empobrecimento efectivo do património de todos os povos do mundo.”

“A protecção de tal património à escala nacional é a maior parte das vezes insuficiente devido à vastidão dos meios que são necessários para o efeito e da insuficiência de recursos económicos, científicos e técnicos do país no território no qual se encontra o bem a salvar.”

“(…) a extensão e a gravidade dos novos perigos que os ameaçam, incumbe à colectividade internacional, no seu todo, participar na protecção do património cultural e natural, de valor universal excepcional, mediante a concessão de uma assistência colectiva que sem se substituir à acção do Estado interessado a complete de forma eficaz.”

“(…) se torna indispensável a adopção, para tal efeito, de novas disposições convencionais que estabeleçam um sistema eficaz de protecção colectiva do património cultural e natural

¹ <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/cc/CartadeAtenas.pdf> (consultado a 05/09/2022)

de valor universal excepcional, organizado de modo permanente e segundo métodos científicos e modernos.” (UNESCO, 1972)

Em Portugal, a Convenção foi aprovada pelo Decreto nº 49/79, de 6 junho, com início de vigência a 30/12/1980.² Atualmente, Portugal tem um total de 17 locais classificados como Património Mundial pela UNESCO, entre cidades e centros históricos, monumentos, paisagens culturais e vitícolas, o que espelha bem a diversidade cultural e paisagística do país.³

O Centro Histórico do Porto é um dos locais classificado como Património Mundial pela UNESCO, desde o dia 5 de dezembro de 1996, tendo por base o critério IV (cultural), considerando que *"este bem possui notável valor universal pelo seu tecido urbano e pelos seus inúmeros edifícios históricos que testemunham o desenvolvimento ao longo do último milénio de uma cidade europeia virada para o ocidente pelas suas ligações comerciais e culturais"*.⁴

Na Carta dos Bens Patrimoniais da cidade do Porto, estão mapeados os imóveis com valor arquitetónico, histórico, artístico, técnico, cultural ou social (Figura 1). A Sé Catedral do Porto, objeto de estudo desta dissertação, localiza-se na União das freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória e constitui um exemplo da riqueza cultural da cidade, cuja matriz original deve ser preservada, como testemunho de uma história que deve ser transmitida às gerações vindouras.⁵

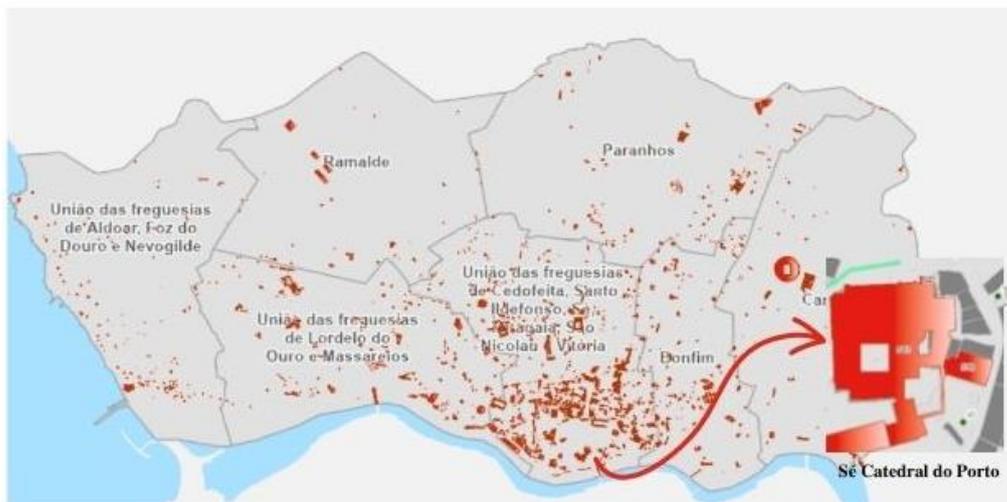


Figura 1- Carta de Bens Patrimoniais da cidade do Porto⁵

² <https://gddc.ministeriopublico.pt/instrumento/convencao-para-proteccao-do-patrimonio-mundial-cultural-e-natural-0> (consultado a 25/08/2022)

³ <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-mundial/> (consultado a 25/08/2022)

⁴ <https://cultura.cm-porto.pt/patrimonio-cultural/patrimonio-arquitetonico> (consultado a 25/08/2022)

⁵ <https://portalgeo.cm-porto.pt/arcgis/apps/sites/#/mapas-do-porto> (consultado a 25/08/2022)

2.2 Breve Evolução da Legislação de SCIE em Portugal

Em Portugal, a primeira iniciativa oficial de prevenção de incêndios é apresentada no ano de 1395, quando, em 25 de agosto, o rei D. João I assinou, na cidade do Porto, a Carta Régia que estabelecia as medidas a tomar no âmbito da prevenção e do controlo de incêndios em edifícios na cidade de Lisboa:

“(...) que os pregoeiros dessa cidade pelas freguesias em cada noite andem pela dita cidade apregoando que cada um guarde e ponha guarda ao fogo em sua casa e que se algum fogo se levantasse, o que Deus não queira, que todos os carpinteiros e calafates venham aquele local, cada um com o seu machado, para haverem de atalhar o dito fogo e outro assim todas as mulheres que ao dito fogo acudirem tragam cada uma o seu cântaro ou pote para apagar o dito fogo (...)”(Amaro, 2009, p.65)

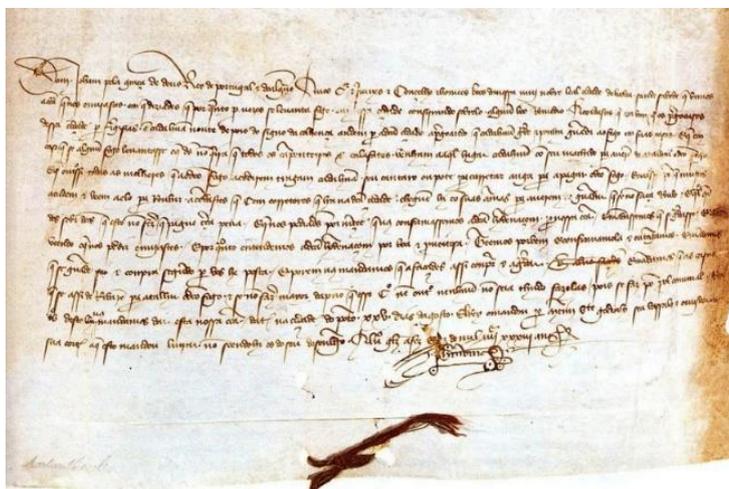


Figura 2 - Carta Régia de D. João I (23 de agosto de 1395)⁶

Ao longo dos séculos XV e XVI, não há registo de grandes desenvolvimentos nesta área. No entanto, no ano de 1513, a Câmara do Porto decide: *“Eleger diversos cidadãos para fiscalizar se os restantes moradores da cidade apagavam o lume das cozinhas à hora indicada pelo sino da noite, ou seja, foi estabelecido o primeiro sistema de vigilância noturna fora da cidade de Lisboa e de que se tem conhecimento.”*⁶

No mesmo ano, a Câmara Municipal de Lisboa decide regular o rebrandamento de foguetes na cidade, o uso e comercialização de pólvora e forçar a deslocação de fornos de cal para fora de Lisboa, apostando, deste modo, na implementação de medidas preventivas contra incêndios. No ano de 1612, a Câmara do Porto *“ordenou que fossem notificados os carpinteiros da cidade de que iriam receber machados e outras pessoas de que entrariam na posse de bicheiros, para que, havendo incêndios, acudissem a ele com toda a diligência”*.⁶ Nesta altura, assinala-se o início do pagamento de salários, pela Câmara de Lisboa, a carpinteiros, pedreiros e outros trabalhadores

⁶ <https://www.bombeiros.pt/historial/historial.html> (consultado a 06/09/2022)

indiferenciados, responsáveis pelo transporte e manuseio de escadas e baldes de água que serviriam para combater os incêndios na cidade (Amaro, 2009).

No reinado de D. João IV, em 1646, houve uma tentativa de introduzir, na cidade de Lisboa, o sistema usado em Paris, sendo aprovada a compra de diversos materiais e equipamentos e a concessão de benefícios no que se refere a remunerações e habitações. Em 28 de março de 1678, o rei D. Afonso VI determinou que fossem criados em Lisboa, os três primeiros “quartéis”, que se assemelhavam, na sua configuração arquitetônica, a armazéns. (Amaro, 2009)

“O Senado ordenará, com toda a brevidade, que nesta cidade haja três armazéns (...) e que estejam providos de todos os instrumentos que se julgarem necessários para se acudir aos incêndios, e escadas dobradas de altura competente, para que, com toda a prontidão, se possam remediar logo no princípio (...).”⁷

Estes armazéns guardavam os materiais a usar no combate aos incêndios, nomeadamente, baldes feitos em madeira ou couro, machados, picaretas, alavancas, arpéus e escadas. As medidas de reorganização e melhoria do serviço de incêndios da cidade de Lisboa, prosseguiram. (Amaro, 2009).

“Em 1681, a reorganização prosseguiu, tendo vindo da Holanda, duas bombas e uma grande quantidade de baldes de couro, sendo distribuídos 50, por cada bairro. Os pedreiros, os carpinteiros e outros mestres passaram a ser alistados para o combate aos sinistros, ficando sujeitos a uma pena de prisão por cada incêndio em que não comparecessem.”⁷

Na cidade do Porto, em 1722, é criada a Companhia do Fogo, composta por cem “homens práticos”, habilitados na manobra dos instrumentos de combate ao fogo, bombas, machados e fouches (Catarino, 2017). A denominação “Bombeiro”, intimamente ligada às bombas, surgiu, pela primeira vez, no ano de 1734, numa altura em que foram adquiridas mais quatro bombas, em Inglaterra (Amaro, 2009).

A primeira Companhia de Bombeiros foi criada em 1834, pela Câmara Municipal de Lisboa, a que se seguiu a criação da Companhia de Incêndios de Vila Nova de Gaia, em 1839 (Amaro, 2009).

“Em 17 de Julho de 1834, a Câmara reorganiza os serviços de incêndio e delibera criar a primeira companhia de bombeiros de Lisboa, a que o povo chamou de Companhia de Caldo e Nabo (mais tarde Corpo de Salvação Pública e transformada em Batalhão em 1937), dividindo a cidade em três distritos para efeitos de socorro e combate a incêndios.”
(Amaro, 2009, p.70)

Em 1868, foram apresentadas as bombas a vapor, que obrigaram à instalação de bocas de incêndio nos prédios, da responsabilidade dos seus proprietários. No ano seguinte, em 1869, o Serviço de Incêndio da Cidade de Lisboa determinava que os bombeiros feridos em serviço teriam acesso a tratamentos subsidiados pela câmara municipal e, se do acidente de trabalho resultasse a morte, as despesas de funeral e o apoio e proteção a viúvas e órfãos seria responsabilidade desta. O

⁷ <https://www.bombeiros.pt/historial/historial.html> (consultado a 06/09/2022)

movimento Associativo dos Bombeiros começou com a Companhia de Bombeiros Voluntários de Lisboa, criada, em 1868, e que depois, em 1880, passou a Associação de Bombeiros Voluntários.⁸

Em termos legislativos, apenas o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) (Decreto-Lei n.º 38382, de 1951), publicado em 1951, consagrava, no título V e Capítulo III, 20 artigos que determinavam medidas de segurança contra incêndio aplicáveis a novas construções. No entanto, o RGEU não considerava as especificidades dos edifícios, motivo pelo qual as fragilidades do documento acabariam por ser expostas por acontecimentos que se seguiram à sua publicação, nomeadamente, incêndios urbanos graves, como o do Teatro Nacional D. Maria II, no Rossio, em 1964, e, mais de duas décadas depois, o do Chiado, em 1988 (Martins, 2010).

As irreparáveis perdas humanas e patrimoniais decorrentes destes incêndios urbanos, promoveram a sensibilização para a questão da prevenção, sendo evidente a necessidade de criar e fortalecer a legislação sobre a segurança contra incêndio, perante estes cenários de destruição. O incêndio do Chiado, em 1988, originou a publicação de nova legislação e vários diplomas regulamentares, que evoluíram até à atual regulamentação de SCIE (Coelho, 2000; Campos, 2012).

A constatação das lacunas existentes no RGEU, motivou o surgimento de regulamentos específicos para cada utilização tipo. Os Serviços Nacionais de Proteção Civil e de Bombeiro, com a finalidade de planeamento e prevenção de acidentes graves e catástrofes, são criados após o grande incêndio do Chiado. O cariz social do sistema da Proteção Civil, encontra-se bem expresso na sua Lei de Bases:

“A protecção civil é a actividade desenvolvida pelo Estado e pelos cidadãos com a finalidade de prevenir riscos colectivos inerentes a situações de acidente grave, catástrofe ou calamidade, de origem natural ou tecnológica, e de atenuar os seus efeitos e socorrer as pessoas em perigo, quando aquelas situações ocorrerem.” (Portugal, Lei n.º 113/91, cap. I, art. 1.º)

No início do século, em 2001, destaque para a criação do Sistema de Socorro e Luta contra Incêndios, dispositivo operacional composto pelo Serviço Nacional de Proteção Civil e o Serviço Nacional de Bombeiros (Catarino, 2017), com a finalidade de: *“(…) através de todas as estruturas do sector de bombeiros, garantir a protecção de pessoas, de bens e do ambiente, prevenindo as situações que os ponham em perigo ou limitando as consequências destas.”* (Portugal, Portaria n.º 449/2001, cap. I, art. 1.º, n.º 2)

Em 2003, o Decreto-Lei n.º 49/2003, de 25 de março determina a criação do Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil, em substituição do Serviço Nacional de Bombeiros e do Serviço Nacional de Proteção Civil (Catarino, 2017).

Em 2008, foram publicados dois diplomas legais, o Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE), através do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro e o respetivo Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE), através da Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro. Os referidos diplomas vieram estabelecer a principal

⁸ <https://www.srsb.pt/index.php/institucional/historia> (consultado a 06/09/2022)

regulamentação de SCIE, revogando na sua generalidade, os diplomas que tinham sido publicados desde os anos 80. A sua publicação é impulsionada pelo imperativo de compilar e simplificar um conjunto complexo de legislação dispersa:

“(...) por um número excessivo de diplomas avulsos, dificilmente harmonizáveis entre si e geradores de dificuldades na compreensão integrada que reclamam. Esta situação coloca em sério risco não apenas a eficácia jurídica das normas contidas em tal legislação, mas também o seu valor pedagógico.” (Portugal, Decreto-Lei n.º 220/2008)

Entretanto, estes dois diplomas foram revistos e atualizados, sendo que a versão atual do RJ-SCIE se encontra publicada através da Lei nº 123/2019, de 18 de outubro e o RT-SCIE através da Portaria nº 135/2020, de 02 de junho e Declaração de Retificação nº 26/2020, de 27 de julho.

A evolução histórica e legislativa reflete a crescente preocupação com a temática, permitindo confirmar que a salvaguarda da vida e do património depende de diplomas e políticas mais eficazes.

2.3 Incêndios Históricos

Ao longo dos séculos, a história vem registando incêndios, que um pouco por todo o mundo, e desde as épocas mais remotas, deixaram marcas, que estiveram na génese do desenvolvimento da SCIE. Da Roma Imperial de Nero ao trágico ano de 1666, em Londres, passando pelo incêndio de vários dias que destruiu cerca de um terço da capital portuguesa, em consequência do terramoto de 1755, seguido de maremoto (Belo, 2000) ou, mais recentemente, nos Estados Unidos, o de Chicago e na América do Sul, o de Lima, no Peru, todos estes acontecimentos desencadearam uma consciencialização crescente, no que respeita à necessidade de adoção de medidas de prevenção e combate a incêndios (Campos, 2012).

As irreparáveis perdas humanas e patrimoniais, decorrentes dos grandes incêndios, conferiram justificação suficiente à necessidade de criar e implementar mecanismos legais, capazes de garantir a prevenção de incêndios e conter a sua propagação. No âmbito das ciências e das tecnologias, diversos estudos têm sido desenvolvidos, no sentido de ampliar o conhecimento disponível que se destina ao aperfeiçoamento contínuo dos regulamentos (Campos, 2012).

Em seguida, serão descritos, de forma sucinta, alguns dos principais incêndios mundiais de que há registo. Na Antiguidade Clássica, corria o ano de 64 d.C., deflagra aquele que a história designa como o Grande Incêndio de Roma, em Itália (Ribeiro, 2019). Na Roma Antiga, os incêndios eram frequentes, dada a sua configuração urbana caracterizada por vielas e ruas estreitas e tortuosas, construções à base de materiais facilmente inflamáveis e ausência de instalações suficientes para identificação da ocorrência e combate ao incêndio (Canter, 1932). O Grande Incêndio de Roma, sem causa conhecida, durou seis dias e consumiu dez dos catorze distritos do Império (Campos, 2012; Ribeiro, 2019). Em resposta a este acontecimento, Nero ordenou que a reconstrução da cidade obedecesse a uma regulamentação, a elaborar, que previsse a obrigatoriedade da utilização de materiais à prova de fogo, nas paredes externas dos edifícios (Ribeiro, 2019). Pela primeira vez,

a ciência e a engenharia são usadas ao serviço da segurança contra incêndio em edifícios, naquele que pode ser considerado um precedente histórico (Campos, 2012; Ribeiro, 2019).

No período medieval, estes importantes ensinamentos deixados por Nero foram desconsiderados, revelando-se uma época particularmente propensa à ocorrência e propagação de incêndios devastadores (Ribeiro, 2019). Na baixa Idade Média, a cidade de Londres foi fustigada por incêndios com enorme potencial de destruição, pelo menos, duas vezes. Em 1135, grande parte da capital londrina conheceria a destruição, entre *St Paul* e *St Clement Danes, Westminster* (Campos, 2012) e em 1212, ocorreria aquele que seria recordado como o Grande Incêndio de *Southwark*. Na Grã-Bretanha, há ainda registo, em 1653, do Grande Incêndio de *Marlborough*, que consumiu alguns monumentos e cerca de 250 habitações.⁹ Em 1657, no Japão, o Grande Incêndio de *Meireki*, destruiu entre 60 e 70% da capital japonesa, Tóquio, estimando-se cerca de cem mil mortos, o equivalente a metade dos seus habitantes (Ribeiro, 2019). Entre as causas que se atribuem à rápida propagação deste fogo, encontra-se a natureza altamente combustível das construções japonesas, à base de madeira e papel, além do reduzido espaço entre as edificações (Campos, 2012,). Uma vez mais, algumas lições resultaram deste acontecimento trágico.

“De acordo com os registos que ficaram da história desta tragédia as causas da deflagração das chamas não foram determinadas, mas as que estiveram na origem da sua devastadora propagação foram consideradas com atenção por parte dos responsáveis pela promoção de um plano de reconstrução da cidade e foram tidas em linha de conta nas medidas empreendidas para a prevenção de ocorrência de novas tragédias. Assim nas obras de reconstrução, que se prolongaram por mais de dois anos, já não foi possível edificar casas em madeira e papel, conforme era tradição naquele país, e os espaços pequenos, e de difícil acesso entre os edifícios deixaram de existir. As principais ruas foram alargadas e foi reforçado o número de canais corta-fogo entre as áreas centrais da cidade.” (Ribeiro, 2019, p.15)

Menos de uma década depois, a capital londrina volta a ser devastada pelas chamas, durante quatro dias, naquele que se conhece como o Grande Incêndio de Londres, em 1666. De acordo com os relatos da época, o incêndio teve origem numa padaria, na noite de 2 de setembro, e consumiu mais de 430 hectares, ou seja, cerca de 80% do território da capital inglesa. A sua rápida propagação resultou na destruição de mais de treze mil habitações, oitenta e nove igrejas e a catedral medieval da cidade, *St Paul’s Cathedral*. Uma vez controlado o incêndio, era necessário reerguer a cidade e, por isso, o Rei Carlos II designou seis comissários, responsáveis por redesenhar Londres, com um ordenamento territorial de cariz preventivo (Lima & Neto, 2017).

“O plano previa ruas mais largas e edifícios de tijolo e pedra, em alternativa à madeira. Este acontecimento trágico também estimulou o interesse no desenvolvimento de equipamento de supressão de fogo, na forma de aparelhos de combate por bombeamento de água à mão.” (Campos, 2012)

⁹ <https://wshc.org.uk/blog/item/fire.html> (consultado a 07/09/2022)

Pouco tempo depois, corria o ano de 1675, registou-se O Grande Incêndio de *Northamptonshire* que destruiu aproximadamente seiscentas edificações, desalojando cerca de setecentas famílias. Em 1694, uma vez mais em território inglês, deflagrou o Grande Incêndio de *Warwick*, que em apenas seis horas, reduziu esta pequena cidade a ruínas (Campos, 2012). O Grande Incêndio de *Warwick* obrigou a uma revisão dos métodos construtivos. O *Fire Act* de 1694 instituiu novas regras e regulamentos sobre a arquitetura, designadamente a substituição de telhados de palha, a construção de edifícios de dois andares com um pé-direito de três metros cada, com caves e sótãos e o desaparecimento da fachada revestida, característica das construções em madeira. Além disso, os acréscimos à casa passaram a ser regulamentados e tornou-se obrigatório que alçapões, grades, janelas, postes, assentos e similares fossem construídos apenas dentro das fundações (Borsay, 2002). Na sequência destes acontecimentos, surgem os primeiros regulamentos de construção e são dados passos na criação e aperfeiçoamento de equipamentos manuais de combate a incêndios, cujo desenho representa mais uma evolução da engenharia nesta área (Ribeiro, 2019).

No século XVIII, destaque para o Grande Incêndio de Copenhaga, na Dinamarca, em 1728, o Terramoto de Lisboa, em 1755, e o Grande Incêndio de Nova Iorque, nos Estados Unidos da América, em 1776. O Grande Incêndio de Copenhaga, em 1728, consumiu quase 30% da malha urbana, durante três dias e meio, registando-se a perda de parte do património cultural que se encontrava depositado na Universidade de Copenhaga (Ribeiro, 2019).

“Embora os alarmes tivessem soado cedo, o fogo continuou por três dias e meio, porque as ruas de Vester Kverter eram muito estreitas para as bombas de incêndio. A perda cultural foi grande e poucos vestígios da Copenhaga medieval permanecem hoje na cidade, pois o fogo destruiu todo o campus da universidade, residências de professores, as principais igrejas, incluindo Vor Frue Kirke e Helligåndskirke, e o depósito da biblioteca universitária (...).”¹⁰

O Terramoto de Lisboa, em 1755, esteve na génese da criação do primeiro sistema de Proteção Civil Português e de um novo método de construção em Portugal, baseado na organização. Na manhã do Dia de Todos os Santos, 1 de novembro de 1755, foi sentido um sismo de forte intensidade, a que se seguiu um maremoto e um incêndio de grandes dimensões, que se arrastaria por vários dias, contabilizando milhares de mortos e feridos. O terramoto provocou a derrocada de dezassete mil edifícios, expondo a vulnerabilidade do edificado existente (Belo, 2000; Durães, 2015; Lima & Neto, 2017).

“Num processo inédito à época para cidades assoladas por grandes catástrofes, o Marquês de Pombal, Ministro do Rei D. José I, mandou que se reconstruísse uma nova cidade sobre os escombros da antiga, garantindo assim uma drenagem mais eficiente das zonas de cota mais elevada e precavendo-se também contra eventuais inundações provocadas pela subida das marés. Da mesma forma e considerando a proposta de recuperação de Lisboa avançada por Manuel da Maia e desenhada pelo Capitão Eugénio dos Santos e por Carlos Mardel, ordenou que a altura dos edifícios fosse igual à largura das ruas garantindo assim corta-fogos e espaço livre para albergar «escombros» em caso

¹⁰ <https://uniavisen.dk/en/university-of-copenhagen-history-the-fire-of-1728/> (consultado a 07/09/2022)

de novo terramoto. O traçado geométrico da nova cidade facilitava também a fuga dos habitantes em caso de sismo ou de fogo” (Ribeiro, 2019, p.20)

Na sequência da tragédia, tendo em conta o cenário de devastação, importava abrir espaço à reflexão e rever processos de construção, no sentido de reduzir futuras perdas humanas e materiais (Lima & Neto, 2017).

O Grande Incêndio de Nova Iorque teve início na madrugada do dia 21 de setembro de 1776 e consumiu uma parte significativa da cidade. De acordo com relatos históricos, ter-se-á tratado de um ato criminoso. Estima-se a perda de quatrocentos a mil edifícios, o equivalente entre 10 e 25% de um total de quatro mil edificações (Carp, 2016).

Durante a Revolução Industrial, a ocorrência de incêndios começou a diminuir à medida que a alvenaria, o betão e o aço passaram a ser os materiais de construção dominantes. Nesta época, surgiram as corporações de bombeiros, constituíram-se abastecimentos públicos de água com rede subterrânea, foram instalados hidrantes e houve uma melhoria significativa dos mecanismos de combate ao fogo. A engenharia de proteção passou de uma abordagem generalista para uma conceção mais específica e detalhada. No entanto, o processo de industrialização e as novas práticas de armazenamento de materiais constituíam um risco agravado de incêndio. As soluções de engenharia procuravam acompanhar este desenvolvimento e encontrar recursos adaptadas aos novos desafios. Uma das inovações desta época, consistia na instalação de tubagem perfurada nos tetos das estruturas fabris, que estaria na origem do que se designa por *Sprinkler* (Ribeiro, 2019). Em 1827, em *Turku*, na Finlândia, deflagrou aquele que seria entendido como o maior incêndio urbano da história da Escandinávia, destruindo cerca de 75% da cidade (Campos, 2012).

“A cidade de Turku havia ardido, pelo menos, trinta vezes antes, mas o incêndio de 1827 foi o último, abrindo espaço para uma estrutura urbana mais moderna e espaçosa, destinada a impedir que tais desastres se repetissem. Por mais insensível que possa parecer, o incêndio beneficiou o processo de modernização.” (Salmi, 2017)

Uns anos mais tarde, em 1835, Nova Iorque assistia a um dos maiores incêndios da história da cidade, que deflagrou em dezassete quarteirões e destruiu cerca de setecentos edifícios. O incidente contribuiu para a reflexão sobre o papel que a resistência dos materiais usados na construção pode desempenhar, no que concerne à limitação da propagação do fogo (Carp, 2006).

“Nesta época era hábito dotar as lojas de comércio com portas e portadas de ferro e muitos destes estabelecimentos tinham também telhados com cobre, mas, aquando da propagação do fogo, verificou-se que estes metais derretiam, pelo que viriam a ser banidos da lista de materiais aceites nas construções urbanas.” (Ribeiro, 2019)

No dia 8 de outubro de 1871, deflagrou, em Chicago, um dos maiores incêndios da história, responsável pelo desalojamento de cem mil pessoas. O Grande Incêndio de Chicago estaria na origem da criação de um curso dedicado ao estudo dos incêndios e à análise dos riscos de incêndio em construções, ministrado no *Armour Institute of Technology* (Pauly, 1984).

A evolução da engenharia continuou e, na primeira metade do século XX, os regulamentos e normas relacionados com a SCIE foram assumindo uma importância crescente, verificando-se uma

ampliação do conhecimento sobre esta matéria, resultante do contributo de diferentes especialidades, incluindo a engenharia civil, a engenharia mecânica, as engenharias elétrica e eletrônica e a arquitetura. O conhecimento na área da engenharia de SCI desenvolveu-se, em parte, por via da realização de testes, em cenários diversos, na sequência dos quais foram desenvolvidos *Sprinklers*, com maior diversidade de tamanho de orifícios, elementos térmicos e padrões de distribuição especiais. Nesta fase, foram criados e aperfeiçoados os sistemas fixos de proteção contra incêndio - agentes extintores de incêndio halogenados – e os sistemas de controlo e deteção de fumo (Ribeiro, 2019).

Em Portugal, assume-se como um importante momento de viragem, pelo precedente legal que daí resultaria, o incêndio que deflagrou no dia 25 de agosto de 1988, sem causa conhecida, nos antigos Armazéns Grandella, no Chiado, espaço associado à atividade literária e artística. O incêndio acabaria por se propagar rapidamente, destruindo uma parte significativa da zona histórica de Lisboa, dezoito edifícios e cerca de oito mil metros quadrados de área, de elevado interesse patrimonial (Moita, 1988).

“Em poucas horas, um património histórico-cultural secular, de valor único para a cidade e para o país foi consumido pelas chamas. Desaparecia parte da zona nobre e elegante do Chiado, centro de comércio tradicional lisboeta que ali se desenvolveu depois do terramoto de 1755 e ao qual, Eça de Queirós e Camilo, entre diversos escritores e figuras da vida cultural, deixaram para sempre o seu nome ligado.” (Moita, 1988, p.62)

A gravidade do incêndio deveu-se à elevada quantidade de material combustível, nomeadamente, tecido e papelão, a que se somou a ausência de alarmes de incêndio e a falta de compartimentação horizontal e vertical. A dificuldade de intervenção dos meios de socorro, resultante da existência de mobiliário urbano disperso, como bancas e barracas de vendedores ambulantes nas principais vias de acesso, contribuiu, também, para o agravamento do cenário de destruição. Na sequência do incêndio, a Câmara Municipal de Lisboa criou uma comissão municipal, reunindo representantes de diferentes entidades ligadas à temática dos incêndios, com o objetivo de compreender os fatores que determinaram a ocorrência do incêndio, bem como o risco potencial naquela região, de modo a prevenir eventuais acontecimentos futuros (Moita, 1988; Campos, 2012).

“Do trabalho desta comissão municipal ressaltou também a necessidade de se empreender um maior controlo no que concerne aos revestimentos usados nas futuras construções para além de ter ficado sublinhada a necessidade de existência de sinalização de emergência, sobretudo no interior dos edifícios. Ficou ainda estabelecido que, dali para a frente, todos os espaços públicos da cidade, incluindo as zonas históricas, seriam intervencionados de forma legal com vista à realização de vistorias para a verificação das condições de segurança contra incêndios.” (Ribeiro, 2019, p.34)

Em 2001, a cidade de Lima, no Peru, assistiu àquele que ficou registado como o mais trágico incêndio urbano da história recente daquele país. O acontecimento foi desencadeado por um dispositivo pirotécnico e a zona comercial afetada, Mesa Redonda, foi identificada como uma área de alto risco, sabendo-se que ali estavam armazenadas novecentas toneladas de pirotecnia, com

potencial perigoso, em caso de incêndio. Após a tragédia, foi imposto o controlo do tráfego e das vias de circulação nos centros históricos e aumentaram as exigências de legalização de áreas comerciais, nestas zonas (Ribeiro, 2019).

Um ano mais tarde, em 2002, há registo de um incêndio no centro urbano antigo de *Cowgate*, Edimburgo, Escócia. O incêndio iniciou-se no clube noturno *Belle Angele*, devido a uma falha elétrica. As ruas estreitas e as entradas do mesmo edifício a diferentes alturas, complicou o combate ao fogo, que durou quatro dias e destruiu treze edifícios de interesse histórico. As edificações de sete e oito andares não eram sustentadas por vigas de betão ou aço, verificando-se a imediata derrocada, quando as estruturas de madeira começaram a arder (Jones, 2010).

Na generalidade dos casos, verifica-se que os centros urbanos antigos não cumprem os padrões mínimos de SCI. Por este motivo, reveste-se de uma importância crescente, a realização de estudos que procurem reajustar a legislação, com vista a aumentar os níveis de segurança, em particular, nestes centros urbanos (Campos, 2012).

Os riscos de incêndio são diversos e dependentes das características próprias de cada edificação, nomeadamente o número de pisos, o tipo de utilização, a densidade populacional e os materiais de construção. A concentração, no mesmo local, de materiais combustíveis e pessoas, comporta riscos que devem ser minimizados. A SCIE, deve, por este motivo, ocupar um lugar central na organização da proteção civil, que se traduza no robustecimento das medidas de prevenção e combate ao fogo (Martins, 2010).

Os métodos computacionais para avaliação quantitativa da proteção contra incêndios continuam a registar avanços significativos e à medida que se amplia o conhecimento, é cada vez maior a aceitação mundial da abordagem de *design* baseado em desempenho para a engenharia de proteção contra incêndios (Torero, 2019).

2.4 Fatores de Risco para o Património Histórico das Igrejas

A preservação dos edifícios históricos coloca desafios únicos, uma vez que estas edificações apresentam características construtivas muito diferentes das atuais, remontam a épocas em que os princípios básicos de segurança não constituam preocupação maior e, em muitos casos, foram concebidas para uma utilização distinta da atual (Torero, 2019; Raneri, 2021).

A Igreja é detentora de um significativo acervo de peças, que pelas suas características e qualidades artísticas e históricas constituem um relevante conjunto de bens patrimoniais. Para além da fruição estética e do valor cultural que está associado a estes bens, eles são antes de mais, objetos de devoção, que se encontram expostos à veneração e ao culto dos fiéis. Retábulos em talha dourada, esculturas, pinturas, frescos, azulejos e outros objetos, como têxteis e peças de ourivesaria, constituem importantes acervos a respeitar, inventariar, estudar, valorizar, divulgar e preservar, como testemunho de identidade cultural (Carvalho et al, 2007). A identificação dos perigos e vulnerabilidades permite a implementação de medidas de conservação e segurança necessárias, capazes de impedir ou minorar a degradação destes bens culturais. Os fatores que mais contribuem para a degradação dos objetos são aqueles que estão relacionados com as condições ambiente,

(temperatura e humidade relativa), a luz, as infestações, os riscos provocados por incêndio e água, e o fator humano manifestado, através de atos de roubo, furto, vandalismo e negligência ou incúria. Dependendo da localização geográfica das igrejas, podem ocorrer situações de catástrofes naturais, como sismos ou inundação, responsáveis por perdas significativas. O terrorismo e a intolerância religiosa também constituem causa de destruição em todo o mundo (Carvalho et al, 2007; Kincaid, 2022).

As igrejas são especialmente vulneráveis ao fogo, pelos níveis de materiais combustíveis (madeira e tecido) e por um conjunto de alterações ao longo dos anos, para acomodar conveniências modernas, criando vazios que podem ajudar à propagação do incêndio (Carvalho et al, 2007; Venegas et al, 2021). As intervenções realizadas nas igrejas podem trazer riscos adicionais, se não forem tomadas as devidas precauções. Os processos de conservação e restauro são desenvolvidos por especialistas nesta área, mas com pouco ou nenhum conhecimento sobre prevenção e extinção de incêndios. Além disso, muitas vezes, realizam as intervenções sem ponderar todos os riscos envolvidos, designadamente as consequências para os objetos, revestimentos decorativos ou para o ambiente (Carvalho et al, 2007; Venegas et al, 2021; Kincaid, 2022).

Nas igrejas, para além da existência de quadros elétricos antigos, verificam-se frequentemente situações de sobreposição de tomadas, fios parcialmente descarnados, comutadores ou tomadas aplicadas em suportes de madeira, aquecimento de fios ou aparelhos elétricos que podem originar incêndios (Carvalho et al, 2007; Romão & Bertolin, 2022; Kincaid, 2022).

A existência de suportes de velas ou círios instáveis e a possível queda de algum destes elementos, na proximidade de materiais ou objetos inflamáveis, constitui um dos maiores riscos em igrejas. A remoção de resíduos de cera que se acumulam habitualmente, é essencial para reduzir o risco de deflagração de incêndio (Carvalho et al, 2007; Kincaid, 2022).

Os raios e relâmpagos constituem outro dos riscos a considerar. Por norma, a torre sineira da igreja constitui um dos pontos mais altos na área de localização, devendo providenciar-se a instalação de um equipamento para raios no edifício, especialmente se não houver nas imediações. Este dispositivo assegura a proteção do edifício e dos que se encontram nas áreas circundantes. A instalação elétrica também deverá conter dispositivos de proteção contra este tipo de risco (Carvalho et al, 2007; Kincaid, 2022).

A vigilância dos locais e bens, a adoção de medidas de conservação, o alerta relativamente a procedimentos incorretos, o incentivo a uma participação concertada e eficaz das comunidades e dos interlocutores responsáveis pela conservação dos bens culturais são, entre outras, ações urgentes e indispensáveis para uma proteção real e efetiva do património histórico e artístico, sobretudo em matéria de prevenção (Carvalho et al, 2007; Venegas et al, 2021; Kincaid, 2022; Romão & Bertolin, 2022).

Nos últimos anos, registaram-se inúmeros incêndios em edifícios de culto religioso, com diferentes causas, alguns dos quais se encontram referenciados na Tabela 1.

Tabela 1 - Incêndios em edifícios de culto religioso e suas causas (Adaptado de Venegas et al, 2021)

Data	Edifício Histórico	Cidade/País	Causa
Agosto 2022	Igreja Ortodoxa de Copta	Gizé, Cairo	Falha elétrica
Abril 2019	Igreja de Santo António	Colombo, Sri Lanka	Vandalismo
Abril 2019	Catedral de Notre Dame	Paris, França	Obras de Restauro
Abril 2019	Mesquita Al Aqsa	Jerusalém, Israel	Curto-circuito
Junho 2018	Anba Makar	Cairo, Egipto	Curto-circuito
Janeiro 2017	Catedral San Nicolás de los Arroyos	San Nicolás, Argentina	Curto-circuito
Novembro 2017	Capela Sagrado Corazón de Jesús	Buenos Aires, Argentina	Vandalismo
Mai 2016	Catedral Ortodoxa Sérvia	Nova Iorque, USA	Vandalismo
Outubro 2014	Catedral Sosnowiec	Sosnowiec, Polónia	Desconhecida
Abril 2010	Igreja Evangélica	Bitrista, Roménia	Desconhecida
Mai 2010	Igreja Santa Maria dei Derelitti	Veneza, Itália	Acidente

O incêndio na Catedral de Notre-Dame, em Paris, é um dos mais significativos de que há registo. No dia 15 de abril de 2019, no decorrer das obras de restauro, deflagrou o fogo. O famoso pináculo e o teto interior abobadado, construídos em madeira, forneceram o combustível para as chamas. Apesar das irreparáveis perdas, a maioria das obras de arte e artefactos religiosos guardados na Catedral, foram resgatadas pelas equipas de emergência, garantindo-se, deste modo, a sua preservação (Tannous, 2019).

Figura 3 - Incêndio na Catedral de Notre Dame ¹¹

Em Portugal, há registo de alguns incêndios em igrejas, dos quais se destaca o ocorrido em 13 de agosto de 1959, na Igreja de São Domingos, em Lisboa. O incêndio destruiu a totalidade da decoração interior, incluindo altares em talha dourada, pinturas valiosas e mobiliário, provocando, ainda, danos estruturais no edifício. As marcas do incêndio mantêm-se visíveis, nas pedras negras das paredes e do altar. ¹²

¹¹ <https://www.bbc.com/portuguese/geral-47941953> (consultado a 25/08/2022)

¹² <https://www.publico.pt/2016/11/18/p3/fotogaleria/a-beleza-que-resta-de-uma-igreja-queimada-em-lisboa-387206> (consultado a 10/09/2022)

Em dezembro de 2017, a Igreja de Lavradas, no concelho de Ponte da Barca, foi totalmente consumida por um incêndio, causado por um curto-circuito.¹³

2.5 Segurança Contra Incêndio em Edifícios Históricos

2.5.1 Principais Desafios

Os edifícios antigos ou históricos são, em geral, mais vulneráveis ao fogo devido a situações como as vias de acesso aos bombeiros, a utilização de materiais combustíveis como a madeira, a vetustez do sistema elétrico, a maior dificuldade de evacuação, etc. (Torero, 2019; Raneri, 2021). Os estudos mais recentes destacam a importância de investigar a vulnerabilidade de cada edifício, considerando o contexto em que estão inseridos e as suas necessidades especiais, para perceber de que forma a sua estrutura influencia o desempenho geral ao fogo (Torero, 2019; Bakas et al., 2020; Salazar et al., 2021; Romão&Bertolin, 2022; Petrini et al., 2022).

A revisão de literatura identifica algumas das características que tornam os edifícios históricos vulneráveis ao fogo, designadamente: presença de inúmeras estruturas de madeira; ausência de compartimentação adequada; impossibilidade de alterar as características originais do edifício; incerteza quanto a técnicas e materiais utilizados na construção original; existência de vazios e outros elementos com baixa resistência ao fogo; insuficiente número de saídas alternativas; longas distâncias a percorrer, no sentido da evacuação; armazenamento de substâncias inflamáveis; não conformidade de instalações elétricas; dificuldades de acesso dos meios de socorro e ausência de sistemas de deteção e supressão ativa de incêndio (Naziris et al., 2016; Iringová&Idunk,2017; Torero, 2019; Devi & Sharma, 2019; Kincaid, 2020; Quapp&Holschemacher,2020; Caliendo et al.,2020; Castillo et al.,2021; Cao et al.,2021; Huang, 2022; Petrini et al., 2022).

Os edifícios antigos ou históricos, foram construídos numa época em que os princípios de segurança contra incêndio não eram observados, razão pela qual apresentam características que dificultam a aplicação de um conjunto de requisitos prescritivos, constantes nos atuais regulamentos. Os proprietários e responsáveis pela gestão destes edifícios devem compreender que a SCI não se limita ao cumprimento dos requisitos prescritivos, que visam a proteção da vida e a prevenção da propagação do incêndio para salas ou edifícios adjacentes, sem abordar a proteção da sua arquitetura e/ou conteúdo (Naziris et al. 2016; Torero, 2019; Petrini et al.,2022). Em geral, a avaliação destes edifícios, realizada com base em prescrições, conduz à identificação de não conformidades, para as quais é necessário encontrar soluções equivalentes e excecionais, que podem comportar elevados custos (Torero,2019; Bakas et al., 2020; Vijay et al., 2021; Kincaid, 2022; Petrini et al.,2022; Romão&Bertolin, 2022).

A indexação de risco de incêndio tem sido considerada como alternativa aos modelos prescritivos, no entanto, alguns investigadores entendem tratar-se de um conceito evasivo (Quapp &

¹³ <https://www.dn.pt/portugal/incendio-destruiu-igreja-de-lavradas-em-ponte-da-barca-8993404.html> (consultado a 10/09/2022)

Holschemacher, 2020), por não definir a forma como a avaliação de risco pode ser adaptada para projetar soluções, pelo que não beneficia das características inerentes ao edifício (Torero, 2019) e por não quantificar os objetivos de segurança e o impacto das alterações sugeridas (Bakas et al., 2020). Deste modo, caso ocorra um incêndio, o não cumprimento da regulamentação prescritiva será apontado como a principal causa do incidente (Torero, 2019).

2.5.2 Potenciais Soluções

A preocupação com o projeto de segurança contra incêndio em edifícios patrimoniais e estruturas protegidas estimulou a investigação, com o intuito de desenvolver novas metodologias, melhorar as existentes e auxiliar a tomada de decisão na aplicação de uma visão mais holística (Naziris et al., 2016; Kincaid, 2018, 2019; Bakas et al., 2020; Caliendo et al., 2020; Romão&Bertolin, 2022), que combine princípios da engenharia de segurança contra incêndio e princípios conservadores, que salvaguardem o valor patrimonial (Kincaid, 2018; Torero, 2019; Pau, 2019; Bakas et al., 2020; Quapp & Holschemacher, 2020). A investigação de potenciais soluções inovadoras carece de maior investimento, no entanto, já é possível encontrar na literatura recente, esforços na compilação de estratégias direcionadas à segurança contra incêndio em edifícios históricos (Bakas et al., 2020; Petrini, 2022).

A madeira é um elemento de construção predominante na maioria dos edifícios históricos. O desempenho de reação ao fogo da madeira vai sofrendo alterações ao longo dos anos, com uma consequente diminuição da resistência ao fogo. Alguns métodos têm sido desenvolvidos no sentido de retardar este efeito, tratando a madeira com produtos químicos, nomeadamente, o ácido fosfórico e a parafina, verificando-se que a sua aplicação pode reduzir o tempo de ignição e a taxa de libertação de calor (Zhou et al., 2019). A aplicação de isolamento de lã mineral para evitar a propagação vertical do fogo no teto de madeira, é apontada como alternativa ao uso de soluções gerais como tábuas de madeira (soalho), já que a flexibilidade do material permite a sua adaptação ao movimento da estrutura durante um incêndio, aumentando a proteção (Devi & Sharma, 2019). Para não comprometer a autenticidade, as intervenções devem ser realizadas pelo piso e não pelo teto, especialmente se for decorativo. De igual modo, quando são necessários aspersores dentro do telhado, a água nebulizada parece ser a melhor opção, uma vez que evita danos em eventuais obras de arte existentes no teto (Kincaid, 2018).

O uso de cortinas corta-fumo e corta-fogo móveis tem sido abordado em vários trabalhos de investigação e afirma-se como uma alternativa eficaz, nas situações em que a compartimentação com paredes corta-fogo não é viável. Pode ser aplicado na compartimentação de escadas abertas e estar associado por ligação direta ao sistema de alarme (Devi & Sharma, 2019). De forma equivalente, alguns estudos mostram que os sistemas de água nebulizada (*water mist*) podem ser uma alternativa de compartimentação, atuando como cortina, (Quapp & Holschemacher, 2020; Chang et al., 2021) à semelhança do que foi feito no Castelo de Windsor (Kincaid, 2018). O desempenho de elementos de compartimentação, como portas, pode ser melhorado pela aplicação de material ignífugo translúcido, pela inclusão de dispositivos de fecho automático e de vedações intumescentes (Kincaid, 2018, 2022; Torero, 2019; Yan et al., 2022).

Em edifícios históricos, a localização dos detetores de incêndio pode ser problemática, pela necessidade de garantir a acessibilidade, sem interferir com a estrutura e decoração. A máquina de fumo pode auxiliar na validação do posicionamento mais adequado. O sistema de deteção deve, idealmente, ser do tipo endereçável, permitindo a localização exata do foco de incêndio. Alguns testes confirmaram a fiabilidade do uso de sistemas sem fio em edifícios históricos, destacando o reduzido custo de instalação e o facto de serem mais simples e menos invasivos (Kincaid, 2018).

Na supressão do incêndio, os sistemas autónomos ou portáteis de água nebulizada, são relatados como alternativa aos sistemas fixos, *sprinklers*, que requerem instalações de tubulação mais invasivas e inestéticas (Kincaid, 2018; Quapp & Holschemacher, 2020).

A abordagem convencional em matéria de iluminação de emergência e sinalização, não parece aceitável, quando aplicada a edifícios históricos. A necessidade de instalação permanente é discutível, carecendo de uma avaliação que considere o modelo de utilização do espaço. A intervenção no tecido histórico, o impacto visual da instalação e os custos associados podem não ser justificáveis. A alternativa poderá passar pela utilização de unidades de *light-emitting diode* (LED) no chão, que forneçam a iluminação de emergência. Os sistemas podem ser tão sofisticados quanto necessário para se adequar a um interior altamente ornamentado, mas também podem ser uma simples moldura de madeira. Uma equipa treinada e familiarizada com o *layout* interno do edifício, pode constituir uma opção, para encaminhamento dos visitantes, em situação de emergência. À semelhança do que sucede com a iluminação, a instalação de sinalização padrão, num interior ornamentado ou decorado, pode não constituir a opção mais aceitável, pelo que, idealmente, as placas de sinalização devem assumir um *design* não padronizado, adaptado ao interior. O compromisso ideal seria a colocação de placas que se mantivessem invisíveis na maior parte do tempo, acionadas, apenas quando necessário.¹⁴ O controlo do fluxo de visitantes pode, em algumas situações, constituir uma medida adicional de segurança (Caliendo et al.,2020).

Considerando que as medidas convencionais de proteção passiva e ativa conflituem, muitas vezes, com os princípios de conservação do património, a literatura sugere o desenvolvimento de um conceito integrado, em que a proteção passiva e ativa contra incêndio seja combinada com medidas estruturais, tecnológicas e organizacionais, para cumprir os objetivos de segurança de cada edifício. A cooperação ativa das diferentes partes com interesse na proteção do património, deverá resultar na apresentação de soluções viáveis, criativas e bem-sucedidas, alinhadas com as necessidades das comunidades e/ou com preocupações de sustentabilidade (Quapp & Holschemacher, 2020; Vijay et al.,2022; Romão&Bertolin, 2022).

2.6 Preservação do Património Cultural e Regulamentação Internacional

A gestão dos edifícios históricos e, por conseguinte, o acompanhamento de todas as ações relativas à salvaguarda, valorização e divulgação do património cultural são responsabilidade de entidades que atuam na respetiva delimitação territorial, em articulação com os organismos centrais e com o

¹⁴ <https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/building-services-engineering/internal-lighting-in-historic-buildings/internal-external-and-emergency-lighting/> (consultado a 25/08/2022)

dever de respeitar as determinações impostas pela regulamentação. Na Europa, podemos identificar a *Historic Buildings and Monuments Commissions* no Reino Unido (com diferentes autoridades para a Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte), o *Instituto del Patrimonio Cultural de España*, em Espanha, o *Institut National du Patrimoine*, em França o *National Heritage Board* (Riksantikvarieämbetet) na Suécia, o *RCE - The Cultural Heritage Agency of the Netherlands* na Holanda, e as Direções Regionais de Cultura, em Portugal. No Brasil, é o Instituto do Património Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) que responde pela preservação do Património Cultural.

A regulamentação de segurança contra incêndio, publicada em diferentes países, tem como objetivo fornecer uma estrutura clara e recomendações que permitam a elaboração de um projeto de segurança contra incêndio, o mais adequado possível, em função da respetiva utilização. A tentativa de responder a alguns desafios, designadamente a proteção do património cultural, tem originado revisões e alterações legislativas, um pouco por todo o mundo. No entanto, na maioria dos países europeus, ainda se utiliza uma abordagem convencional, com uma metodologia baseada em prescrições, o que restringe as opções de projeto para edifícios complexos (edifícios históricos, edifícios muito altos ou edifícios multifuncionais), uma vez que as especificidades destes edifícios não são explicitamente abordadas na regulamentação.¹⁵

Os Estados Unidos da América, a *National Fire Protection Association* (NFPA)¹⁶ publica regularmente documentos com indicações em matéria de segurança contra incêndio, estando muitas vezes na vanguarda, no que respeita à proteção de edifícios históricos. Em 2019, publicou o *Code for the Protection of Historic Structures* (NFPA 914:2019), que define os requisitos mínimos para proteção e recuperação de estruturas históricas, aplicáveis a operações de construção ou renovação em curso e no mais recente *Building Construction and Safety Code* (NFPA 5000:2021), um dos capítulos é reservado à análise dos mecanismos de proteção em edifícios históricos.

¹⁵ <https://cfpa-e.eu/national-regulations/> (consultado a 26/08/2022)

¹⁶ <https://www.nfpa.org/> (consultado a 04/09/2022)

PARTE 2

3 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.1 A Sé Catedral do Porto

A Sé Catedral do Porto, edifício de estrutura romano-gótica, dos séculos XII e XIII, qual igreja-fortaleza, coroa o Morro da Pena Ventosa, com uma estrutura que se impõe, sempre que vista, ao longo dos tempos, a partir de vários pontos da cidade do Porto. A fachada principal reflete o evoluir dos tempos, sendo constituída por três corpos verticais: duas torres que acompanham um corpo central. As torres ainda mantêm uma estrutura que pertence à original construção românica, com varandas balaustradas e cúpulas bolbosas. O corpo central abriga, no seu interior, a rosácea gótica, que constitui a principal fonte de luz do interior da nave central da igreja (Figura 4) (Botelho, 2006).



Figura 4 – Fachada principal da Sé Catedral do Porto ¹⁷

Na fachada norte, entre a torre norte e a extremidade do transepto do lado do Evangelho, encontra-se a galilé setecentista, uma clara manifestação da estética do barroco romano, que se assemelha a um alpendre, para o qual se abre uma porta lateral (Botelho, 2006).

No interior do edifício, destaque para a capela-mor que contrasta de forma significativa com todo o restante interior, com uma decoração composta por um cadeiral dos cónegos, órgãos barrocos, um retábulo-mor de talha dourada e uma grade de bronze a separá-la do corpo da igreja. A sua renovação resultou na abertura de duas portadas e substituição dos azulejos seiscentistas que revestiram em tempos as suas paredes por uma decoração em mármore policromo e por pintura a fresco, assinada por Nicolau Nasoni.^{18,19}

A nave central da igreja é marcada por grossos pilares fasciculados, com abóbadas e arcos que lhe conferem imponência (Figura 5) (Botelho, 2006).

¹⁷ <https://culturanorte.gov.pt/patrimonio/se-do-porto/> (consultado a 06/09/2022)

¹⁸ http://www.monumentos.gov.pt/site/app_pagesuser/sipa.aspx?id=1086 (consultado a 06/09/2022)

¹⁹ <https://culturanorte.gov.pt/patrimonio/se-do-porto/> (consultado a 06/09/2022)

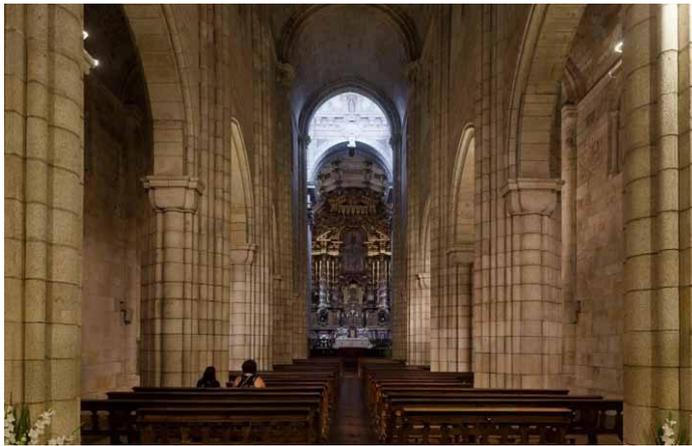


Figura 5 - Nave central da igreja ²⁰

Na Sé Catedral do Porto, encontra-se um modelo comum aos das catedrais com o claustro posicionado a sul, rodeado por todo um conjunto de construções anexas. Este claustro, conhecido por claustro gótico, encosta-se à fachada sul da Igreja, apresentando uma planta quadrada, formada por quatro galerias, que se abrem para o pátio que envolvem, e onde podemos encontrar diversos altares e capelas. As paredes são revestidas por painéis de azulejos figurativos, coberturas em abóbadas e arcos torais. Uma das dependências que se abre para o claustro gótico é a escadaria Nasoni, que permite o acesso ao patamar de circulação que se posiciona exatamente por cima das galerias do claustro gótico e que se designa por claustro superior (Figura 6) (Botelho, 2006).



Figura 6 - Claustro Gótico (esquerda) e Claustro Superior (direita)

A Sala da Sacristia, de planta retangular, localizada na galeria nascente do claustro gótico, está decorada por pavimento de mármore rosa e branco formando losangos, mesas e lavabos de mármore rosa, retábulo de talha dourada e altar paralelepípedo. Nas paredes, encontram-se dois armários embutidos e quatro arcazes em pau-preto, com pormenores em talha dourada, bem como dez pinturas com cenas bíblicas, suspensas nas paredes.²¹

A Capela de São Vicente, também localizada no claustro gótico, é composta por painéis de azulejos figurativos, apresenta uma cobertura em abóbada com caixotões de pedra e pavimento com a

²⁰ <https://culturanorte.gov.pt/patrimonio/se-do-porto/> (consultado a 06/09/2022)

²¹ <https://www.diocese-porto.pt/pt/catedral-do-porto/> (consultado a 06/09/2022)

seguinte inscrição: *"Esta sepultura mandou fazer o Bispo D. Frei Gonçalo de Morais para enterramento dos Bispos deste Bispado (...)"*. Nas paredes laterais, um cadeiral de bancos corridos, que enquadram cinco cenas do Antigo Testamento. Na parede frontal, destaque para o retábulo em talha dourada (Botelho, 2006).

A Casa do Cabido, anexa ao claustro e encostada à torre sul da Sé, é um edifício do primeiro quartel do século XVIII, com três pisos, que se estende até perto do Paço Episcopal. As fachadas são rebocadas e pintadas de branco, com elementos marcados a granito. A porta central é ladeada por pequenas janelas em quarto de círculo, com as do segundo piso gradeadas e, as do último, com guarda de ferro. No piso térreo, existem quatro compartimentos desiguais, comunicantes entre si, rebocados e pintados de branco, exceto na Capela de São João Evangelista ou de João Gordo, onde frente à entrada, na espessura do muro, se abre um arcossólio que abriga o sarcófago de João Gordo, cavaleiro da Ordem de Malta, almoxarife e contador real, no Porto, e juiz do Mar na mesma cidade, ao tempo de D. Dinis (Botelho, 2006). O primeiro piso reproduz a planta do rés-do-chão, cujas divisões eram anteriormente dedicadas à recolha de alfaias litúrgicas e acolhe atualmente a Sala do Tesouro, composta por compartimentos contínuos, com vitrinas que acomodam objetos de ourivesaria, peças e livros litúrgicos. No último piso ou andar nobre, acessível através de uma escadaria em pedra, com paredes decoradas por azulejo, encontramos dois espaços contíguos, a sala do Cabido e a sala do Cartório. A sala do Cabido, com paredes de azulejo figurativo, pavimento de madeira, um teto composto por molduras ornadas por rosas e florões de talha dourada e três grandes janelas, adornadas com sanefas em talha dourada. No extremo da sala, encontramos a porta de acesso à sala do Cartório, que apresenta chão e teto em madeira e paredes revestidas de azulejos figurativos, com a representação das Quatro Estações.²²

As considerações descritivas anteriores referem-se a espaços que se encontram acessíveis ao público, pela sua natureza histórica e cultural. Nos espaços reservados, apenas acessíveis a elementos da diocese e colaboradores, desenvolvem-se tarefas de natureza técnica e administrativa. A disposição destes espaços, em planta, é apresentada na Figura 7.



Figura 7 - Planta dos serviços técnicos no piso 0 (esquerda) e dos serviços administrativos no piso 1 (direita)

²² http://www.monumentos.gov.pt/site/app_pagesuser/sipa.aspx?id=1086 (consultado a 05/09/2022)

3.2 Classificação da Utilização-Tipo (UT)

A Sé Catedral do Porto é um edifício de culto religioso, classificando-se, nos termos do disposto no n° 1 do artigo 8° do RJ-SCIE, como uma utilização-tipo VI, genericamente designada por:

“Espetáculos e reuniões públicas», correspondendo a edifícios, partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebam público, destinados a espetáculos, reuniões públicas, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso e exposições, podendo ser, ou não, polivalentes e desenvolver as atividades referidas em regime não permanente, nomeadamente teatros, cineteatros, cinemas, coliseus, praças de touros, circos, salas de jogo, salões de dança, discotecas, bares com música ao vivo, estúdios de gravação, auditórios, salas de conferências, templos religiosos, pavilhões multiúso e locais de exposições não classificáveis na utilização-tipo X.”

O edifício é de utilização exclusiva, uma vez que não acomoda qualquer outra utilização-tipo. As disposições gerais e específicas da UT VI são aplicáveis a todos os espaços integrados, tendo em conta que são geridos pela mesma entidade e cumprem os demais pressupostos constantes no n° 3 do artigo 8° do RJ-SCIE, ou seja, os espaços afetos a atividades administrativas, de arquivo documental e de armazenamento possuem uma área bruta inferior a 10 % da área bruta afeta à UT VI e não estão acessíveis ao público, verificando-se, ainda, que os espaços de exposição apresentam uma área bruta não superior a 200 m².

3.3 Categoria de Risco

O edifício em estudo é uma utilização-tipo VI, cuja categoria de risco depende, de acordo com o disposto no anexo III do RJ-SCIE e conforme apresentado na Tabela 2, dos seguintes fatores de classificação: altura, número de pisos ocupados abaixo do plano de referência e efetivo (integrado no edifício e ao ar livre).

No decurso do presente trabalho, efetuou-se a medição da altura do edifício da Sé Catedral do Porto, com recurso a um medidor laser, tendo sido obtida a altura de 28,70 m, correspondente à diferença de cotas entre o plano de referência destinado às viaturas de socorro e o pavimento do último piso acima do solo, que neste caso, corresponde aos pavimentos das torres.

Considerando que o edifício tem uma altura > 28 m, não tem pisos ocupados abaixo do plano de referência e apresenta um efetivo de 1100 pessoas, é-lhe atribuída uma 4ª categoria de risco.

Tabela 2 - Categorias de risco das utilizações -tipo VI, «Espetáculos e reuniões públicas»

Categoria	Valores máximos referentes às UT VI e IX, quando integradas em edifícios			Ao ar livre
	Altura da UT VI ou IX	Número de pisos ocupados pela UT VI ou IX abaixo do plano de referência	Efetivo da UT VI ou IX	Efetivo da UT VI ou IX
1 ^a	≤ 9 m	0	≤ 100	≤ 1 000
2 ^a	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000	≤ 15 000
3 ^a	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000	≤ 40 000
4 ^a	> 28 m	> 2	> 5000	> 40 000

3.4 Efetivo e Locais de Risco

O edifício da Sé Catedral do Porto é constituído por três pisos, com diferentes espaços, cuja descrição funcional e respetivas áreas, efetivos e locais de risco, se encontram sumariados na Tabela 3. A consulta das plantas de arquitetura, devidamente identificadas nos anexos I, II e III, facilitará a visualização e o entendimento da informação constante na referida tabela.

O efetivo total do edifício corresponde ao somatório dos efetivos de todos os espaços suscetíveis de ocupação, calculados com base no disposto no artigo 51º do RT-SCIE.

A igreja encontra-se dividida em duas partes: a nave da igreja e a capela-mor. Na nave igreja, o efetivo foi calculado considerando os lugares sentados, não individualizados em bancos corridos, medidos por número de ocupantes por unidade de comprimento (duas pessoas por metro de banco) e o número de ocupantes do espaço reservado a lugares de pé, medido em pessoas por metro quadrado de área útil. Na capela-mor, espaço destinado à celebração da eucaristia e reservado à equipa da diocese e convidados, considerou-se um número fixo de ocupantes, de acordo com o número de cadeiras existentes.

De acordo com o disposto no artigo 10.º do RJ-SCIE, todos os locais dos edifícios e dos recintos, com exceção dos espaços interiores de cada fogo, das vias de evacuação horizontais e verticais e dos espaços ao ar livre, são classificados de acordo com a natureza do risco, em locais de risco A, B, C, D, E e F.

Na Sé Catedral do Porto, os diferentes locais de risco enquadram-se como locais de risco A, B e C. O edifício não tem um posto de segurança estabelecido, pelo que não foi considerado nenhum local de risco F.

Tabela 3 - Efetivo e Locais de Risco

Piso	Local	Área bruta (m ²)	Área útil (m ²)	Metros de banco	Lugares Fixos	Índice	Descrição Funcional	Local de Risco	Efetivo	Efetivo Total	Nº em planta	Observações		
0	Igreja	Capela-mor		-	-	81	Culto Religioso	B	81	935	1			
		Nave da igreja	Lugares sentados	-	-	125			-				2	250
			Lugares em pé	120	-	-			-				3	360
	Casa do Cabido	1º Compartmento		21,58	-	-	0,2	Zona de Circulação	A	5	2			
		2º Compartmento		22,52	-	-	0,5	Local de venda no piso de referência com área inferior a 300 m ²	A	12	3			
		3º Compartmento		17,35	-	-	0,2	Local de venda de baixa ocupação de público	A	4	4			
		4º Compartmento		16	-	-	0,35	Espaço de exposição	A	6	5			
	Capela São João Evangelista		19,6	-	-	-	-	Espaço de exposição	A	0	6	Não acessível ao público. Visível desde o exterior.		
	Claustro Gótico		379,74	-	-	-	0,2	Zona Circulação	B	76	7			
	Pátio (claustro)		269,56	-	-	-	0,2	Zona Circulação	--	54	8	Espaço ao ar livre		
	Capela de São Vicente		38,51	-	32	-	0,35	Espaço de exposição	B	78	9			
	Arrumo 1		12,16	-	-	-	-	-	A	0	10			
	Arrumo 2		14,26	-	-	-	-	-	A	0	11			
	Capela S. Aurélio e S. Pacifico		19,32	-	-	-	-	Espaço de exposição	A	0	12	Não acessível ao público. Visível desde o exterior.		
	Sala da Sacristia		112,15	6,7	-	-	0,35	Espaço de exposição	A	3	13			
	Serviços Técnicos	Instalações Sanitárias		3,4	-	-	-	-	-	-	14			
		Instalações Sanitárias		3,4	-	-	-	-	-	-				
		Sala 1		10,6	-	-	-	-	Gabinete de escritório	A	3	15	Espaço não acessível ao público. Efetivo com base no n.º de funcionários/ Sem locais de trabalho	
		Sala 2		50,8	21,34	-	-	-	Sala de lavagem e engomadoria	A	3	16	Espaço não acessível ao público. Efetivo com base no n.º de funcionários/ Sem locais de trabalho	
		Sala 3		5,89	-	-	-	-	Gabinete de escritório (Central de Incêndio)	-	0	17		
		Sala de Arquivo		35,9	-	-	-	-	Sala de Arquivo	C	-	18	Volume > 100m ³	
	Pátio (junto à sala da sacristia)		69,32	-	-	-	-	-	-	-	19			
	Clautravelha		229,12	-	-	-	-	-	-	-	20			
Sala de arquivo		35,34	-	-	-	-	Sala de Arquivo	C	-	21	Volume > 100m ³			
Sala (ala norte)		6,41	-	-	-	-	Central de Incêndio	A	-	22				
Sala de Corte de Energia		5,00	-	-	-	-	Corte Geral de Energia	A	0	23				
1	Sala do Tesouro (4 compartimentos)		82,04	30	-	-	0,35	Espaço de exposição	A	11	24	Área útil estimada		
	Serviços administrativos	Sala de Reuniões		27,97	-	-	0,5	Sala Reuniões	A	14	25			
		Corredor		7,77	-	-	-	-	-	-	-			
		Sala 1		2,8	-	-	0,1	Gabinete de escritório	A	1	26			
		Sala 2		10,31	-	-	0,1	Gabinete de escritório	A	2	27			
		Sala 3		9,19	6	-	-	1	Copa	A	6	28		
		Instalações Sanitárias		2,22	-	-	-	-	-	-	-	29		
		Instalações Sanitárias		2,22	-	-	-	-	-	-	-			
		Sala 4		14,22	-	-	0,1	Gabinete de escritório	A	2	30			
	Sala 5		11,54	-	-	0,1	Gabinete de escritório	A	2	31				
Sala 6		7,19	-	-	0,1	Gabinete de escritório	A	1	32					
2	Antecabido		14,19	-	-	0,2	Zona de circulação	-	3	126	33			
	Sala do Cabido		54,01	-	-	0,35	Espaço de exposição	A	19	34				
	Sala do Cartório		77,8	-	-	0,35	Espaço de exposição	A	28	35				
	Claustro Superior		333,65	-	-	0,2	Zona de circulação	-	67	36				
Torre Norte		24,16	-	-	0,35	Espaço de exposição	-	9	37					

4 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SCIE

4.1 Condições Exteriores Comuns

4.1.1 Vias de acesso ao edifício

As vias de acesso a edifícios com uma altura > 9 m devem possibilitar o estacionamento dos veículos de socorro junto às fachadas acessíveis e obedecer às características constantes no artigo 5º do RT-SCIE, designadamente:

- 6 m, ou 10 m se for em impasse, de largura útil;
- 5 m de altura útil;
- 13 m de raio de curvatura mínimo medido ao eixo;
- 10 % de inclinação máxima;
- Capacidade para suportar um veículo de peso total 260 kN correspondendo 90 kN ao eixo dianteiro e 170 kN ao eixo traseiro.

Às características anteriormente mencionadas, acresce a necessidade de existir, junto às fachadas acessíveis, uma faixa de operação com as seguintes características:

- A distância, medida em planta, entre o ponto mais saliente da fachada e o bordo da faixa de operação que lhe é mais próximo, esteja compreendida entre 3 e 10 m;
- A largura mínima dessa faixa seja de 7 m;
- Todos os pontos de penetração na fachada fiquem incluídos entre os planos verticais tirados pelos extremos da faixa de operação, perpendicularmente ao seu eixo;
- O comprimento mínimo da faixa de operação, sem prejuízo do referido na alínea anterior, seja de 15 m;
- A faixa tenha em toda a sua área a capacidade para resistir ao punçoamento causado por uma força de 170 kN distribuída numa área circular com 20 cm de diâmetro;
- A faixa se mantenha permanentemente livre de árvores, candeeiros, bancos, socos e outros obstáculos que impeçam o acesso dos veículos de socorro e nela não seja permitido estacionar qualquer outro veículo.

As vias de acesso junto ao edifício da Sé Catedral do Porto cumprem a generalidade das exigências regulamentares. Apenas não foi possível validar as capacidades de suporte das viaturas de socorro e a capacidade de resistir ao punçoamento, no entanto, assume-se que, independentemente dos valores reais, o acesso não está comprometido (Figura 8). De acordo com a atual regulamentação, as vias de acesso ao edifício da Sé Catedral do Porto, por serem parte de um centro urbano antigo, poderiam apresentar outras características, desde que devidamente fundamentadas e garantida a operacionalidade dos meios de socorro.

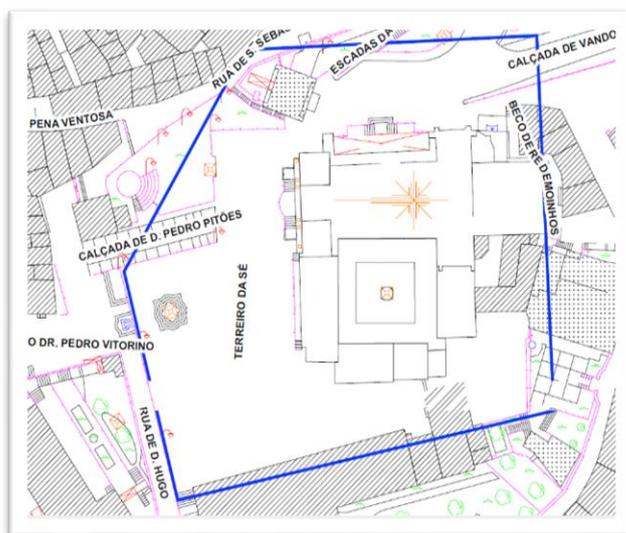


Figura 8 - Vias de acesso ao edifício ²³

4.1.2 Acessibilidade às fachadas

O edifício da Sé Catedral do Porto é composto por 4 fachadas. A fachada Este é a única que se enquadra na definição de fachada acessível, na medida em que permite o acesso dos bombeiros a todos os pisos. Através das fachadas Norte e Oeste, o acesso é limitado à igreja, localizada no piso 0. A fachada Sul apenas possibilita o acesso a uma via de evacuação (escadaria Nasoni) e ao piso 2.

Em conformidade com o disposto no artigo 6º do RT-SCIE, a Sé Catedral do Porto possui, no mínimo, uma fachada acessível e um número de pontos de penetração estabelecido à razão mínima de um ponto por cada 800 m² de área de piso ou fração que servem (Tabela 4). Os pontos de penetração existentes, vãos de portas e janelas, apresentam as dimensões mínimas de 1,2 x 0,6 m. No entanto, a maioria das janelas possui grades, que podem impedir a sua transposição e dificultar a ação dos bombeiros.

Tabela 4 - Pontos de penetração por piso

Piso	Área bruta (m ²)	Pontos de penetração	
		Existentes	Exigíveis
0	3380,18	18	5
1	256,51	9	1
2	1097,00	7	2

4.1.3 Limitações à propagação do incêndio pelo exterior

De acordo com o disposto no artigo 7º do RT-SCIE, nas paredes tradicionais, os elementos compreendidos entre vãos situados em pisos sucessivos da mesma prumada, pertencentes a

²³ <https://portalgeo.cm-porto.pt/> (consultado a 29/08/2022)

compartimentos corta-fogo distintos, devem apresentar uma altura $\geq 1,1$ m. No edifício da Sé Catedral do Porto, na fachada Norte, entre os pisos 1 e 2, a limitação à propagação do incêndio pelo exterior não está salvaguardada na medida em que o afastamento é inferior a 1,1 m.



Figura 9 - Acessibilidade às fachadas do edifício

Nas zonas das fachadas em que existam diedros de abertura inferior a 135° , está garantido para ambos os lados do diedro, uma faixa vertical com 1,5 ou 1m de largura, em alvenaria de pedra (Figura 9), entendendo-se estar garantida a classe de resistência ao fogo exigida no RT-SCIE, ou seja, EI 60. A Sé Catedral do Porto está em confronto com 4 edifícios: a Casa dos 24 (antiga Casa da Câmara), o Museu do Vitral, a Casa Guerra Junqueiro e a Casa do Coro da Sé Catedral, conforme se pode verificar na Figura 10. Em edifícios com altura > 9 m, se a distância de afastamento entre edifícios em confronto for inferior a 8 m, é exigida a proteção dos vãos das fachadas. O edifício dista 6,36 m da Casa dos 24, aproximadamente 2 m em relação ao Museu do Vitral e à Casa do Coro da Sé Catedral e uma das suas paredes é contígua à Casa Guerra Junqueiro. O incumprimento da distância mínima obriga a que as paredes exteriores dos edifícios apresentem, no mínimo, uma classe de resistência ao fogo padrão EI 60 ou REI 60, o que se observa, tendo em conta que são em alvenaria de pedra. Os vãos deveriam ser constituídos por elementos fixos E 30 ou de fecho automático E 30 C, o que não se verifica, uma vez que são constituídos por caixilharia em madeira.

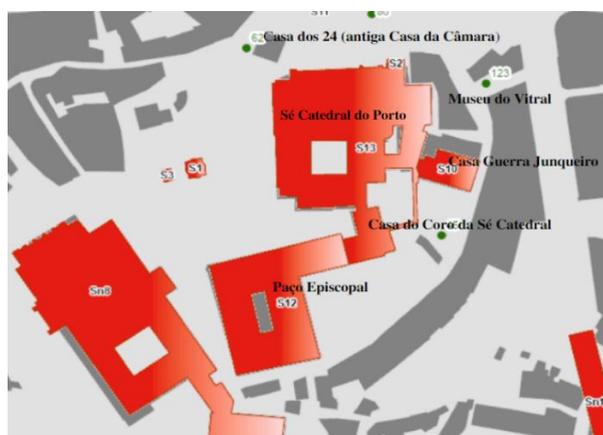


Figura 10 - Edifícios em confronto com a Sé Catedral do Porto (edifícios patrimoniais – vermelho)²⁴

²⁴ <https://portalgeo.cm-porto.pt/> (consultado a 29/08/2022)

A classe de reação ao fogo dos revestimentos aplicados sobre as fachadas, elementos transparentes das janelas e outros vãos, das caixilharias e dos estores ou persianas exteriores, podem contribuir para limitar a propagação do incêndio pelo exterior. Na Casa do Cabido, as fachadas estão revestidas com reboco, as caixilharias das janelas e as portas são em madeira e os elementos transparentes das janelas em vidro.

As exigências regulamentares indicam que, em edifícios com altura > 28 m, os revestimentos e elementos transparentes devem ter uma classe de reação ao fogo B -s2, d0 e as caixilharias e estores ou persianas C-s3, d0. A existência de elementos em madeira compromete a limitação à propagação do fogo, uma vez que a sua classe de reação é inferior à imposta pelo RT-SCIE.

4.1.4 Disponibilidade de água para os meios de socorro

No Porto, a Águas e Energia do Porto, EM é a entidade responsável pela gestão do sistema público de abastecimento de água, devendo garantir a manutenção e renovação das suas infraestruturas. Na figura 11, assinala-se (azul) o posicionamento dos hidrantes (marcos e bocas de incêndio) nas imediações da Sé Catedral do Porto, dando nota de que poderá haver alguma alteração entre a posição registada em planta e a posição real, uma vez que está a decorrer um processo de atualização cadastral destas infraestruturas. Os hidrantes estão instalados a uma distância não superior a 30 m de qualquer das saídas do edifício e junto aos passeios das vias de acesso. No âmbito do processo de atualização, assume-se que todas as exigências regulamentares e normativas serão observadas.

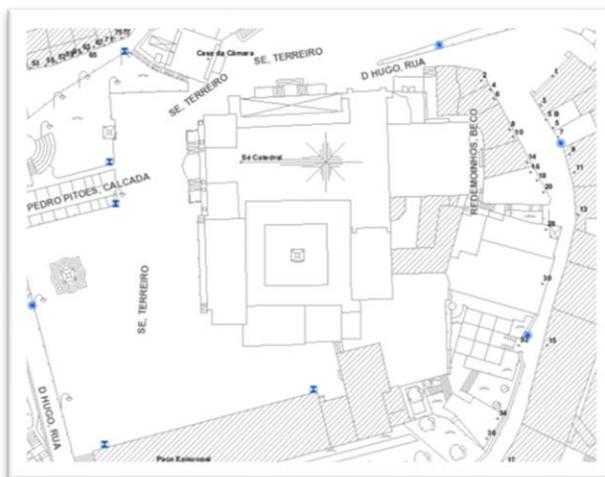


Figura 11 - Localização dos hidrantes (marcos e bocas de incêndio)

4.1.5 Grau de prontidão do socorro

A Sé Catedral do Porto está localizada a uma distância de 3,6 km do Batalhão de Sapadores Bombeiros do Porto e a 1 km da corporação de Bombeiros Voluntários do Porto, estimando-se tempos de percurso entre 3 e 13 minutos, pelo que não se prevê a necessidade de qualquer agravamento através de medidas compensatórias. A prontidão na prestação de serviços

hospitalares e policiais está igualmente garantida, a avaliar pelas distâncias e tempos de percurso identificados na Tabela 5.

Tabela 5 - Grau de prontidão dos meios de socorro

Entidade	Localização	Distância (km)	Tempo de percurso (min)
Batalhão de Sapadores Bombeiros do Porto	Rua da Constituição	3,6	13
Bombeiros Voluntários do Porto	Rua de Rodrigues Sampaio	1,0	5
Hospital de Santo António	Largo do Prof. Abel Salazar	1,8	8
Polícia de Segurança Pública	Largo Primeiro de Dezembro	0,23	3

4.2 Resistência ao Fogo de Elementos de Construção

4.2.1 Resistência ao fogo de elementos estruturais

O comportamento ao fogo dos elementos estruturais deve ser o adequado para assegurar, em caso de incêndio, a estabilidade do conjunto durante um determinado período. Nos termos do artigo 14º do RT-SCIE, os elementos estruturais de um edifício são fundamentais em matéria de resistência ao fogo e, por isso, os compartimentos corta-fogo devem existir em número suficiente para garantir a proteção de determinadas áreas, impedir a propagação do incêndio ou fracionar a carga de incêndio.

Na Sé Catedral do Porto, UT VI da 4ª categoria de risco, os elementos estruturais devem apresentar uma resistência ao fogo padrão mínima de R120, no caso de elementos apenas com a função de suporte (vigas e pilares), e de REI 120, no caso de elementos com função de suporte e de compartimentação (lajes). O edifício apresenta uma estrutura de suporte (o equivalente a vigas e pilares) em alvenaria de pedra, cumprindo, na generalidade, as exigências regulamentares, ou seja, o R120.

4.2.2 Compartimentação geral corta-fogo

A compartimentação geral corta-fogo pode ser obtida por elementos da construção, paredes corta-fogo e pavimentos com uma resistência ao fogo adequada, de modo a fracionar a carga de incêndio do seu conteúdo e dificultar a propagação do incêndio entre os espaços definidos por essa compartimentação.

Nos termos do artigo 18º do RT-SCIE, nas UT VI, um compartimento corta-fogo deve ter uma área máxima de 1 600 m². As vias de evacuação interiores protegidas e os locais de risco C e F, se existentes, também devem constituir compartimentos corta-fogo independentes.

4.3 Isolamento e Proteção de Locais de Risco

No piso 0 da Sé Catedral do Porto foram identificados locais de risco B e C, assinalados na Figura 12. De acordo com os critérios de classificação dos locais de risco, a igreja, o claustro gótico e a capela de São Vicente são locais de risco B e as salas de arquivo localizadas nos serviços técnicos e na ala Norte da igreja são os locais de risco C, por apresentarem um volume $> 100 \text{ m}^3$.

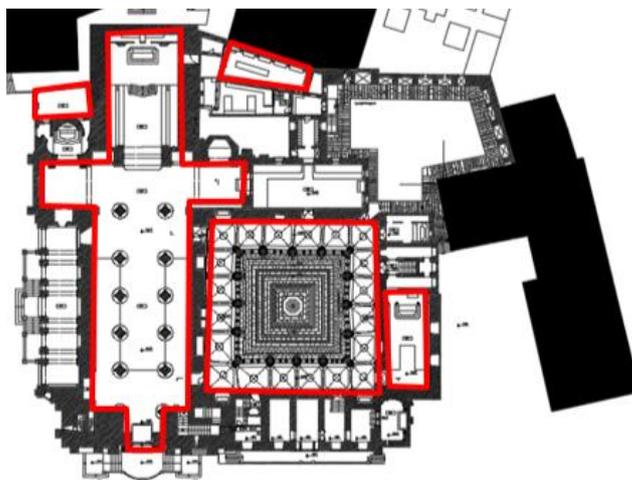


Figura 12 - Locais de risco B e C

Nos termos do disposto nos artigos 20º e 21º do RT-SCIE, as classes de resistência ao fogo padrão exigíveis são apresentadas na Tabela 6. No respeitante às paredes e pavimentos, os locais identificados cumprem as exigências regulamentares, o mesmo não sucede com as portas, cuja resistência é inferior à exigida.

Tabela 6 - Resistência ao fogo padrão mínima de locais de risco B e C

Locais de Risco	Paredes sem função de suporte	Pavimentos e paredes com função de suporte	Portas
B	EI 30	REI 30	E 15 C
C	EI 60	REI 60	E 30 C

4.4 Isolamento e Proteção das Vias de Evacuação

4.4.1 Proteção das vias evacuação horizontais e verticais

Nos termos dos artigos 25º e 26º do RT-SCIE, todas as vias de evacuação horizontais e verticais do edifício da Sé Catedral do Porto devem ser protegidas. As vias de evacuação horizontais que não dão acesso direto aos locais de risco C devem possuir paredes e portas com uma classe de resistência ao fogo não inferior a EI 60/REI 60 e E 30 C, respetivamente, uma vez que o edifício é de grande altura.

As vias de evacuação verticais também exigem proteção, devendo apresentar uma classe de resistência ao fogo com um escalão de tempo não inferior ao exigido para os elementos estruturais do edifício, ou seja, R120 e REI 120.

4.4.2 Proteção de vãos interiores

Nos termos do artigo 34º do RT-SCIE, as portas que isolam os compartimentos corta-fogo devem apresentar uma classe de resistência ao fogo padrão, EI ou E de tempo igual a metade da parede em que se inserem. De acordo com o disposto no artigo 36º do RT-SCIE, as portas de acesso ou integradas em vias de evacuação deveriam ser providas de dispositivos de fecho capazes de as reconduzir automaticamente à posição fechada, por meios mecânicos. Na Sé Catedral do Porto, à exceção da porta de acesso à torre Norte, todas as portas são em madeira (Figura 13) e não dispõem dos referidos dispositivos. Considerando a natureza patrimonial do edifício, o incumprimento é aceitável.



Figura 13 - Vãos interiores em madeira

4.5 Reação ao fogo

4.5.1 Vias de evacuação horizontais

Nos termos do artigo 39º do RT-SCIE, as classes mínimas de reação ao fogo dos materiais de revestimento em vias de evacuação horizontais são as indicadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação horizontais

Elemento	Ao ar livre e em pisos até 9 m de altura	Em pisos entre 9 e 28 m de altura	Em pisos acima de 28 m de altura ou abaixo do plano de referência
Paredes e tetos	C-s3, d1	C-s2, d0	A2-s1, d0
Pavimentos	Dfl-s2	Cfl-s2	Cfl-s1

As cinco vias de evacuação horizontais da Sé Catedral do Porto estão identificadas na Tabela 8, onde são descritos os materiais de revestimento, apresentadas as respetivas classes de reação ao fogo e a avaliação sobre a conformidade regulamentar. A análise permite concluir que apenas os corredores nos serviços administrativos incumprem as exigências regulamentares.

Tabela 8 - Vias de evacuação horizontais

Piso	Vias de Evacuação Horizontais	Descrição do material de revestimento	Classe de reação ao fogo	Conformidade Regulamentar
0	Claustro Gótico	Alvenaria de pedra	A1	✓
	Claustravelha	Alvenaria de pedra	A1	✓
	Corredor de ligação à Claustravelha	Alvenaria de pedra na parede e pavimentos	A1	✓
1	Corredor nos serviços administrativos	Paredes revestidas com reboco e pavimentos e tetos em madeira	D	✗
2	Claustro Superior	Alvenaria de pedra	A1	✓

4.5.2 Vias de evacuação verticais

Nos termos do artigo 40º do RT-SCIE, as classes mínimas de reação ao fogo dos materiais em vias de evacuação verticais são indicadas na Tabela 9. Na Sé Catedral do Porto estão identificadas quatro vias de evacuação verticais (Figura 14).

Tabela 9 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação verticais

Elemento	Exteriores	No interior de edifícios	
		De pequena ou média altura	De grande e muito grande altura
Paredes e tetos	B-s3, d0	A2-s1, d0	A1
Pavimentos	Cfl-s2	Cfl-s1	Cfl-s1

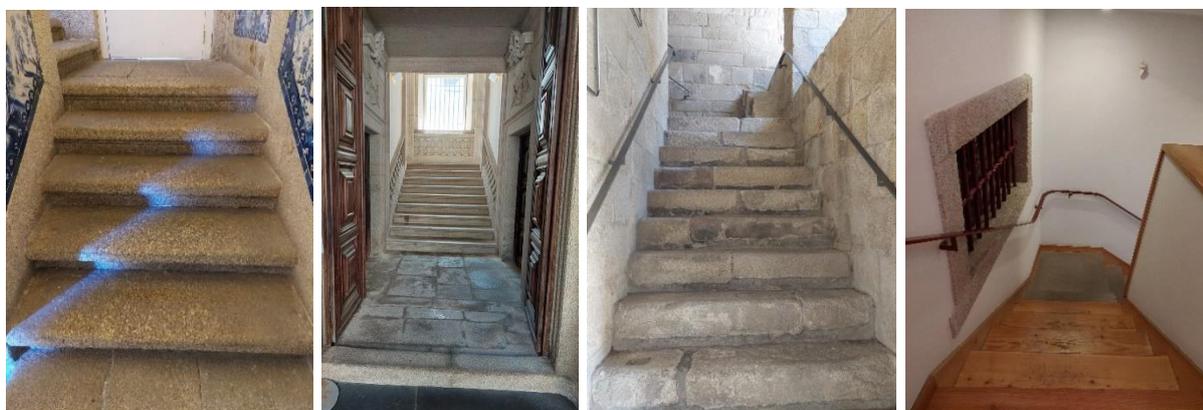


Figura 14 - Vias de evacuação verticais

A informação relativa aos materiais de revestimento e respetivas classes de reação ao fogo, bem como a verificação sobre a conformidade regulamentar são apresentadas na Tabela 10. A análise permite concluir sobre o não cumprimento das exigências regulamentares na escadaria Nasoni, e na escadaria de acesso aos serviços administrativos, devido à presença de elementos em madeira.

Tabela 10 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos de vias de evacuação verticais

Vias de Evacuação Verticais	Descrição do material de revestimento	Classe de reação ao fogo	Conformidade Regulamentar
Escadaria de acesso às Salas do Tesouro, Cabido e Cartório	Todos os elementos em alvenaria de pedra, com as paredes revestidas de azulejos	A1	✓
Escadaria Nasoni	Alvenaria de pedra e paredes revestidas com reboco, portas de madeira no acesso junto ao claustro gótico	Alvenaria de pedra - A1 Portas em madeira - D	✓ X
Escadaria de acesso aos serviços administrativos	Paredes revestidas com reboco. Pavimento e tetos de madeira	Paredes – A1 Pavimento e tetos - D	✓ X
Escadaria de acesso à torre Norte	Todos os elementos em alvenaria de pedra	A1	✓

4.5.3 Locais de risco

As classes mínimas de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos, paredes e tetos de locais de risco A, B, C e F são indicadas na Tabela 11. Considerando os materiais existentes nos locais de risco A, B e C, identificados no edifício da Sé Catedral do Porto, constata-se que, em alguns casos, não se cumpre a classe de reação prescrita.

Tabela 11 - Reação ao fogo mínima dos revestimentos em locais de risco

Elemento	Local de Risco			
	A	B	C	D, E e F
Paredes e tetos	D-s2, d2	A2-s1, d0	A1	A1
Pavimentos	E _n	C _n -s2	A1 _n	C _n -s2

4.5.4 Bancadas, palanques e estrados em recintos permanentes

Nos termos do artigo 47º do RT-SCIE, os palcos, estrados, palanques, plataformas, bancadas, tribunas e todos os pavimentos elevados devem ser construídos com materiais, no mínimo, da classe C-s2, d0, assentes, se existir, em estrutura construída com materiais, da classe A1. Na igreja, existe um pavimento elevado em madeira, com uma reação ao fogo inferior à exigida, assente no pavimento de pedra que garante a classe A1 (Figura 15).



Figura 15 - Pavimento elevado na igreja

4.6 Evacuação

4.6.1 Evacuação dos locais

No interior dos edifícios, tendo em atenção as disposições contidas no artigo 53º do RT-SCIE, os lugares destinados ao público devem estar dispostos em filas de cadeiras que não excedam as 16 unidades entre coxias, ou as 8 unidades, no caso de serem estabelecidas entre uma coxia e uma parede ou vedação. O RT-SCIE identifica alguns locais onde se aplica esta disposição, não incluindo os locais de culto religioso, pese embora a sua aplicação pareça aceitável neste caso, atendendo às características da igreja.

Na nave da igreja, os bancos de madeira destinados ao culto religioso têm um comprimento entre 2 e 4 m, dispostos entre coxias, o que representa 4 a 8 ocupantes por banco, não ultrapassando o estabelecido no regulamento. Na capela-mor, as cadeiras e bancos de madeira têm comprimento variável (cadeiral dos cônegos), encontram-se dispostos entre uma parede ou vedação e uma coxia e a ocupação máxima é de 9 a 10 pessoas por fila, conforme se pode verificar na Figura 16.

Nos termos do disposto no nº 13 do artigo 53º do RT-SCIE, deve existir uma coxia transversal com uma largura mínima de 2 UP. A coxia transversal existente tem a largura de 1m, imposta pelos pilares da nave da igreja.

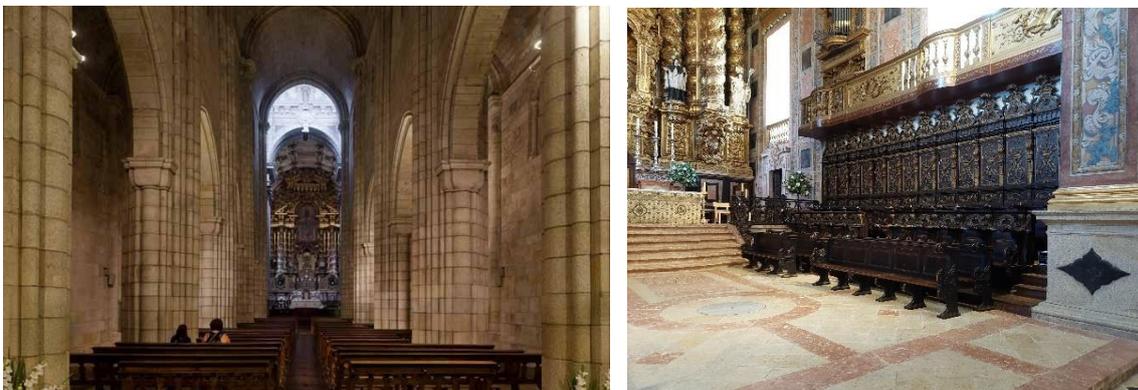


Figura 16 - Bancos de madeira da nave da igreja (esquerda) e capela-mor (direita)

4.6.2 Dimensionamento das saídas e dos caminhos de evacuação

As saídas dos diferentes espaços devem estar localizadas e distribuídas pelo seu perímetro, dividindo o efetivo, de acordo com as respetivas capacidades. O número mínimo de saídas que servem um local de um edifício ou recinto coberto é calculado em função do seu efetivo, de acordo com os critérios identificados na Tabela 12, em conformidade com o estabelecido no artigo 54º do RT-SCIE.

Tabela 12 -Número mínimo de saídas de locais cobertos em função do efetivo

Efetivo	Número mínimo de saídas
1 a 50	Uma.
51 a 1500	Uma por 500 pessoas ou fração, mais uma.
1501 a 3000	Uma por 500 pessoas ou fração.
Mais de 3000	Número condicionado pelas distâncias a percorrer no local, com um mínimo de seis.

A largura útil das saídas e dos caminhos de evacuação é medida em unidades de passagem (UP). Nos locais cujo efetivo é igual ou superior a 200 pessoas, a largura mínima das saídas deve ser de 2 UP. Os caminhos de evacuação e as saídas de locais em edifícios devem satisfazer os critérios apresentados na Tabela 13, em conformidade com o artigo 56º do RT-SCIE.

Tabela 13 - Número mínimo de unidades de passagem em espaços cobertos

Efetivo	Número mínimo de saídas
1 a 50	Uma.
51 a 500	Uma por 100 pessoas ou fração, mais uma.
Mais de 500	Uma por 100 pessoas ou fração.

Nos locais de risco A, cujo efetivo é inferior a 20 pessoas, é aceitável uma largura inferior a 1 UP. Em edifícios com altura > 28 m, os espaços com efetivo superior a 50 pessoas, acima do plano de referência, devem ter uma largura mínima de 2 UP.

A avaliação das condições de evacuação na Sé Catedral do Porto está sumariada no Apêndice 1, onde se encontra registado o número de saídas e UP existentes em cada um dos locais, bem como os respetivos valores exigíveis, calculados de acordo com os critérios supramencionados. A comparação estabelecida confirma que na generalidade dos locais, são cumpridos os requisitos regulamentares.

4.6.3 Caracterização das vias de evacuação horizontais

Nos termos do artigo 61º do RT-SCIE, a distância máxima a percorrer de qualquer ponto das vias de evacuação horizontais até uma saída para o exterior ou uma via de evacuação vertical protegida,

não deve exceder 15 m, em impasse e 30 m, quando não está em impasse. Se o piso de situar a uma altura superior a 28 m, a distância pode ser reduzida para 20 m, não existindo impasse. As distâncias máximas admissíveis, podem duplicar as anteriores, se as vias de evacuação horizontais forem exteriores. Nos termos do artigo 25.º do RT-SCIE, as vias de evacuação horizontais devem ser protegidas, conforme abordado em capítulo anterior, e dispor de meios de controlo de fumo.

As vias de evacuação horizontais estão identificadas na Tabela 14, onde se apresenta o efetivo e a largura de cada uma das vias, bem como o número de UP existentes e exigíveis. A leitura dos resultados permite verificar que são cumpridas as exigências regulamentares. Em duas das vias horizontais de evacuação (corredor de ligação à claustravelha e corredor dos serviços administrativos) existem elementos de decoração, solidamente fixados ao pavimento. A presença destes elementos é aceitável, na medida em que as vias apresentam mais de 1UP, não há redução da largura mínima imposta em mais de 0,1 m, nem saliências suscetíveis de prender o vestuário ou os objetos normalmente transportados pelos ocupantes.

Tabela 14 – Número de Unidades de Passagem das vias de evacuação horizontais

Piso	Vias de Evacuação Horizontais	Efetivo que serve	Largura da via (m)	Número de Unidades de Passagem	
				Existentes	Exigíveis
0	Claustro Gótico	339	4,57	7	5
	Claustravelha	42	1,40	2	1
	Corredor de ligação à claustravelha	6	1,99	3	1
1	Corredor nos serviços administrativos	28	1,55	2	1
2	Claustro Superior	126	4,95	8	3

4.6.4 Características das portas

Na Sé Catedral do Porto, as portas principal e lateral da igreja (Figura 17) encontram-se fechadas para controlo das entradas, uma vez que a visita ao espaço depende da aquisição de bilhete. No edifício, ao contrário das exigências regulamentares, dispostas no artigo 62º do RT-SCIE, a maioria das portas não abre no sentido da evacuação, muitas delas exigem o desbloqueamento de ferrolhos, e nenhuma dispõe de dispositivos de comando ou barras antipânico.



Figura 17 - Porta principal da igreja (esquerda) e porta lateral (direita)

4.6.5 Caracterização das vias de evacuação verticais

Nos termos do artigo 64º do RT-SCIE, os edifícios com uma altura superior a 28 m devem possuir pelo menos duas vias de evacuação verticais e a largura útil mínima de 2 UP, em qualquer ponto da via. As vias de evacuação verticais devem ser protegidas nas condições do artigo 26.º do RT-SCIE, conforme abordado em capítulo anterior, e dispor de meios de controlo de fumo.

Na Sé Catedral do Porto, foram identificadas quatro vias verticais de evacuação, três das quais são contínuas ao longo da sua altura até ao piso que se encontra ao nível do plano de referência. Na Tabela 15, é apresentado o efetivo e a largura de cada uma das vias, bem como o número de UP existentes e exigíveis, verificando-se que apenas a escadaria de acesso aos serviços administrativos não cumpre as exigências regulamentares.

Tabela 15 – Número de Unidades de Passagem das vias de evacuação verticais

Vias de Evacuação Verticais	Efetivo que serve	Largura da via (m)	Número de Unidades de Passagem	
			Existentes	Exigíveis
Escadaria de acesso à Sala do Tesouro, Cabido e Cartório	61	1,37	2UP	2 UP
Escadaria Nasoni	76	1,85	3UP	
Escadaria acesso aos serviços administrativos	28	1,25	1UP	
Escadaria de acesso à Torre Norte	9	1,50	2UP	

As escadas incluídas nas vias de evacuação verticais identificadas têm um número de degraus por lanço compreendido entre 3 e 25, o número de lanços consecutivos, sem mudança de direção, não é superior a dois e os degraus têm as mesmas dimensões em perfil, à exceção da escadaria de acesso à torre Norte. Nos termos do artigo 65º do RT-SCIE, as escadas devem ser dotadas de, pelo menos, um corrimão contínuo e nas que apresentam uma largura igual ou superior a 3 UP, deve existir um corrimão de ambos os lados e os seus degraus devem possuir revestimento antiderrapante. As escadarias Nasoni e de acesso à sala do Tesouro, Cabido e Cartório não cumprem as exigências regulamentares, uma vez que não dispõem de corrimão. A escadaria de acesso à torre Norte, apesar de ter menos de 3 UP, está dotado de um corrimão de ambos os lados (Figura 18), provavelmente, para compensar a variação na dimensão dos degraus, as irregularidades nos seus cobertores e a elevada altura dos seus espelhos.



Figura 18 - Escadaria de acesso à torre Norte

4.6.6 Zona de refúgio

Nos termos do artigo 68º do RT-SCIE, a Sé Catedral do Porto deveria dispor de uma zona de refúgio, localizada no piso com altura imediatamente inferior a 28 m e estar dotada de um conjunto de meios que permitisse a permanência e a saída, em segurança, do efetivo que dela se serve.

As zonas de refúgio poderão ser localizadas ao ar livre, desde que o efetivo possa estar a uma distância superior a 8 m de quaisquer vãos abertos em paredes confinantes, ou que esses vãos, até uma altura de 4 m do pavimento da zona, sejam protegidos por elementos com uma resistência ao fogo padrão de E 30. As zonas de refúgio devem possuir uma área de valor, em m², não inferior ao efetivo dos locais que servem, multiplicado pelo índice 0,2.

No edifício da Sé Catedral do Porto, o claustro superior (Figura 19) pode constituir uma zona de refúgio para as pessoas que se encontrem na torre Norte e nas salas do Cabido e Cartório.

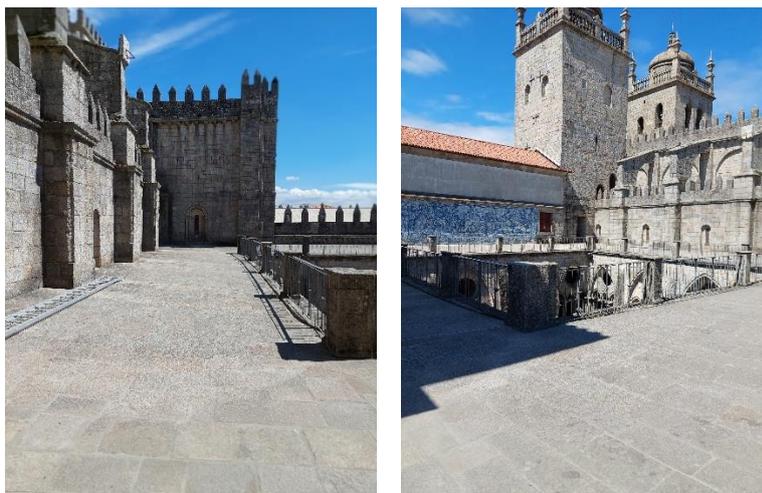


Figura 19 - Claustro Superior

4.7 Instalações técnicas

Nos termos do artigo 69º do RT-SCIE, as instalações técnicas dos edifícios e dos recintos devem ser mantidas de modo a não constituírem causa de incêndio nem contribuírem para a sua propagação e devem dispor de meios que permitam o funcionamento de sistemas e dispositivos de segurança e a intervenção dos meios de socorro. Não foi possível apurar informação significativa sobre as características das instalações técnicas do edifício.

No entanto, importa referir que, nos termos do RT-SCIE, o edifício deveria estar equipado com fontes centrais de energia de emergência providas de sistemas de arranque automático no tempo máximo de 15 segundos em caso de falha de alimentação de energia da rede pública e que essas fontes poderiam ser constituídas por grupos geradores ou por baterias de acumuladores, com autonomia suficiente para assegurar o fornecimento de energia às instalações que alimentam, nas condições mais desfavoráveis, durante, pelo menos, o tempo exigido para a maior resistência ao fogo padrão dos elementos de construção do edifício ou recinto onde se inserem, com o mínimo de uma hora.

Os quadros elétricos deveriam estar visíveis ou em armários próprios, acessíveis e devidamente sinalizados, se necessário. No posto de segurança, deveriam existir botoneiras de corte geral de energia elétrica.

4.8 Equipamentos e sistemas de segurança

4.8.1 Sinalização

Nos termos do disposto no artigo 109º do RT-SCIE, as placas devem ser fabricadas em material rígido fotoluminescente e ter áreas (A) não inferiores às determinadas em função da distância (d) a que devem ser vistas, com um mínimo de 6 m e um máximo de 50 m, conforme a expressão $A \geq d^2/2000$.

A sinalização respeitante às indicações de evacuação e localização de meios de intervenção, alarme e alerta, quando colocada nas vias de evacuação, deve estar na perpendicular ou em 45º ao sentido da evacuação. Nos locais de permanência e nas vias de evacuação horizontais acessíveis ao público deve ser visível, a partir de qualquer ponto, uma placa a indicar o sentido de evacuação. Nas vias de evacuação verticais, deve existir, pelo menos, no patamar de acesso, uma placa a indicar o número do andar e o sentido da evacuação. As placas de sinalização devem ser colocadas o mais próximo possível das fontes luminosas existentes, a uma distância inferior a 2 m em projeção horizontal.

Na Sé Catedral do Porto, o espaço acessível ao público está dotado de apenas quatro placas, colocadas no claustro gótico, a indicar a entrada e saída, não se cumprindo, deste modo, às exigências normativas e regulamentares, anteriormente referidas. No espaço reservado aos elementos da diocese e colaboradores, existem quatro placas indicadoras de caminhos de

evacuação, que embora insuficientes, apresentam características que estão em conformidade com as determinações normativas e regulamentares (Figura 20).



Figura 20 - Sinalização em espaço público (esquerda) e em espaço reservado (direita)

4.8.2 Iluminação de emergência

Nos termos do artigo 113º do RT-SCIE, os espaços de um edifício devem, para além da iluminação normal, estar dotados de um sistema de iluminação de emergência e, eventualmente, de um sistema de iluminação de substituição. A iluminação de emergência inclui a iluminação de ambiente, destinada a iluminar os locais de permanência habitual de pessoas e evitar situações de pânico e a iluminação de balizagem ou circulação, que garante a visibilidade do percurso em direção a uma zona de segurança e possibilita a intervenção dos meios de socorro.

Nos termos do artigo 114º do RT-SCIE, nos locais de risco B, C e F, as zonas de vestuários ou sanitários públicos com área superior a 10 m² e os destinados a utentes com mobilidade condicionada, devem ser instalados aparelhos de iluminação de ambiente que garantam níveis de iluminância tão uniformes quanto possível, com um valor mínimo de 1 lux, medido no pavimento.

Na iluminação de balizagem ou de circulação os dispositivos devem garantir 5 lux, medidos a 1 m do pavimento ou obstáculo a identificar, colocados a menos de 2 m em projeção horizontal dos seguintes locais:

- Intersecção de corredores;
- Mudanças de direção de vias de comunicação;
- Patamares de acesso e intermédios de vias verticais;
- Câmaras corta-fogo;
- Botões de alarme;
- Comandos de equipamentos de segurança;
- Meios de primeira intervenção;
- Saídas.

Na Sé Catedral do Porto, a iluminação ambiente e de balizagem ou circulação é garantida com recurso a diferentes tipos de focos de luz e candeeiros (Figura 21), cumprindo, na generalidade, as

disposições regulamentares, no que respeita à localização. Os seis blocos autónomos instalados no edifício são do tipo não permanente, incumprindo o disposto no nº 1 do artigo 115º do RT-SCIE.



Figura 21 - Iluminação do edifício

4.8.3 Sistema de deteção, alarme e alerta

O artigo 117º do RT-SCIE determina que as instalações de deteção, alarme e alerta, na sua versão mais completa, devem ser constituídos por:

- Dispositivos de acionamento do alarme de operação manual, designados «botões de alarme»;
- Dispositivos de atuação automática, designados «detetores de incêndio»;
- Centrais e quadros de sinalização e comando;
- Sinalizadores de alarme restrito;
- Difusores de alarme geral;
- Equipamentos de transmissão automática do sinal ou mensagem de alerta;
- Telefones para transmissão manual do alerta;
- Dispositivos de comando de sistemas e equipamentos de segurança;
- Fontes locais de energia de emergência.

Na Sé Catedral do Porto foram identificados 2 dispositivos de acionamento manual de alarme, junto à saída do claustro gótico, em direção ao exterior do edifício e na escadaria de acesso à sala do Tesouro (Figura 22). Os dispositivos estão colocados a uma altura superior a 1,2 m em relação ao pavimento e sem possibilidade de ocultação, em conformidade com o disposto no artigo 119º do RT-SCIE, mas não se encontram devidamente sinalizados. O cumprimento das disposições regulamentares exigiria a colocação de um número significativo de dispositivos, distribuídos por todo o edifício, instalados nas vias de evacuação horizontais, junto às saídas dos pisos e em locais sujeitos a riscos especiais.



Figura 22 - Dispositivos de acionamento manual de alarme

O sistema automático de detecção de incêndios tem como objetivos a detecção precoce de focos de incêndio e a minimização de falsos alarmes, de modo a garantir uma atuação célere e eficaz. A instalação de um sistema automático de detecção de incêndios visa, ainda, a vigilância contínua de todos os locais do edifício, a sinalização sonora de incêndio para alarme de evacuação, a execução automática de funções auxiliares e a possibilidade de alerta remoto às forças exteriores.

Os dispositivos de detecção automática estão distribuídos de forma a cobrir toda a área do edifício e foram selecionados em função das características do espaço a proteger. O detetor ótico de fumos foi a opção escolhida para proteger alguns espaços localizados no piso 0, nomeadamente, os locais de venda e as salas de arquivo. Nas salas grandes, com tetos ornamentados, foram colocados detetores óticos lineares de feixe, por serem discretos e confiáveis, garantindo a segurança, sem efeitos intrusivos e inestéticos para o património (Figura 23).

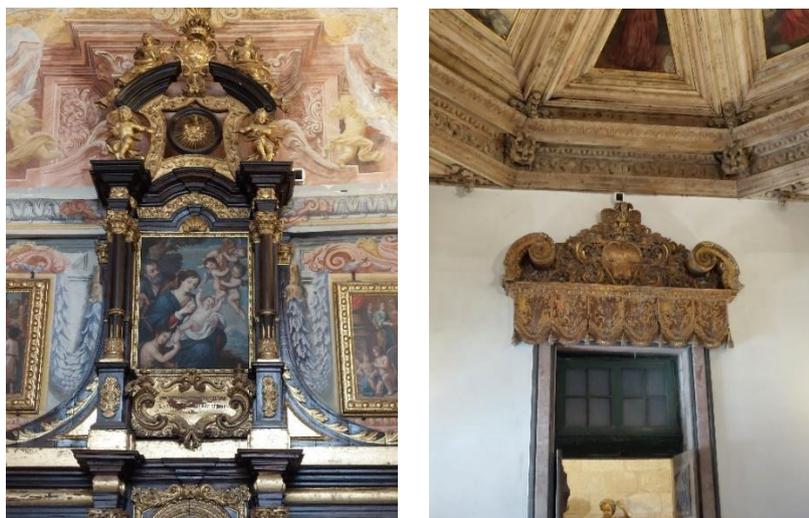


Figura 23 - Detetores óticos lineares de feixe

Nos espaços afetos aos serviços técnicos e administrativos, recentemente remodelados, a opção recaiu sobre a detecção por aspiração ou amostragem de ar (Figura 24), que consiste na colocação de um conjunto de tubos flexíveis de pequeno diâmetro, com orifícios que emergem no teto, colocados ao longo do seu comprimento, em intervalos que permitem a recolha da amostra. Uma

unidade de amostragem, posicionada remotamente, retira o ar do espaço da sala para a câmara da unidade de amostragem, que deteta a presença de partículas de fumo e aciona o alarme.



Figura 24 - Detecção por aspiração ou amostragem

O edifício tem duas centrais de sinalização e comando, localizadas no piso 0, em espaços reservados ao pessoal responsável pela segurança do edifício. Considerando que estas centrais de sinalização e comando não se localizam junto de um posto de vigilante, o sistema deveria estar equipado com um quadro repetidor daquela unidade, instalado num local vigiado em permanência.

De referir que as fontes de energia de emergência devem garantir o funcionamento das instalações de alarme no caso de falha na alimentação de energia da rede pública, nas condições dos artigos 72.º e 73.º do RT-SCIE e que as fontes de energia de emergência que apoiam as instalações de deteção, alarme e alerta não podem servir quaisquer outras instalações.

O artigo 125º do RT-SCIE estabelece três configurações distintas para os sistemas de alarme, cujas características são apresentadas na Tabela 16. Nos termos do disposto no artigo 129º do RT-SCIE, a Sé Catedral do Porto, por se tratar de uma UT VI, deve ser dotada de uma instalação de alarme de configuração 3, requisito que se cumpre, uma vez que o sistema existente inclui todos os elementos exigidos.

Tabela 16 - Configuração das instalações de alarme

Componentes e funcionalidade	Configuração		
	1	2	3
Botões de acionamento de alarme	x	x	x
Detetores automáticos		x	x
Temporizações		x	x
Central de sinalização e comando			x
Alerta automático			x
Comandos		x	x
Fonte local de alimentação de emergência	x	x	x
Proteção			x
Total			x
Parcial	x	x	
Difusão do alarme			x
No interior	x	x	x
No exterior		x	

4.8.4 Sistema de controlo de fumo

Nos termos do artigo 133º do RT-SCIE, os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, minimizando o risco de propagação do incêndio e assegurando condições de visibilidade que permitam uma evacuação segura.

A desenfumagem pode ser passiva, por tiragem térmica natural, através de aberturas para admissão de ar e aberturas para libertação do fumo, ligadas ao exterior, diretamente e/ou através de condutas, ou ativa, se utilizados meios mecânicos.

Na Sé Catedral do Porto, deveriam ser dotados de instalações de controlo de fumo os seguintes espaços:

- As vias de evacuação verticais enclausuradas;
- As vias de evacuação horizontais;
- Os locais de risco B com efetivo superior a 500 pessoas;

O controlo de fumo das instalações é realizado através de vãos de fachada, podendo classificar-se como uma desenfumagem do tipo passiva, não cumprindo o disposto no artigo 135º do RT-SCIE, que exige, nas vias de evacuação verticais e horizontais, o recurso a mecanismos de desenfumagem ativa.

4.8.5 Meios de intervenção

De acordo com o disposto no artigo 163º do RT-SCIE, o dimensionamento dos extintores deve ser calculado à razão de 18 litros de agente extintor padrão (água) por 500 m² ou fração de área de pavimento do piso em que se situem, ou um por cada 200 m² de pavimento do piso ou fração, com um mínimo de dois por piso. Para além deste critério, importa que a sua distribuição tenha em conta a distância a percorrer de qualquer saída de um local de risco para os caminhos de evacuação até ao extintor mais próximo, que não deve exceder os 15 m. Os extintores devem dispor de suporte ou nicho próprio, estar a uma altura do pavimento não superior a 1,2 m e facilmente acessíveis. As comunicações horizontais, o interior dos grandes espaços, as saídas e todos os locais de risco C devem estar dotados destes equipamentos.

A distribuição dos extintores no edifício, com o número e tipo de extintores instalados em cada local é apresentada no Apêndice 2. A análise permite concluir que o edifício da Sé Catedral do Porto dispõe de extintores portáteis, do tipo água com aditivo 6l e CO₂ 3 kg, colocados em nicho próprio, a uma altura adequada e, na generalidade, cumprindo a distância a percorrer. A seleção do tipo de extintor teve em consideração as classes de fogo inerentes aos locais a proteger.

Na Tabela 17, apresenta-se o dimensionamento dos extintores, obedecendo ao critério de 18 litros de agente extintor padrão (água) por 500 m², com indicação das quantidades existentes e necessárias. De acordo com os resultados obtidos, verifica-se a necessidade de aumentar o número

de extintores nos pisos 0 e 2, pese embora a área bruta considerada inclua espaços ao ar livre e garantir a colocação de extintores em locais de risco C e F.

Tabela 17 - Dimensionamento dos extintores

Piso	Área bruta (m ²)	Quantidade de a.e.p. necessária	Quantidade de a.e.p. existente
0	3380,18	126 l a.e.p.	53,36 l a.e.p
1	256,51	18 l a.e.p.	24 l a.e.p
2	1097	54 l a.e.p	12 l a.e.p

A Sé Catedral do Porto não dispõe de uma rede de incêndio armada, constituída por bocas-de-incêndio do tipo carretel, incumprindo o disposto no artigo 164º do RT-SCIE. O edifício também não está dotado de meios de segunda intervenção, designadamente, bocas de incêndio da rede húmida, armadas do tipo teatro, que deveriam ser instaladas em todos os pisos e nos patamares de acesso das comunicações verticais, conforme exigido a uma UT VI de 4ª categoria de risco, nos termos do disposto no artigo 168º do RT-SCIE. De igual modo, incumpe o estabelecido no artigo 173º do RT-SCIE, que determina a utilização de sistemas fixos de extinção automática de incêndios por água através de aspersores, designados *sprinklers*, em UT VI de 4ª categoria de risco.

4.8.6 Posto de segurança

O posto de segurança é o local destinado a centralizar toda a informação de segurança e os meios principais de receção e difusão de alarmes e de transmissão do alerta, bem como a coordenar os meios operacionais e logísticos em caso de emergência.

Nos termos do disposto no artigo 190º do RT-SCIE, a Sé Catedral do Porto, por ser uma UT VI da 4ª categoria de risco, deveria ter um posto de segurança, instalado em local reservado e protegido do fogo e, se possível, junto a um acesso principal. No decorrer da análise, não foi identificado um local que reunisse as características previstas no RT-SCIE, no que respeita à localização e meios de comunicação oral com os diferentes pisos, zona de refúgio e outros centros operacionais de emergência. No piso 0, na sala onde se encontra uma das centrais de deteção de incêndio, existe um chaveiro de segurança, com chaves de reserva para abertura da maioria dos acessos do edifício (Figura 25). Trata-se de um local com algumas características de posto de segurança, pese embora não possa ser considerado como tal, por não reunir todas as características exigidas no RT-SCIE.

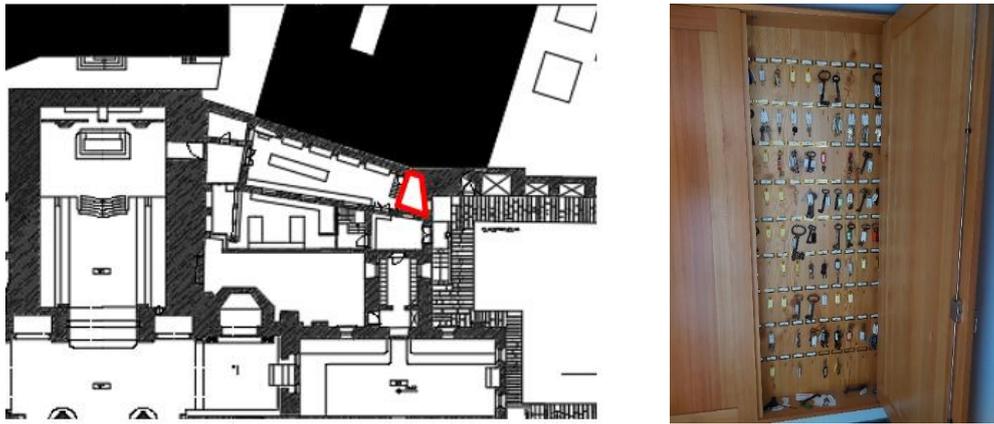


Figura 25 - Localização da central de detecção de incêndio (esquerda-vermelho) e chaveiro (direita)

4.8.7 Instalações acessórias

Instalações de para-raios

As descargas atmosféricas constituem um risco significativo de incêndio no edifício da Sé Catedral do Porto, motivo pelo qual o edifício está dotado de uma instalação de para-raios na torre Norte, de acordo com os critérios técnicos aplicáveis, nos termos do artigo 191º do RT-SCIE.

Sinalização ótica para a aviação

De acordo com o disposto no artigo 192º do RT-SCIE, os edifícios com altura superior a 28 m, que possuam posição dominante na volumetria urbana ou natural envolvente, devem ser dotados de uma instalação de sinalização ótica para a aviação, de acordo com os critérios técnicos aplicáveis. Apesar de elegível para instalação, a Sé Catedral do Porto não dispõe deste tipo de sinalização.

5 PROPOSTAS DE ALTERAÇÃO E MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO

5.1 Síntese das Propostas de Alteração

Após a conclusão da análise proposta para esta dissertação, importa fazer uma avaliação global, que sintetize e enfatize os principais resultados obtidos na sequência da aplicação prática da atual regulamentação de SCIE e, ao mesmo tempo, sugira alterações que possam contribuir para melhorar a segurança do edifício, sem comprometer o seu valor histórico e patrimonial. No capítulo destinado à análise das condições de segurança, procurou-se abordar, sempre que aplicável, os diferentes artigos do RT-SCIE, de uma forma simples e concisa, com recurso a figuras e tabelas, sem esquecer a referência aos requisitos legais, como linhas orientadoras para a determinação da conformidade ou não conformidade dos diferentes pontos.

Na generalidade, poder-se-á dizer que o edifício, apesar das insuficiências observadas, se encontra dotado de meios de segurança, implementados de modo a contornar os constrangimentos próprios e previsíveis em edifícios históricos, numa clara tentativa de conciliar a segurança dos ocupantes e a autenticidade do património. Apesar das evidências positivas, algumas das não conformidades encontradas comprometem a segurança do edifício, merecendo, por esse motivo, uma cuidada reflexão.

Os resultados obtidos refletem uma previsível insuficiência no que respeita ao isolamento e proteção dos elementos de construção, uma vez que estamos perante um edifício do século XII, altura em que predominava a construção de madeira e pedra. No piso 0, a compartimentação corta-fogo não é adequada, pelo que se sugere que sejam definidos três compartimentos corta-fogo, com uma área inferior a 1600 m², cujas delimitações são apresentadas na Figura 26. A compartimentação seria alcançada através da colocação, em todas as portas que delimitam os compartimentos corta-fogo, de uma segunda porta ou pela aplicação de agentes ignífugos, capazes de melhorar a reação ao fogo. Os locais de risco C, assim classificados por possuírem um volume > 100 m³, localizam-se neste piso e deverão constituir compartimentos corta-fogo independentes.

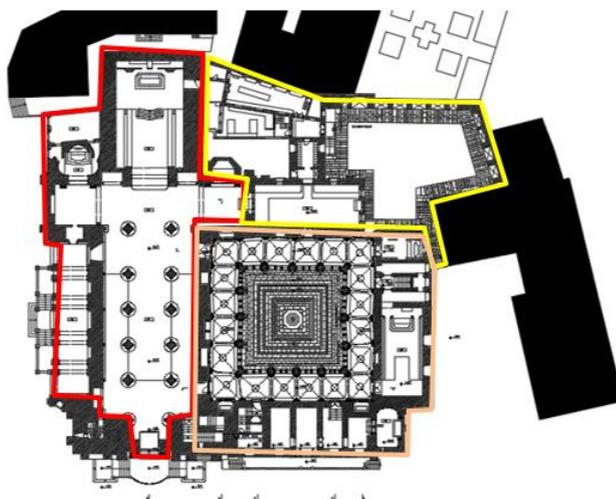


Figura 26 - Compartimentação corta-fogo do piso 0

A área do edifício onde se localizam os espaços afetos aos serviços técnicos e administrativos é uma construção mais recente, com uma fachada em madeira, que se encontra em confronto com a parte mais antiga do edifício (Figura 27), pelo que os vãos existentes devem ser devidamente protegidos e garantir a compartimentação, de modo a evitar a propagação do fogo.



Figura 27 - Confronto entre a fachada de pedra e a fachada de madeira

Na escadaria Nasoni, considera-se importante o reforço das portas laterais de madeira, no início da escadaria (Figura 28) e ao longo da mesma, de modo a garantir a proteção desta via de evacuação vertical.



Figura 28 - Portas de madeira no acesso à escadaria Nasoni

Na escadaria de acesso à torre Norte, dever-se-á refletir sobre a possibilidade de colocação de uma segunda porta no patamar que se encontra ao nível do claustro superior, de modo a isolar a escada no sentido descendente, impedindo que o fumo se propague para a zona do órgão (Figura 29).



Figura 29 - Acesso à Torre Norte

Nos locais em que a compartimentação com elementos construtivos não for possível, deve ser equacionado o uso de cortinas corta-fumo e corta-fogo móveis ou sistemas de água nebulizada (*water mist*), uma vez que a literatura indica tratar-se de uma alternativa eficaz, aplicável, inclusivamente, na compartimentação de escadas abertas.

No que se refere à evacuação, as exigências regulamentares são cumpridas na generalidade, uma vez que o edifício dispõe de um número saídas que é superior às necessidades, com larguras que superam exigências regulamentares. As vias de evacuação horizontais e verticais apresentam características adequadas ao efetivo que servem, à exceção da escadaria de acesso aos serviços administrativos. No entanto, importa referir que em caso de emergência, é essencial que as portas principal e lateral da igreja, habitualmente fechadas, por motivos de exploração, sejam imediatamente abertas, de forma a garantir a saída dos ocupantes para o exterior, em segurança.

Os sistemas de iluminação e sinalização apresentam insuficiências significativas, se considerarmos as exigências regulamentares, contudo, em edifícios históricos a abordagem convencional parece discutível, questionando-se a necessidade de instalação permanente, uma vez que a intervenção teria um impacto visual significativo no tecido histórico. A solução para minimizar as insuficiências, poderá passar pela utilização de unidades de *light-emitting diode* (LED) no chão, que forneçam a iluminação de emergência e por placas de sinalização, invisíveis na maior parte do tempo, apenas acionadas, se necessário. Uma equipa treinada e familiarizada com o *layout* interno do edifício pode constituir uma opção, para encaminhamento dos visitantes, em situação de emergência. A limitação do número de visitantes, que se reflete na redução do efetivo a evacuar, poderá ser equacionada, como medida compensatória.

Nos sistemas de deteção e alarme, verifica-se uma insuficiente distribuição de botões de acionamento de alarme, aspeto que deverá ser corrigido. Os dispositivos de deteção automática estão adequadamente distribuídos, não tendo sido possível confirmar o tipo e localização destes dispositivos na igreja, aspeto a verificar, em análises e intervenções futuras. No entanto, o aspeto mais relevante em matéria de deteção e alarme diz respeito à necessidade de garantir a integração

das centrais de deteção em local vigiado em permanência, idealmente, no posto de segurança e assegurar que o sistema é endereçável.

Em matéria de controlo de fumo, o edifício não cumpre as exigências regulamentares, na medida em que a colocação de mecanismos de desenfumagem ativa nas vias de evacuação verticais e horizontais, poderia comprometer o tecido histórico. No entanto, na área técnica e administrativa, a sua colocação poderá e deverá ser avaliada.

No que se refere aos meios de intervenção, verifica-se uma insuficiência na quantidade de agente extintor padrão nos pisos 0 e 2, quando aplicado o habitual critério de dimensionamento. Sugere-se a colocação de extintores no claustro gótico, bem como na sala de arquivo, localizada na ala Norte da igreja, por se tratar de um local de risco C. O edifício não dispõe de meios de segunda intervenção, decisão que se prenderá com o carácter intrusivo dos sistemas. Em alternativa aos *sprinklers*, a literatura tem afirmado a eficácia de sistemas autónomos ou portáteis de água nebulizada.

No decorrer da avaliação, constatou-se que o edifício não tem um posto de segurança estabelecido, sugerindo-se que se proceda à sua implementação e localização no compartimento onde se encontra a atual bilheteira, ou, no compartimento contíguo, deslocando as centrais de deteção de incêndio e corte geral de energia para este espaço (Figura 30). Deste modo, o edifício passará a dispor de um local onde se encontra centralizada toda a informação de segurança e os principais meios de receção e difusão de alarme, a acionar, em caso de emergência. A deslocação poderá condicionar a circulação e obrigar a uma reestruturação dos caminhos de evacuação.

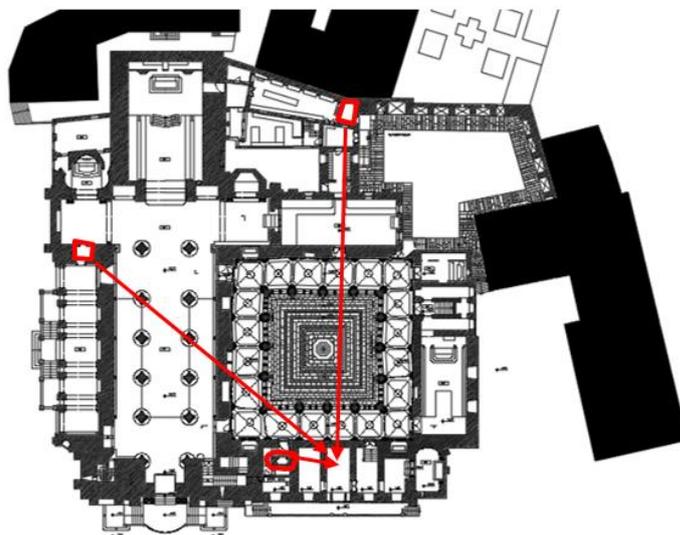


Figura 30 - Posto de Segurança

5.2 Medidas de Autoproteção

Os edifícios devem ser dotados de medidas de organização e gestão da segurança, designadas por medidas de autoproteção, adaptadas às circunstâncias reais de exploração e adequadas à sua categoria de risco, nos termos do RT-SCIE.

A Sé Catedral do Porto, edifício classificado como UT VI de 4ª categoria de risco, de acordo com o previsto no artigo 21.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, deve ser dotada das seguintes medidas de autoproteção: registos de segurança, plano de prevenção, plano de emergência interno, ações de sensibilização e formação em SCIE e simulacros. Nos termos do n.º 2 do artigo 198º do RT-SCIE, por se tratar de um imóvel de manifesto interesse histórico ou cultural, as medidas de autoproteção devem incluir os procedimentos de prevenção e de atuação.

Os edifícios, independentemente da UT e categoria de risco, devem ter um responsável pela segurança (RS) contra incêndio, que poderá ser o proprietário do edifício ou a entidade exploradora. A Direção Regional de Cultura do Norte é a entidade responsável pela gestão da segurança da Sé Catedral do Porto, em estreita colaboração a Diocese do Porto. O edifício não dispõe de medidas de autoproteção implementadas, pelo que o seu estabelecimento se reveste da maior importância, devendo ter como elementos constituintes, os documentos descritos *infra*.

Os registos de segurança são compostos por documentos diversos, que devem ser arquivados pelo período mínimo de 10 anos, em suporte de papel ou digital, com o objetivo de facilitar as auditorias. Os documentos devem incluir os relatórios de vistoria e de inspeção ou fiscalização, realizadas por entidades externas; informação sobre as anomalias observadas nas operações de verificação, conservação ou manutenção das instalações técnicas, dos sistemas e dos equipamentos de segurança; a relação de todas as ações de manutenção efetuadas em instalações técnicas, nos equipamentos e sistemas de segurança; uma descrição breve das modificações, alterações e trabalhos perigosos efetuados nos espaços; os relatórios de ocorrências, direta ou indiretamente relacionadas com a segurança contra incêndio; a cópia dos relatórios de intervenção dos bombeiros, em incêndios ou outras emergências e relatórios sucintos das ações de formação e dos simulacros.

Os procedimentos de prevenção constituem o conjunto de comportamentos de prevenção a adotar pelos ocupantes, destinados a garantir condições de segurança na exploração e utilização das instalações técnicas, equipamentos e sistemas. Devem incluir as instruções de funcionamento, os procedimentos de segurança, a descrição dos comandos e de eventuais alarmes.

O plano de prevenção deve ser constituído por informações relativas à identificação da utilização -tipo, designadamente a data da sua entrada em funcionamento, identificação do RS e identificação de eventuais delegados de segurança. Deve, ainda, incluir plantas, à escala de 1:100 ou 1:200 com a representação da classificação de risco e efetivo previsto para cada local, vias de evacuação horizontais e verticais e a localização de todos os dispositivos e equipamentos de segurança contra incêndio. O plano de prevenção deve ser atualizado sempre que ocorram alterações que o justifiquem e ser disponibilizado no posto de segurança.

O plano de emergência interno do edifício deve ser constituído por um conjunto de documentos que definam a organização a adotar em caso de emergência. Neste plano, importa indicar as entidades internas e externas a contactar em situação de emergência, estabelecer um plano de atuação que determine a forma como devem desencadear-se as operações de socorro, através da atribuição de responsabilidades a cada interveniente, apresentar um plano de evacuação que

contemple as instruções e procedimentos para uma evacuação, total ou parcial, dos espaços e incluir plantas de emergência, para cada piso da UT.

As ações de formação e sensibilização no domínio da segurança contra incêndio destinam-se a funcionários e colaboradores, a pessoas que exerçam atividades profissionais por períodos superiores a 30 dias por ano nos espaços afetos às UT e a todos os elementos com atribuições previstas nas atividades de autoproteção. O programa de formação deve ser estabelecido pelo RS e tem como objetivo capacitar os seus destinatários para uma atuação rápida, eficaz e segura, em caso de incêndio.

Os simulacros consistem em exercícios que têm como objetivo testar o plano de emergência interno e treinar os ocupantes, em particular as equipas responsáveis pela segurança do edifício, de modo a criar rotinas de comportamento e atuação, em caso de emergência. Na Sé Catedral do Porto, os simulacros deveriam realizar-se anualmente, de forma planeada, com a eventual colaboração e avaliação do corpo de bombeiros e proteção civil.

A Sé Catedral do Porto é um edifício com características construtivas e um valor histórico e patrimonial que exigem a implementação de medidas que assegurem a sua preservação, pese embora as suas particularidades inviabilizem a aplicação de um elevado número de medidas de segurança, estabelecidas pelo RT-SCIE, nos termos da sua redação atual. A minimização das insuficiências identificadas exige a apresentação de medidas diferenciadas, compensatórias, não prescritivas, que conciliem a segurança dos ocupantes e a preservação do património cultural.

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

O fogo, pela sua rapidez de propagação e pelas proporções devastadoras que pode atingir, causando a perda total ou quase total dos bens afetados, constitui uma das maiores ameaças para as pessoas e bens. A maioria dos incêndios pode ser evitada ou reduzida através de procedimentos que previnam situações de risco e da disponibilização de meios que possibilitem a deteção e o combate. Ao longo da história, há registo de incêndios, que pelas suas consequências devastadoras, assumiram um papel pedagógico, como fonte de reflexão e consciencialização para a problemática, estando na génese da criação e desenvolvimento de métodos e ferramentas na área da SCIE.

A revisão da literatura evidenciou a complexa relação do fogo com os edifícios históricos, permitindo compreender as vulnerabilidades e ameaças existentes, bem como as perspetivas e os desafios enfrentados pelos engenheiros, na conceção da SCI em estruturas patrimoniais. A abordagem convencional, predominante na maioria da regulamentação nacional e internacional, apresenta soluções que não se adequam às especificidades dos edifícios históricos, motivo pelo qual, cresce a convicção de que uma abordagem baseada no risco ou desempenho, possibilitará uma maior flexibilidade no processo de tomada de decisão, admitindo a definição de objetivos concordantes com as especificidades do edifício e o desenvolvimento de intervenções que respeitem e preservem a originalidade do tecido histórico. A avaliação crítica das condições e perigos de cada edifício, afigura-se como a ferramenta ideal para a construção do desenho de SCIE em edifícios históricos. Em cada estudo de caso, devem considerar-se as diferentes necessidades e constrangimentos, bem como os princípios básicos para a conservação da autenticidade do edifício, pesando os custos e benefícios e orientando a ação, com recurso a conhecimentos científicos atualizados, que permitam cumprir os objetivos definidos.

A análise aqui desenvolvida reveste-se de particular interesse, ao refletir sobre as características específicas do edifício, confrontando as condições atuais de segurança e as exigências regulamentares. Conclui-se que o edifício apresenta diversas não conformidades, de acordo com as exigências regulamentares atuais, podendo a elaboração desta ferramenta de síntese, impulsionar a implementação das medidas legalmente exigidas, num processo que atente à necessidade de conciliar os princípios de segurança e os princípios de conservação do património, recorrendo a soluções inovadoras, minimamente invasivas e sustentáveis.

Numa perspetiva futura, dever-se-á ponderar a elaboração de regulamentação específica para edifícios históricos, se possível, em colaboração com profissionais da área da conservação e restauro, cujo conhecimento permitirá o estabelecimento de exigências mais razoáveis e adaptadas ao património histórico.

7 BIBLIOGRAFIA

- Amaro, A. D. (2009). O Socorro Em Portugal. Organização, Formação E Cultura de Segurança Nos Corpos de Bombeiros, No Quadro Da Protecção Civil. (Tese de Doutoramento, Faculdade de Letras da Universidade do Porto). <https://repositorio.aberto.up.pt/bitstream/10216/23116/2/tesedoutantonioamaro000093106.pdf>
- Assembleia da República. (2001). “Lei nº 7/2001”. Diário da República n.º 209/2001, Série I-A de 2001-09-08, páginas 5808 –29. <https://data.dre.pt/eli/lei/107/2001/09/08/p/dre/pt/html>
- Bakas, I., Georgiadis-Filikas, K., & Kontoleon, K. J. (2020). Treasures gutted by fire. Fire safety design awareness as a consequence of historic building accidents and disasters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 410. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012113>
- Belo, A. (2000). A “Gazeta de Lisboa” e o terramoto de 1755: a margem do não escrito. *Análise Social*, 34 (151/152), 619-637. <https://www.jstor.org/stable/41011375>
- Borsay, P. (2002). A County in Transition: The Great Fire of Warwick, 1694. In *Provincial Towns in Early Modern England and Ireland: Change, Convergence, and Divergence*, 108, 151–70. <https://www.thebritishacademy.ac.uk/documents/3774/108p151.pdf>
- Botelho, M.L. (2006). A Sé do Porto no século XX. Lisboa, Portugal: Livros Horizonte.
- Caliendo, C., Ciambelli, P., Del Regno, R., Meo, M.G., Russo, P. (2020). Modelling and numerical simulation of pedestrian flow evacuation from a multi-storey historical building in the event of fire applying safety engineering tools. *Journal of Cultural Heritage*, 41, 188–199. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.06.010>
- Campos, A. T. (2012). Enquadramento Da Legislação de Segurança Contra Incêndios Em Edifícios Existentes No Porto. Estudo de Caso. Propostas alternativas para adaptação às exigências regulamentares. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68321/1/000154693.pdf>.
- Canter, H. V. (1932). Conflagrations in Ancient Rome. *The Classical Journal*, 27 (4), 270–288. <https://www.jstor.org/stable/3289801>
- Cao, Y., Luob, C., Liuc, Y., Tenga, S., Xina, G. (2021). Path intelligent optimization for dense crowd emergency evacuation in heritage buildings. *Journal of Cultural Heritage* 47, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.06.007>
- Carp, B.L. (2006). The Night the Yankees Burned Broadway: The New York City Fire of 1776. *Early American Studies*, 4(2), 471-511. <https://www.jstor.org/stable/23546431>
- Carvalho, G., Almeida, A., Campelo, J. (2007). *Vade-Mécum: Preservação do Património Histórico e Artístico das Igrejas*. Lisboa, Portugal: Conferência Episcopal Portuguesa: Instituto Português de Conservação e Restauro.

- Castillo, G.E., Zaforteza, I.P., Hospitaler, A. (2021). Analysis of the fire resistance of timber jack arch flooring systems used in historical buildings. *Engineering Structures*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112679>
- Catarino, Ó. F. (2017). Mudança de Paradigma Na Organização Da Proteção Civil Municipal: O Caso Dos Agrupamentos de Corpos de Bombeiros. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa). https://run.unl.pt/bitstream/10362/20440/1/Catarino_2017.pdf.
- Chang, WY., Tang, CH., Lin, CY., (2021). Estimation of Magnitude and Heat Release Rate of Fires Occurring in Historic Buildings-Taking Churches as an Example. *Sustainability*, 13. <https://doi.org/10.3390/su13169193>
- Coelho, A. L. (2000). Segurança Contra Risco de Incêndio em Áreas Urbanas Antigas: Princípios Gerais de Intervenção. In *Seminário: Riscos E Vulnerabilidades Em Centros Urbanos Antigos*. Évora.
- Costa, L.T. (2005). A Importância Da Conservação Dos Interiores Da Baixa Pombalina. In *Baixa Pombalina: Bases Para Uma Intervenção de Salvaguarda*, 53–67. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa – Pelouros do Licenciamento Urbanístico, Reabilitação Urbana, Planeamento Urbano, Planeamento Estratégico e Espaços Verdes. <http://patrimoniolx.tripod.com/baixapomb.pdf>.
- Devi, K. S. & Sharma, T. D. (2019). Innovations in conservation of heritage museums and libraries from fire hazards. *AIP Conference Proceedings*, 2158. <https://doi.org/10.1063/1.5127129>
- Huang, H., Li, L., Gu, Y. (2022). Assessing the accessibility to fire hazards in preserving historical towns: Case studies in suburban Shanghai, China. *Frontiers of Architectural Research*, 11 (4), 731-746. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2022.03.001>
- Iringová, A. & Robert Idunk, R. (2017). Assessment and usability of historic trusses interms of fire protection – a case study. *International Wood Products Journal*. 8 (2), 80-87. <https://doi.org/10.1080/20426445.2017.1315482>
- Jones, M. (2010). Two Fires and Two Landscapes – a Tale of Two Cities. *Fennia - International Journal of Geography* 188 (1), 123–36. <https://fennia.journal.fi/article/view/2547>.
- Lima, M.C. & Neto, M.J.B. (2017). Duas catástrofes históricas: o Grande Incêndio de Londres e o Terramoto de Lisboa de 1755 – efeitos no Património Artístico e atitudes de recuperação. *Conservar Património*, 25, 37-41. <https://doi.org/10.14568/cp2016047>
- Kincaid, S. (2018). The Upgrading of Fire Safety in Historic Buildings. *Historic Environment: Policy and Practice*, 9(1), 3–20. <https://doi.org/10.1080/17567505.2017.1399972>
- Kincaid, S. (2019). Emergency Planning for Fire in Historic Buildings. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 10 (1), 19-39, <https://doi.org/10.1080/17567505.2018.1531645>
- Kincaid, S. (2020). After the Fire: Reconstruction following Destructive Fires in Historic Buildings. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 11(1), 21-39, <https://doi.org/10.1080/17567505.2019.1681647>

- Kincaid, S. (2022). Fire prevention in historic buildings – approaches for safe practice. *The Historic Environment: Policy & Practice*, <https://doi.org/10.1080/17567505.2022.2098633>
- Li, J., Li, H., Zhou, B., Wang, X., & Zhang, H. (2020). Investigation and Statistical Analysis of Fire Loads of Historic Buildings in Beijing. *International Journal of Architectural Heritage*, 14(3), 471–482. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1550535>
- Martins, A. D. C. (2010). Plano de Emergência Interno de Uma Unidade Industrial de Grande Dimensão. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59778/1/000141455.pdf>.
- Moita, I. (1988). O Chiado Seu Contexto Urbanístico E Sociocultural. *Lisboa Revista Municipal* 25 (2): 3–65. http://hemerotecadigital.cm-lisboa.pt/OBRAS/LisboaRevM/N25/N25_master/N25.pdf.
- Naziris, I. A., Lagaros, N. D., & Papaioannou, K. (2016). Optimized fire protection of cultural heritage structures based on the analytic hierarchy process. *Journal of Building Engineering*, 8, 292–304. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2016.08.007>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Salazar, L.G.F., Romão, X., Esmeralda Paupério, E. (2021). Review of vulnerability indicators for fire risk assessment in cultural heritage. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102286>
- Salmi, H. (2017). Catastrophe, Emotions and Guilt – The Great Fire of Turku 1827. In *Catastrophe, Gender and Urban Experience, 1648–1920*, 27, 121–138. <https://research.utu.fi/converis/portal/detail/Publication/19261915>
- Tannous, W.K., (2019). The Fire of Notre Dame: Economic Lessons Learned. *Transactions on The Built Environment*, 190, 51-63. DOI:10.2495/DMAN190051
- Torero, J. L. (2019). Fire Safety of Historical Buildings: Principles and Methodological Approach. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(7), 926–940. <https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1612484>
- Venegas, D., Erazo, O., Farías, Ó., Ayabaca, C., Medina, A. (2021). Fires in World Heritage Buildings. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 1326, 433–447. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68080-0_32
- Vijay, P.V. & Gadde, K. T. (2021). Evaluation of Old and Historic Buildings Subjected to Fire. *J. Archit. Eng.*,27(2) <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000456>

- Pau, D., Duncan, C., Fleischmann, C. (2019). Performance-Based Fire Engineering Design of a Heritage Building: McDougall House Case. Study. *Safety*, 5 (3), 45; <https://doi.org/10.3390/safety5030045>
- Pauly, J. J. (1984). The Great Chicago Fire as a National Event. *American Quarterly*, 36 (5), 668–83. <https://www.jstor.org/stable/2712866>
- Petrini, F., Aguinagalde, A., Bontempi, F. (2022). Structural Fire Risk for Heritage Buildings by the Performance-Based Engineering Format. *International Journal of Architectural Heritage*. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2022249>
- Quapp, U., & Holschemacher, K. (2020). Heritage Protection Regulations in Germany and their Relations to Fire Safety Demands. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 753(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/4/042036>
- Raneri, S., Pancani, D., De Falco, A., Montevecchi, N., Gioncada, A. (2021). Material Characterisation for Preserving Cultural Heritage: Evidence of the 1595 Fire at Pisa Cathedral. *Studies in Conservation*. <https://doi.org/10.1080/00393630.2021.1898886>
- Ribeiro, T.M.O. (2019). Fundamentos Técnicos e Jurídico-Legais do Plano de Segurança Interno do Aquartelamento da Academia Militar da Amadora. (Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa). <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/31277>
- Romão, X., Bertolin, C. (2022). Risk protection for cultural heritage and historic centres: Current knowledge and further research needs. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 67. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102652>
- UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. Convenção para a Proteção do Património Mundial, Cultural e Natural. Paris, 1972. <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>
- Yan, L., Tang, X., Xu, Z., Xie, X. (2022). Fabrication of talc reinforced transparent fire-retardant coating towards excellent fire protection, antibacterial, mechanical and anti-ageing properties. *Polymer Degradation and Stability*, 203. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2022.110074>
- Zhou, B., Yoshioka, H., Noguchi, T., Wang, X., Lam, C.C. (2019). Experimental Study on Fire Performance of Weathered Cedar. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(8), 1195-1208. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1501115>

APÊNDICES

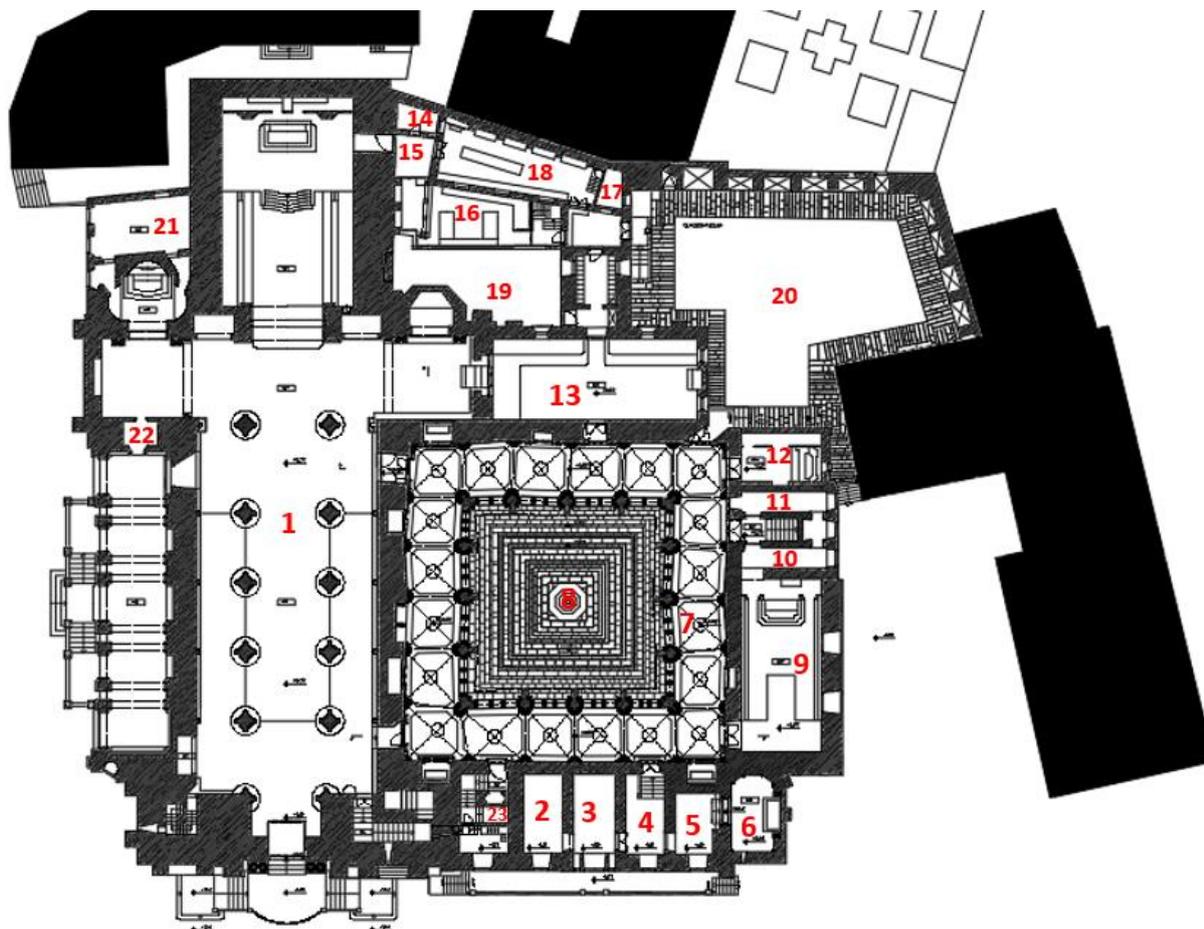
Apêndice 1 – Número de Saídas e Unidades de Passagem (UP)

Piso	Local		Efetivo	Número de Saídas		Número de UP		
				Existentes	Exigíveis	Existentes	Exigíveis	
0	Igreja	Capela-mor		81	4	3	12	7
			Lugares sentados	250				
		Nave da igreja	Lugares em pé	360				
	Casa do Cabido	1º Compartimento		5	1	1	2	1
		2º Compartimento		12	1	1	2	1
		3º Compartimento		4	1	1	2	1
		4º Compartimento		5	1	1	2	1
	Capela São João Evangelista			0	1	1	1	1
	Capela de São Vicente			78	1	2	3	2
	Sala da Sacristia			3	2	1	2	1
	Serviços Técnicos	Sala 1		3	1	1	2	1
		Sala 2		3	1	1	2	1
		Sala 3		-	1	1	1	1
		Sala de Arquivo		-	1	1	2	1
	Sala de arquivo			-	1	1	2	1
Sala (ala norte)			-	1	1	1	1	
1	Sala do Tesouro		11	1	1	1	1	
	Serviços administrativos	Sala de Reuniões		14	1	1	2	1
		Sala 1		1	1	1	1	1
		Sala 2		2	1	1	1	1
		Sala 3		6	1		1	
		Sala 4		2	1	1	1	1
Sala 5		2	1	1	1	1		
2	Sala do Cabido		19	2	1	2	1	
	Sala do Cartório		28	2	1	3	1	
Torre Norte			9	1	1	1	1	

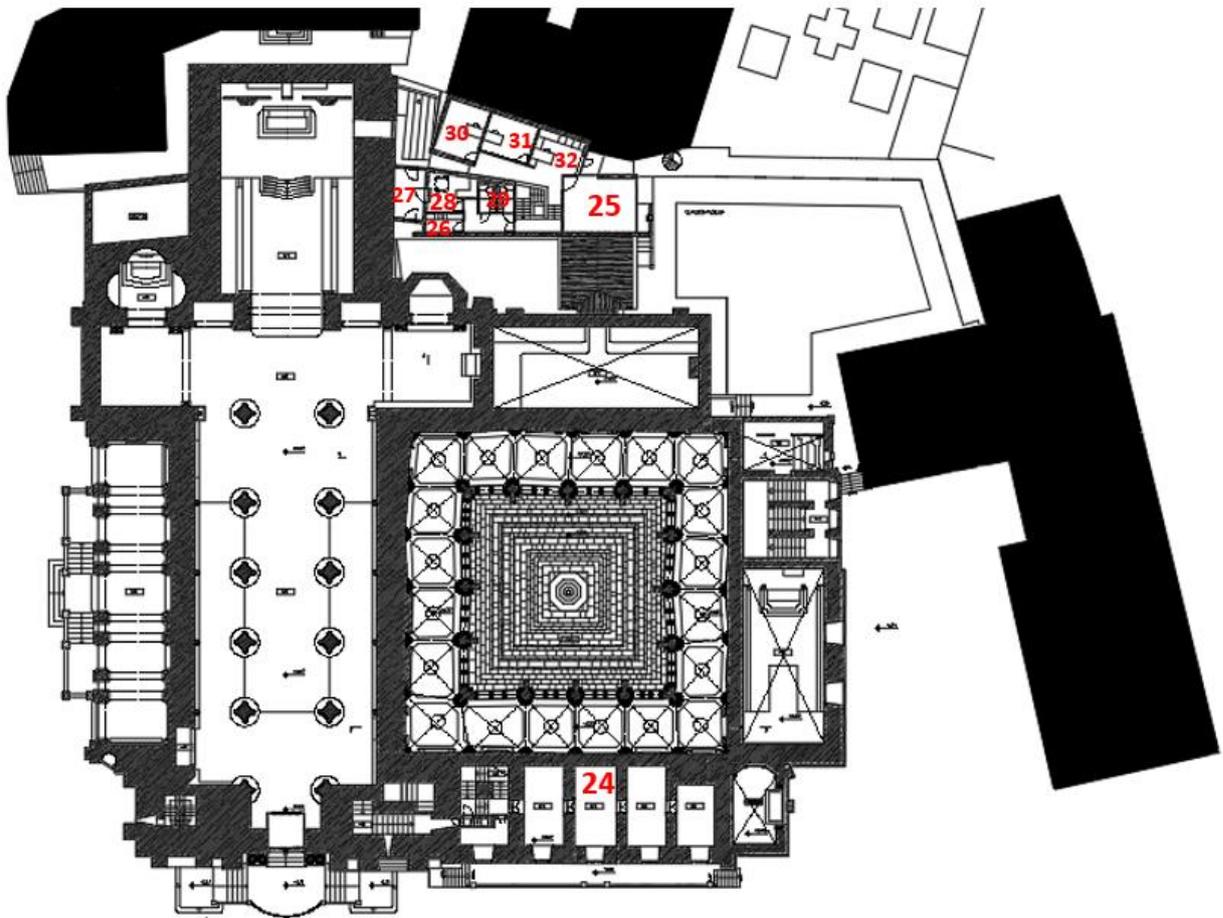
Apêndice 2 – Número e Tipo de Extintores

Piso	Local		Local de Risco	Número de extintores	Tipo de extintor	
0	Igreja	Capela-mor		-	-	
		Nave da igreja	Lugares sentados	B	-	-
			Lugares em pé		4	Água com aditivo (6l)
	Casa do Cabido	1º Compartimento		A	-	-
		2º Compartimento		A	1	CO ₂ (2 Kg)
		3º Compartimento		A	1	-
		4º Compartimento		A	-	-
	Capela São João Evangelista		A	-	-	
	Claustro Gótico		B	-	-	
	Capela de São Vicente		B	1	Água com aditivo (6l)	
	Arrumo 1		A	-	-	
	Arrumo 2		A	-	-	
	Capela S. Aurélio e S. Pacifico		A	-	-	
	Sala da Sacristia		A	1	Água com aditivo (6l)	
	Serviços Técnicos	Sala 1		A	-	-
		Sala 2		A	1	Água com aditivo (6l)
		Sala 3		A	1	CO ₂ (2 Kg) (entrada da sala)
Sala de Arquivo		C	1	Água com aditivo (6l)		
Sala de arquivo		C	-	-		
Sala (ala norte)		A	-	-		
1	Sala do Tesouro		A	2	Água com aditivo (6l)	
	Serviços administrativos	Sala de Reuniões		A	-	-
		Corredor 1		-	1	Água com aditivo (6l) VVE
		Sala 1		A	-	-
		Sala 2 (arrumo)		A	-	-
		Sala 3 (cozinha)		A	-	-
		Corredor 2		-	1	Água com aditivo (6l)
		Sala 4		A	-	-
Sala 5		A	-	-		
Sala 6		A	-	-		
2	Antecabido		-	1	Água com aditivo (6l)	
	Sala do Cabido		A	1	Água com aditivo (6l)	
	Sala do Cartório		A	-	-	
	Claustro Superior		-	-	-	

ANEXOS

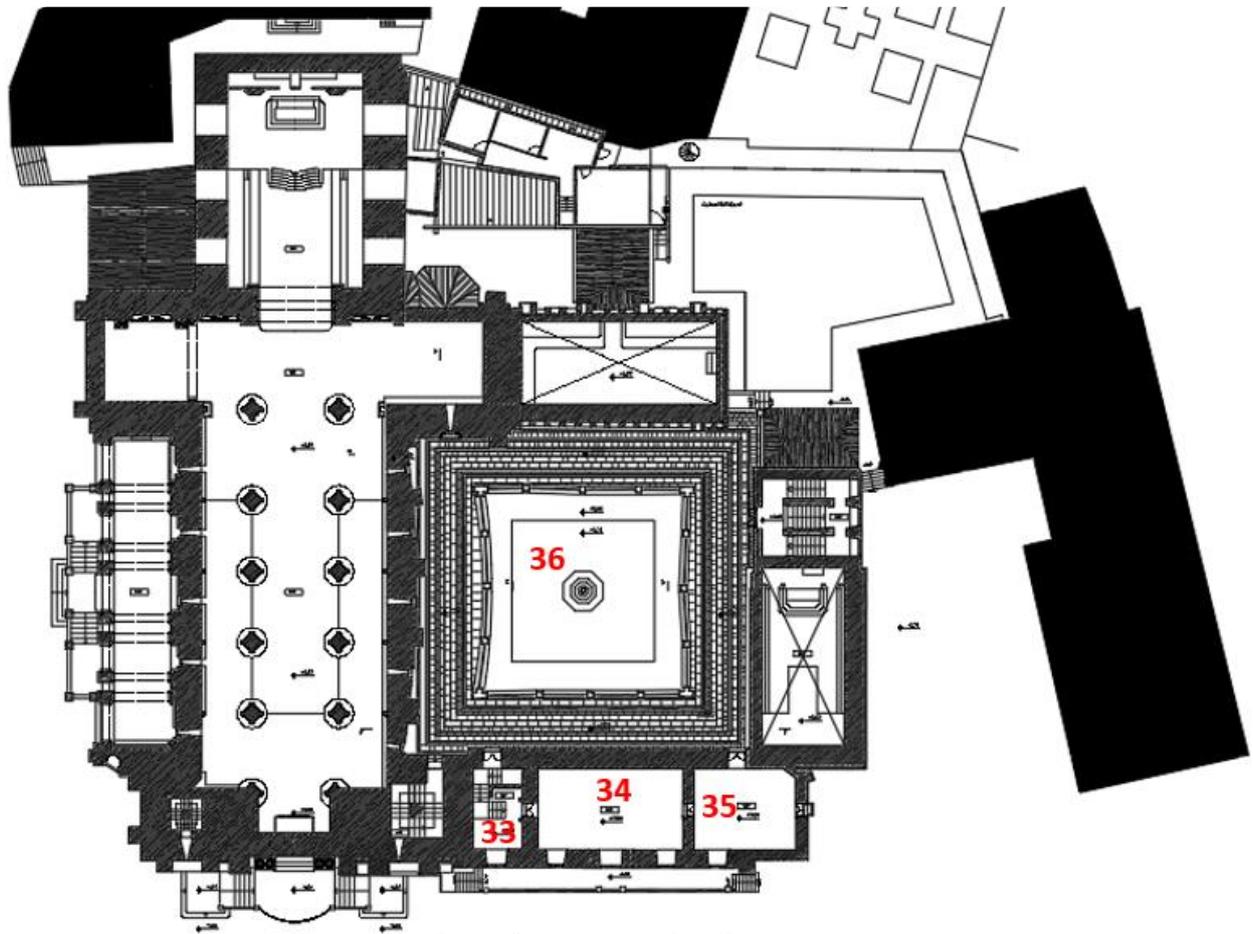


- FUNCIONALIDADE DOS ESPAÇOS**
- 1 - Igreja
 - 2 - 1º Compartimento
 - 3 - 2º Compartimento
 - 4 - 3º Compartimento
 - 5 - 4º Compartimento
 - 6 - Capela São João Evangelista
 - 7 - Claustro Gótico
 - 8 - Pátio (claustro)
 - 9 - Capela de São Vicente
 - 10 - Arrumo 1
 - 11 - Arrumo 2
 - 12 - Capela S. Aurélio e S. Pacífico
 - 13 - Sala da Sacristia
 - 14 - Instalações Sanitárias
 - 15 - Sala 1
 - 16 - Sala 2
 - 17 - Sala 3
 - 18 - Sala de Arquivo
 - 19 - Pátio (junto à sala da sacristia)
 - 20 - Claustravelha
 - 21 - Sala de arquivo
 - 22 - Sala (ala norte)
 - 23 - Sala de Corte de Energia



FUNCIONALIDADE DOS ESPAÇOS

- 24 - Sala do Tesouro (4 compartimentos)
- 25 - Sala de Reuniões
- 26 - Sala 1
- 27 - Sala 2
- 28 - Sala 3
- 29 - Instalações Sanitárias
- 30 - Sala 4
- 31 - Sala 5
- 32 - Sala 6



FUNCIONALIDADE DOS ESPAÇOS

- 33 - Antecabido
- 34 - Sala do Cabido
- 35 - Sala do Cartório
- 36 - Claustro Superior