

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE AO INCÊNDIO EM NÚCLEOS URBANOS ANTIGOS - OS CENTROS HISTÓRICOS BRASILEIROS E A METODOLOGIA ARICA SIMPLIFICADA

Julio Tozo Neto¹

Tiago Miguel Ferreira²

Marcelo Bevilacqua Remor³

Introdução

Os núcleos urbanos antigos são zonas especialmente vulneráveis a incêndios, seja por conta das características construtivas das edificações que os compõe, ou pelas características do próprio conjunto urbano em que estão inseridos (HIMOTO; TANAKA, 2008). Por outro lado, são áreas de imensurável valor cultural e histórico e que exigem um cuidado especial na sua conservação.

As regulamentações existentes no Brasil fornecem diretrizes para diminuir o risco de incêndio em edificações novas. No entanto, as regras e recomendações destas normativas muitas vezes possuem exigências incompatíveis com as edificações históricas por exigir mudanças construtivas ou estruturais, o que descaracterizaria o aspecto histórico da construção (POLLUM, 2016).

Buscando viabilizar uma análise de risco de incêndio que levasse em conta as características das edificações antigas, foram desenvolvidas metodologias específicas para o estudo de edificações antigas, sendo algumas das mais conhecidas o método Gretener; o método FRAME; o método FRIM e o método ARICA (COELHO, 2010). Mais recentemente, a metodologia ARICA Simplificada foi formulada buscando simplificar a análise à escala urbana (FERREIRA *et al*, 2016; GRANDA; FERREIRA, 2019).

Este capítulo busca investigar esses métodos, em especial a metodologia ARICA Simplificada, e a fiabilidade de sua adaptação para a realidade brasileira, visando fornecer ferramentas e informações para que as autoridades e órgãos competentes possam formular estratégias de mitigação de risco em zonas urbanas históricas.

Importância da preservação de centros históricos

A memória é a imagem viva de tempos passados ou presentes. Os elementos formadores do patrimônio cultural permitem que o passado interaja com o presente, transmitindo conhecimento e formando a identidade de um povo (GHIRARDELLO; SPISSO, 2008). Segundo o historiador francês Jacques Le Goff (2003), a memória estabelece um vínculo entre as gerações humanas e o período histórico que as acompanha. Neste sentido, a memória cultural pode ser formada por elementos materiais e imateriais.

¹ Departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Campus de Cascavel - PR. E-mail: juliotozo@fag.edu.br.

² Instituto de Ciência e Inovação para Bio-Sustentabilidade (IB-S), Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho - Campus de Azurém de Guimarães, Portugal. E-mail: tmferreira@civil.uminho.pt.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel - PR. Departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Campus Cascavel-PR. E-mail: remor_@hotmail.com.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura:

Entende-se por “patrimônio cultural imaterial” as práticas, representações, expressões, conhecimentos e competências – bem como os instrumentos, objetos, artefatos e espaços culturais que lhes estão associados – que as comunidades, grupos e, eventualmente, indivíduos reconhecem como parte do seu patrimônio cultural. Este patrimônio cultural imaterial, transmitido de geração em geração, é constantemente recriado pelas comunidades e grupos em função do meio em que vivem, da sua interação com a natureza e da sua história, e confere-lhes um sentido de identidade e de continuidade, promovendo, assim, o respeito pela diversidade cultural e a criatividade humana (UNESCO, 2014).

Neste sentido, os núcleos urbanos antigos desempenham um papel ambivalente, pois podem ser considerados tanto patrimônio material (com seus edifícios e construções), quanto imateriais, pois ajudam a manter pujantes as práticas culturais do local.

O patrimônio histórico edificado pode ser composto por edificações isoladas ou conjunto de edificações, que poderão ter tipologias distintas e não necessariamente antigas, mas que possuam peculiaridades culturais (GHIRARDELLO; SPISSO, 2008). A preservação é a manutenção de um bem no estado físico em que se encontra e a mitigação de sua degradação, visando prolongar e salvaguardar o patrimônio cultural. Garantindo assim a continuidade dos bens culturais, da memória coletiva e, conseqüentemente, da identidade cultural dos grupos sociais. A destruição dos bens herdados das gerações passadas acarreta no rompimento da corrente do conhecimento, levando-nos a repetir incessantemente experiências já vividas (GHIRARDELLO; SPISSO, 2008).

A memória da arquitetura urbana cumpre o papel de reproduzir as experiências construídas por uma sociedade, incluindo a sua visão do mundo, influências, cultura, economia, gestão de trabalho, desenvolvimento e outros fatores (SOUSA, 2019). As Pirâmides no Egito, o Coliseu em Roma, as ruínas Inca e Maia, nos permitem conhecer as características dessas sociedades. Ao contemplar o passado, é possível vislumbrar uma perspectiva que talvez nunca tenha sido observada. É a possibilidade de dar vozes àqueles que não a têm mais e a possibilidade de dar luz à caminhos antes escuros, sombreados pelo tempo e esquecimento (SOUSA, 2019). Os monumentos históricos representam as marcas da evolução de uma determinada sociedade ou indivíduos, que reflete sobre a mentalidade e potencialidade dessa sociedade que os produziu (LE GOFF, 2003). Neste sentido, faz-se necessário a criação e implantação de metodologias capazes de preservar os monumentos e centros históricos a fim de garantir a memória cultural para as futuras gerações.

Centros históricos brasileiros

Os centros históricos brasileiros, embora possuam características arquitetônicas e artísticas próprias, possuem grande influência da arquitetura portuguesa, assim como o método construtivo. Essas características podem ser observadas nos exemplos abaixo:

Fundada no final do século XVII a Cidade Histórica de Ouro Preto possui praças, prédios públicos, residências, fontes, pontes e igrejas que exibem a forma da arquitetura barroca. Ouro Preto abriga artistas excepcionais responsáveis por muitas das obras mais importantes do período barroco brasileiro, incluindo a Igreja de São Francisco de Assis, o Palácio dos Governadores, e a casa do Museu da Inconfidência. As igrejas barrocas carregam esculturas de Antônio Francisco Lisboa (Aleijadinho), o maior artista colonial do Brasil, e as pinturas no teto de Manuel da Costa Athaide. Embora a arquitetura,

as pinturas e as esculturas sejam baseadas em modelos subjacentes introduzidos pelos imigrantes portugueses, as obras diferem significativamente da arte europeia contemporânea. Entre as divergências estão a concepção espacial, o tratamento decorativo, em particular as esculturas de pedra esculpidas nas fachadas, diferenciadas por sua originalidade e design, e no uso combinado de dois materiais, gnaiss e pedrasabão. Em 5 de setembro de 1980, a cidade se tornou o primeiro patrimônio cultural do Brasil a entrar na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO. O isolamento da área durante boa parte dos séculos XIX e XX gerou estagnação econômica, promovendo a preservação das construções coloniais originais e do padrão urbano (UNESCO, 2019).

Olinda serviu desde os últimos anos do século XVI como um dos centros mais importantes da indústria da cana-de-açúcar. Durante aproximadamente dois séculos, foi o pilar da economia brasileira. Seu centro histórico é marcado por uma série de edifícios históricos. Reconstruído pelos portugueses depois de ser saqueado e queimado pelos holandeses, o tecido histórico existente de Olinda data em grande parte do século XVIII, embora incorpore alguns monumentos mais antigos, tal como a igreja de São João Batista dos Militares, do século XVI. Olinda tornou-se um núcleo arquitetônico e artístico notável. O centro histórico de Olinda contém uma série de edifícios excepcionais do ponto de vista da sua arquitetura, incluindo a Catedral Alto da Sé, a igreja de Nossa Senhora da Graça e exemplos de arquitetura civil datados dos séculos XVII a XIX. O equilíbrio harmonioso entre seus edifícios, jardins, conventos contribuem para o charme particular do Centro Histórico da cidade de Olinda. Em 1982 Olinda foi incluída na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO (UNESCO, 2019).

Salvador na Bahia (Capital do Brasil entre 1549-1763) é um exemplo da estrutura urbana renascentista adaptada a um local colonial. A cidade alta, de natureza defensiva, administrativa e residencial, perfila-se sobre a cidade baixa, onde as atividades comerciais giram em torno do porto. Salvador é um dos principais pontos de convergência das culturas indígenas, europeia e africanas dos séculos XVI a XVIII. Os principais bairros do centro histórico são Sé, Pelourinho, Misericórdia, São Bento, Taboão, Carmo e Santo Antônio, totalizando 78,28 ha. O Pelourinho se caracteriza por sua fidelidade ao plano do século XVI, a densidade de seus monumentos e a homogeneidade de sua construção. Além de grandes edifícios que datam dos séculos XVII e XVIII, como a Catedral Basílica de Salvador e as igrejas e conventos de São Francisco, São Domingos, Carmo e Santo Antônio, o Centro Histórico de Salvador mantém vários espaços públicos do século XVI, incluindo a Praça Municipal, o Largo Terreiro de Jesus e o Largo de São Francisco, além de palácios barrocos, entre eles o Palácio do Arcebispado, Palácio Saldanha e Palácio Ferrão. Por esses motivos, Salvador entra na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO em 1985 (UNESCO, 2019).

O Centro Histórico de São Luís do Maranhão é caracterizado por sua malha urbana de ruas alinhadas, edifícios residenciais altos, muitos com janelas altas e estreitas, e varandas com guardas de ferro forjado ou fundido. O centro histórico é um excelente exemplo de cidade colonial portuguesa adaptada às condições climáticas da América Equatorial, com arquitetura tradicional portuguesa adaptada para incorporar pilares elevados e varandas em madeira. A singularidade das técnicas de construção empregadas é expressa na elegância do tradicional azulejo português aplicados tanto como isolamento e decoração; no uso modulado de espaços ocupados e vazios; e no nítido contraste entre a densa

ornamentação das fachadas que se estendem sobre as ruas e varandas que se abrem de um lado para o outro em pátios interiores. O Centro Histórico de São Luís do Maranhão entrou na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO em 1997 (UNESCO, 2019).

Diamantina mostra como exploradores do território brasileiro, garimpeiros de diamante e representantes da Coroa, conseguiram adaptar modelos europeus ao contexto sul-americano no século XVIII, criando assim uma cultura fiel às suas raízes, mas completamente original. O grupo urbano e arquitetônico de Diamantina é um bom exemplo de espírito aventureiro combinado com uma busca por refinamento tão típico da natureza humana. A arquitetura barroca sobre madeira se distingue por sua geometria e detalhes indicando transferência em uma escala modesta das características arquitetônicas portuguesas. As igrejas têm cores e texturas semelhantes às construções civis, e a maioria tem apenas uma torre. As casas geminadas do século XVIII e XIX, regularmente alinhadas, com um ou dois andares, são pintadas em cores vivas em um fundo branco e contrastam com o pavimento de laje cinza das ruas. Em 1999 Diamantina entrou na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO (UNESCO, 2019).

Além dos centros históricos na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO, o Brasil ainda possui outros locais que merecem atenção como é o caso do Centro Histórico do Rio de Janeiro e São Paulo. O centro histórico do Rio de Janeiro possui prédios importantes como a Biblioteca Nacional, Teatro Municipal, Museu Nacional e Belas Artes, Paço Imperial, entre outros. O centro histórico de São Paulo conta com inúmeras edificações de importância arquitetônica como o Museu Anchieta (1554), Palácio dos Correios, Palácio das Indústrias, Catedral Metropolitana de São Paulo, entre outros.

Principais riscos ao patrimônio Histórico

O patrimônio histórico é importante para a identidade nacional e da comunidade, para a economia, e para a coesão social. Fica sob a responsabilidade do Estado a preservação os bens inscritos como Patrimônio Mundial para as gerações futuras. Portanto, os gestores desses bens são responsáveis por proteger o seu valor universal excepcional (UNESCO, 2015). Os desastres efetivamente acontecem e, por isso, é melhor que se esteja preparado para gerenciar esses eventos inevitáveis. Os desastres podem ter graves consequências financeiras: é muito mais rentável investir em planejamento preventivo de gestão de riscos antes de um desastre do que gastar grandes somas na recuperação e na reabilitação pós-desastre (UNESCO, 2015). Reduzir o risco é a abordagem de gestão mais eficaz. A Tabela 1 expõem os riscos mais comuns que podem levar a um desastre.

Outro fator que auxilia a degradação de centros históricos é a corrosão atmosférica (VIDAL; VICENTE; MENDES SILVA, 2019). Os últimos dois séculos testemunharam a degradação do patrimônio construído, não apenas como consequência do clima natural e do envelhecimento, mas também como resultado de uma indústria crescente, que compromete a qualidade do ar e as condições ambientais globais (GHEDINI et al., 2011). O Conselho Europeu declarou a vulnerabilidade do patrimônio cultural às mudanças climáticas, destacando os impactos do clima e da poluição agindo em conjunto, causando aumento do pH na precipitação e mudanças na deposição de poluentes, que levam a efeitos como recessão de pedras, escurecimento de materiais, corrosão de metais e biocolonização (SABBIONI et al., 2008).

Tabela 1. Relações entre riscos naturais e perigos antrópicos.

Classe de risco	Naturais	Antrópicos	Indiretos/Secundários
Meteorológicos	Furacão Raio Precipitação intensa	Mudanças Climáticas	Inundações Incêndio Movimentos de massas
Hidrológicos (causados por chuva forte)	Inundação ou enxurrada Deslizamento de terra Represamento de rio por gelo <i>Tsunami</i>	Deficiência da infraestrutura hidrológica Deficiência da defesa costeira (quebra-mar)	Epidemia de doenças Poluição
Vulcânicos	Fluxos de lava Quedas de cinzas e blocos sólidos Gases	Causado pela mineração (ex.: vulcão de lama)	Deslocamento de lama vulcânica Deslizamentos de terra <i>Tsunami</i> Incêndios
Sísmicos	Falhas ou fraturas Abalo sísmico Deformação permanente Movimento induzido	Movimentos de massas causados por danos a represas ou reservatórios Explosão nuclear ou causada por mineração	Movimentos de massa Incêndio Inundações

Fonte: UNESCO, 2015

Incêndio em centros urbanos históricos

A maioria das classes de risco aos patrimônios históricos da humanidade (Tabela 1) apresenta como impacto direto ou secundário o incêndio. Neste sentido, se focarmos em centros históricos urbanos, percebe-se que esse é um fator fundamental para a preservação desses sítios.

Inúmeros casos de incêndios em centros urbanos históricos foram registrados ao longo da história. Pode-se iniciar com o grande incêndio no centro de Londres (Inglaterra) em 1666. Este evento destruiu 13.200 casas, 88 igrejas, incluindo a Catedral de St. Paul e 44 prédios públicos. Os registros da época computaram um total de 100 mil desabrigados e nove óbitos. Outro evento é o incêndio na cidade de Edimburgo na Escócia em 1824. O incêndio começou na oficina de gravuras de James Kirkwood, no segundo andar do Old Assembly Close, um beco estreito ao lado da High Street. Estima-se que 400 casas foram destruídas, com 500 famílias desabrigadas. Treze vidas foram perdidas, incluindo a de dois bombeiros e muitas pessoas ficaram feridas. Entre as casas históricas destruídas incluíam a de Robert Dundas e George Heriot. O incêndio em Chicago (Estados Unidos da América) em 1871 causou a morte a de 300 pessoas e 90.000 desabrigados, além de centenas de milhões de prejuízos. Em Portugal, a referência foi o incêndio do Chiado (1988) registaram-se 2 mortos e 73 feridos, dos quais 60 eram bombeiros, além dos prejuízos materiais avultados.

Atualmente, podemos citar o incêndio no Museu Nacional (Rio de Janeiro, Brasil) em 2018. O incêndio destruindo quase a totalidade do acervo histórico e científico acumulado ao longo de duzentos anos, e que abrangia cerca de vinte milhões de itens catalogados. Além do seu rico acervo, também o edifício histórico que abrigava o Museu, antiga residência oficial dos Imperadores do Brasil, foi extremamente danificado com rachaduras, desabamento de sua cobertura, além da queda de lajes internas. Estima-se que a reconstrução do Museu Nacional custará até 100 milhões de reais.

Outro caso emblemático é o incêndio na Catedral de Notre-Dame (Paris, França) em 2019. O incêndio iniciou-se no telhado do edifício, e causou danos consideráveis. A agulha da catedral e o telhado colapsaram. O interior e alguns dos artefatos que albergava foram gravemente danificados (FERREIRA, 2019).

Principais causas de incêndio em centros urbanos históricos

Atualmente iniciou-se um esforço afim de quantificar o risco de incêndio em centros históricos urbanos. Estes estudos têm por objetivo retratar as condições de segurança dos edifícios. Em caso de incêndio nos centros históricos urbanos, a finalidade é preservar as vidas humanas e o património edificado. Com base nesses estudos consegue-se elaborar um conjunto de medidas de prevenção e combate que permitam a melhoria das condições de segurança contra incêndios (VICENTE et al., 2010). Os protocolos priorizam quatro objetivos gerais, nomeadamente: a) reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios; b) limitar o desenvolvimento de incêndios e mitigar os efeitos; c) facilitar a evacuação e salvamento dos ocupantes dos edifícios; e d) permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de emergência (VICENTE et al., 2010).

O incêndio inicia-se na concomitância de três fatores: o combustível, o comburente e a fonte de ignição. O combustível pode ser constituído por material no estado sólido, líquido ou gasoso, os mais comumente encontrados são: o gás, os combustíveis fósseis, a madeira, entre outros. O comburente, geralmente o oxigénio, cria condição necessária para dar início ao incêndio na presença do terceiro fator, a fonte de ignição (VICENTE et al., 2010). Na Tabela 2 estão mencionadas algumas fontes de ignição.

Tabela 2. Origens da ignição.

Origem da ignição	Causas
Térmica	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos e materiais que apresentam chama nua, tais como fósforos, isqueiros, fogões e aparelhos de iluminação ou aquecimento não eléctricos; • Associado ao ato de fumar; • Instalações ou equipamentos produtores de calor como fornos ou caldeiras; • Trabalhos a quente ou com chama viva como soldadura e moldagem a quente; • Fenómenos naturais nomeadamente radiação e condições térmicas ambientais.
Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Descargas de equipamentos eléctricos durante a manobra tais como interruptores, contadores, disjuntores e motores; • Sobreaquecimentos, descarga ou curto-circuito de instalações eléctricas devido a mal dimensionamento ou falta de protecção; • Equipamentos eléctricos defeituosos e mal utilizados; • Fenómenos naturais nomeadamente as descargas eléctricas atmosféricas decorrentes de trovoadas.
Química	<ul style="list-style-type: none"> • Reação química exotérmica, com principal incidência em locais mal ventilados; • Reação de substâncias auto-oxidantes.
Mecânica	<ul style="list-style-type: none"> • Chispas provocadas por ferramentas; • Sobreaquecimento devido a fricção mecânica.

Fonte: Vicente et al., 2010

A maioria das causas de incêndio resulta da atividade humana, sendo poucos os casos de origem natural. Os eventos com causas naturais são restritos aos incêndios provocados por descargas eléctricas atmosféricas. Os demais incêndios têm origem na atividade humana, que está ligado ao tipo de utilização dos edifícios. Entre as causas humanas de incêndio destacam-se a negligência, o desconhecimento ou a origem

criminoso (CASTRO; ABRANTES, 2009). Vários fatores foram identificados como potenciais contribuintes para o aumento do risco de incêndio em centros históricos urbanos: materiais combustíveis presentes em prédios históricos, alta densidade de prédios em centros históricos urbanos, ruas estreitas e obstruídas, compartilhamento de paredes entre prédios adjacentes, adaptação inadequada dos prédios para fins não residenciais, a proliferação de edifícios desocupados ou abandonados frequentemente armazena grandes quantidades de materiais combustíveis e, principalmente, a existência de instalações elétricas antigas com falta de manutenção, que é uma das principais causas de risco de incêndio do antigo prédio (FERNANDES, 2006).

Índices de risco de incêndio

Os métodos de avaliação de risco de incêndio podem ser enquadrados em três diferentes técnicas de abordagem: qualitativa, quantitativa e semiquantitativa. Dentre elas, há um nível matemático diferenciado, devendo ser escolhida aquela que melhor atender os objetivos e o grau de exigência esperado. As metodologias de avaliação disponíveis foram desenvolvidas para um único edifício e de construção recente, sendo assim, são inadequadas para aplicação em agregados de edifícios antigos (FERREIRA et al., 2016). Entretanto, quatro metodologias existentes devem ser listadas por se aproximar da realidade dos centros históricos urbanos: o método Gretener; o método FRAME; o método FRIM e o método ARICA (COELHO, 2010). Todas as metodologias referidas têm sua escala de aplicabilidade como denominador comum, direcionado a edifícios únicos ou, no máximo, à avaliação agregada de edifícios. No entanto, o método ARICA é mais flexível na formulação metodológica, permitindo modificações para avaliação de edifícios antigos ou recentes (Ferreira et al., 2016). No Brasil, a NBR 14432 (ABNT, 2001) admite a utilização de métodos internacionais reconhecidos, desde que, adotadas as devidas considerações para adaptar o procedimento à realidade brasileira. Para a NBR 14432 (ABNT, 2001, p. 4).

5.5 Admite-se a utilização de métodos tendo por base a contraposição de medidas de proteção contra incêndio para a determinação dos tempos requeridos de resistência ao fogo dos elementos construtivos. Estes tempos podem variar em função da quantificação do risco e da adoção de medidas complementares de proteção ativa e de proteção passiva. Em particular, entre esses métodos, pode ser adotado o método de Gretener ou seus sucedâneos.

O método de Gretener foi publicado em 1965, pelo engenheiro Suíço Max Gretener. Tem como objetivo quantificar o risco e a segurança contra incêndio, segundo os critérios de avaliação estipulados. Assim, como a maioria dos métodos de avaliação de riscos, foi concebido visando o interesse de empresas seguradoras. Em 1968, o método foi incorporado aos protocolos do Corpo de Bombeiros Suíço para avaliar as medidas de proteção contra incêndio das edificações (MUCULO, 2013). Já em 1984, foi realizada uma atualização por especialistas da SIA (*Société Suisse des Ingénieurset des Architectes*), resultando no protocolo SIA-81 "Método de avaliação de risco de incêndio" (SIA, 2004). O método de Gretener serviu de base para métodos como o FRAME, e normas em diversas partes do mundo. Em 1987, por exemplo, foi referência para as normas austríacas TRVB A-100 e TRVB A-126. A Nova Zelândia utiliza-se dos valores de carga de incêndio estabelecidas pelo método.

O Método de Gretener é definido como fórmulas matemáticas utilizadas simultaneamente com tabelas de dados, desenvolvidas com fundamentação estatística

(LOPES, 2008). O nível de segurança é medido pela determinação do coeficiente de segurança contra incêndio (γ) em cada compartimento da edificação. A resposta será satisfatória se todos γ forem maiores ou iguais a um. Por meio da aplicação do método Gretener é possível identificar quais medidas devem ser seguidas para garantir a segurança do edifício. Dessa forma, pode ser aplicado tanto em edificações que estão sendo projetadas como para averiguar a segurança em já existentes. O Método de Gretener considera que algumas regras gerais de segurança estão implicitamente sendo atendidas. São elas: as distâncias de segurança entre edifícios vizinhos, saídas de evacuação, iluminação e sinalização de emergência, assim como instalações técnicas de acordo com as normas.

O método Fire Risk Assessment Method for Engineering (FRAME) foi elaborado a partir do método de Gretener e de outros métodos de avaliação de risco de incêndio. Entretanto, o método é focado em salvaguardar a vida humana. O método FRAME avalia concomitantemente o risco de incêndio, os bens patrimoniais ou a interrupção das atividades no edifício. Neste sentido, preserva a segurança material e pessoal, sendo possível a aplicação em edifícios novos ou já existentes. O método FRAME defende a coerência entre as causas de perigo e as medidas de proteção contra incêndio, existentes num edifício.

Segundo Muculo (2013), no método FRAME calcula-se os índices de risco de forma separada para os edifícios, as pessoas e as atividades desenvolvidas. Neste sentido, obtêm-se:

- O risco potencial de incêndio: associado à densidade da carga de incêndio, ao fator de disseminação, ao compartimento, à altura do edifício, ao estado de conservação do edifício e à acessibilidade do mesmo;
- O risco aceitável: refere-se ao fator de ativação, às condições de abandono do edifício e ao conteúdo existente no edifício;
- O grau de proteção do edifício: está ligado à disponibilidade de recursos de água, à qualidade dos meios de proteção contra incêndio, aos fatores de resistência ao fogo dos elementos construtivos, e à proteção de pontos estratégicos para a produção do início de incêndio.

Na aplicação do método FRAME são realizados cálculos sucessivos para avaliar as melhores medidas de segurança contra incêndio a implementar. Neste sentido, a aplicação do método é demorada e exige atenção na introdução dos dados, visto que são bastante específicos.

O Fire Risk Index Method (FRIM) foi desenvolvido por 20 especialistas de quatro países, Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia. A equipe multidisciplinar foi composta com profissionais das áreas de consultoria de construção, bombeiros, testes de materiais, pesquisa e seguros. A atribuição dos pesos individuais foi baseada no conhecimento e na experiência do especialista. (GUÓNADÓTTIR, 2012).

A estrutura hierárquica do método FRIM inicia-se no nível superior com a política. A política é subdividida em dois objetivos de proteção: a) segurança dos usuários; b) proteção do edifício e do meio ambiente. O terceiro nível contém as estratégias de segurança para atender os objetivos. As estratégias são as medidas para a prevenção de incêndio, atribuídas para a subdivisão dos compartimentos e uso do edifício. Como exemplo podemos citar a detecção e combate a incêndio precoces, contenção estrutural do fogo, garantia de resgate, etc. A partir disso, estabeleceu-se os parâmetros de proteção contra incêndio, entre eles, sistemas de alarme de incêndio, sistemas de aspersão, portas corta-fogo, etc. Para garantir que os parâmetros sejam mensuráveis de maneira apropriada, eles foram divididos em subparâmetros e itens de pesquisa.

O método FRIM pode ser usado para avaliação de risco de segurança contra incêndio de edifícios residenciais de múltiplos andares. Entretanto, a avaliação comparativa do edifício só pode ser realizada com edifícios similares. O método FRIM não substitui o planejamento de medidas de proteção contra incêndio. Deve-se

ressaltar que o método também foi validado apenas para edifícios cujos conceitos de proteção contra incêndio correspondiam aos requisitos gerais da norma.

O método ARICA (Análise do Riscos de Incêndio em Centros Urbanos Antigos) foi desenvolvido com o objetivo de quantificar o risco de incêndio em centros históricos urbanos. Entretanto, pode ser utilizado na avaliação dos edifícios novos. A metodologia foi concebida com as premissas de garantir que os edifícios situados nos centros históricos urbanos não possuam grau de risco superior ao dos mais recentes, por duas razões: a) as pessoas residentes nesses centros não podem estar sujeitas a um nível de risco superior ao das pessoas que residem fora desses locais; b) o valor patrimonial, cultural e histórico que estes edifícios representam.

O método ARICA baseia-se na comparação das condições do edifício, com as condições prescritas na norma de segurança contra incêndio aplicada a edifícios novos. O valor neutro da metodologia corresponde à unidade. Caso a comparação exceda a unidade, significa que medidas de mitigação ao risco de incêndio devem ser adotadas. Caso contrário, quando inferior à unidade, o edifício está de acordo com a regulamentação em vigor, representando baixo risco de incêndio (FERNANDES, 2006).

Análise do Riscos de Incêndio em Centros urbanos Antigos: A metodologia ARICA Simplificada

As metodologias descritas na seção anterior avaliam edifícios isolados, sendo a escala de operacionalidade restrita. Entretanto, na avaliação do risco de incêndio em centros históricos urbanos, é impensável a avaliação detalhada de todos os edifícios, não só devido à escala de operacionalidade mas também devido a questões técnicas, como por exemplo o acesso ao interior, os levantamentos geométricos rigorosos, sem deixar de se aludir a questão do tempo previsto para o projeto (VICENTE et al., 2010).

A necessidade de metodologias mais flexíveis, baseadas em critérios qualitativos em detrimento dos quantitativos, conduziu ao desenvolvimento de uma metodologia simplificada baseada na metodologia ARICA, com aplicabilidade adequada à escala urbana. Para esta metodologia recorrendo-se apenas a fichas de inspeção, associada a uma base de dados, onde são tratados os dados e calculado o valor do índice de vulnerabilidade ao risco de incêndio.

A metodologia ARICA Simplificada simplificou-se o procedimento com o objetivo de abreviar a sua aplicação. A metodologia ARICA original torna a avaliação ao risco de incêndio morosa e condicionada. Os principais condicionamentos prendiam-se com a necessidade de se obter as plantas detalhadas dos edifícios em avaliação, que tornava todo o processo de avaliação muito mais onerosa e demorada, sem produzir melhoria significativa na avaliação (VICENTE et al., 2010).

A metodologia desenvolvida assenta, tal como a metodologia ARICA, em dois tipos de fatores: os fatores globais de risco (A, B e C) e o fator global de eficácia (D). Estes fatores contemplam a generalidade dos aspectos relacionados com a segurança contra incêndio, desde o início do incêndio até ao seu combate, sendo que cada um deles desdobra-se em vários fatores parciais, identificados Tabela 3.

Tabela 3. Fatores globais, subfatores e definição de fatores parciais metodologia ARICA.

Fatores globais	Subfatores	Fatores parciais, PF _{ij}
Fator de risco global, FGR	Ignição de incêndio, SF _i	Estado de conservação do edifício (A1)
		Instalações elétricas (A2)
		Instalações de gás (A3)
Natureza da carga de incêndio (A4)		
Fator de risco global, FGR	Propagação de fogo, SF _p	Distância entre aberturas alinhadas (B1)
		Equipes de segurança e proteção (B2)
		Deteção, alerta e alarme de incêndio (B3)
		Compartimento de fogo (B4)
		Cargas de incêndio (B5)
Fator de eficiência global, FGE	Combate a incêndio, SF _c	Vias de evacuação e fuga (C1)
		Propriedades do edifício (C2)
		Fatores de correção da evacuação (C3)
Fator de eficiência global, FGE	Combate a incêndio, SF _c	Construindo fatores externos de combate a incêndio (D1)
		Construindo fatores internos de combate a incêndio (D2)
		Equipes de segurança (D3)

Fonte: Vicente et al., 2010

Os valores atribuídos a cada fator parcial dependem das condições que se encontram-se os edifícios. Os valores dos fatores parciais têm diferentes origens, sendo em alguns casos originários de expressões desenvolvidas para o efeito, enquanto os restantes encontram-se tabelados. Segundo, Fernandes (2006) os valores tabelados são dados ainda como indicativos visto que recorreram à experiência e à sensibilidade existente, uma vez que não se possui uma base de dados de incêndios ou informação bem sistematizada sobre materiais e as suas características de combustibilidade, já tratada que possa suportar com maior rigor esses valores.

O valor do subfator Ignição de incêndio (SF_i) é obtido a partir da média aritmética de quatro fatores parciais (Estado de conservação da construção, Instalações elétricas, Instalações de gás, Natureza das cargas de Incêndio).

Na avaliação do estado de conservação da construção só interessam os fatores que podem contribuir ativamente para a deflagração do incêndio, independentemente da natureza dos materiais de construção. A avaliação deste parâmetro deve ser realizada pela média de quatro avaliações previamente formatadas na ficha de inspeção utilizada em campo. Os fatores são: avaliação do estado de conservação da fachada; dos diafragmas horizontais (pavimentos); a estrutura da cobertura; e do edifício. A partir da avaliação determina-se a média aritmética, sendo que o valor a atribuir ao parâmetro do estado de conservação da construção categorizado de acordo com as condições apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Fatores parciais do estado de conservação da construção.

Condição	Valor do fator parcial da avaliação
$M \leq 2$	1.20
$2 < M \leq 3$	1.10
$M > 3$	1.00

A avaliação deste fator parcial contempla três classificações, sendo o limite inferior correspondente a 1.00, considerando um edifício em bom estado de conservação, enquanto o oposto, tem uma quantificação de 1.20 correspondente ao limite superior.

O valor do fator parciais relativo às instalações eléctricas varia de acordo com o estado em que se encontram, existindo apenas três graus de avaliação possíveis. Instalações totalmente remodeladas, onde estas apresentam proteção dos diversos circuitos, uso de contadores e disjuntores recentes, e que foram executadas por técnicos especializados. Instalações parcialmente remodeladas, entretanto, ainda são visíveis vários circuitos originais. Por fim, tem-se as instalações não remodeladas, sendo aquelas que ainda apresentam os circuitos originais, com proteção deficiente e ausência de disjuntores. Os fatores parciais de avaliação encontram-se expostos na Tabela 5.

Tabela 5. Fatores parciais do estado das instalações eléctricas.

Condição da instalação	Valor do fator parcial de avaliação
Remodeladas	1.00
Parcialmente remodeladas	1.25
Não remodeladas	1.50

Com relação as instalações de gás, a avaliação é realizada tendo em conta o tipo de abastecimento, o local de armazenamento e as condições de ventilação. Os fatores parciais de avaliação encontram-se expostos na Tabela 6.

Tabela 6. Fatores parciais do tipo de abastecimento de gás.

Tipo de abastecimento	Valor do fator parcial de avaliação	
Canalizado	1.00	
Reservatório	1.10	
Instaladas no exterior	1.20	
Botijão	Local ventilado	1.50
	Instaladas no interior	Local não ventilado

Na metodologia simplificada não se faz a distinção entre edifícios correntes e edifícios industriais e/ou de armazenamento como é feito na metodologia ARICA original. A determinação fator parcial da natureza da carga de incêndio depende do produto entre o coeficiente de combustibilidade (C_i) e o coeficiente de ativação (R_{ai}) do material armazenado em maior quantidade e com um risco considerável. O coeficiente de combustibilidade avalia a inflamabilidade e a velocidade de combustão dos materiais combustíveis, em termos de um coeficiente adimensional. O coeficiente de ativação, quantifica a probabilidade de ocorrência de incêndio com base na susceptibilidade de desencadear um processo de combustão. Na Tabela 7 estão expressos os fatores da natureza da carga de incêndio.

Tabela 7. Fatores parciais da natureza da carga de incêndio.

			Coeficiente de ativação		
			Baixo	Médio	Alto
Coeficiente de combustibilidade	Baixo	1.00	1.00	1.50	3.00
	Médio	1.30	1.30	1.95	3.90
	Alto	1.60	1.60	2.40	4.80

O fator parcial afastamento entre vãos sobrepostos advém do perigo de propagação do incêndio pelo exterior. Os vãos situados no mesmo alinhamento, podem potencializar a propagação do incêndio entre pisos, em função da distância existente entre os dois ou mais vãos sobrepostos. Considera-se que o afastamento de referência é o regulamentar, 1.10m, (sendo classificado como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Fatores parciais do afastamento entre vãos sobrepostos.

Número de vãos com afastamento inferior a 1.10m	Valor do fator parcial de avaliação
0	1.00
1	1.25
≥2	1.50

A existência de equipamentos de segurança pode contribuir significativamente para a minimização do desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício. O Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios (Portaria n.º 1532/2008) estabelece que os edifícios de utilização tipo I (edifícios habitacionais), de categoria de risco três ou quatro, devem apresentar um responsável pela segurança, apenas para os espaços comuns, sendo que as restantes categorias de risco estão isentas. O fator parcial relativo aos equipamentos de segurança encontra-se identificado na Tabela 9.

Tabela 9. Fatores parciais relativo às equipas de segurança.

Exigências Regulamentares	Equipamento de segurança	Valor do fator parcial de avaliação
Não Exige	Existem	0.50
Exige	Existem	1.00
	Não existem	2.00

No caso das Utilizações Tipo I, que correspondem aos edifícios habitacionais de 2.ª a 3ª categoria de risco, a metodologia ARICA original não atribui qualquer valor para o fator parcial relativo às equipas de segurança. No entanto, seguindo um dos princípios da metodologia “quando para um determinado edifício seja possível efetuar uma comparação entre as medidas de segurança existentes e as exigidas pelo Regulamento e estes parâmetros sejam coincidentes, então o fator parcial em análise tem o valor de 1.00”, levando a decidir que nestas Utilizações Tipo o valor a atribuir ao fator parcial corresponde a 1.00, visto que está em consonância com a regulamentação em vigor.

Os sistemas de detecção, alerta e alarme de incêndio têm uma influência decisiva no desenvolvimento e propagação do incêndio. Este tipo de equipamentos permite intervir ainda no início do incêndio, atenuando o seu desenvolvimento e reduzindo o risco de generalização.

O regulamento técnico de segurança contra incêndio (portaria 1532/2008) estabelece duas componentes para o sistema de alarme ao incêndio: os detectores automáticos e de acionamento manual de alarme. No caso destas últimas, estas têm uma eficácia muito inferior ao equipamento do primeiro caso, uma vez que o acionamento é manual e realizado pelos ocupantes do edifício ou terceiros. Os valores a atribuir ao fator parcial relativo à detecção, alerta e alarme de incêndio estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Fatores parciais relativo aos sistemas de detecção de incêndio.

Exigência Regulamentar	Tipo de equipamento	Valor do fator parcial de avaliação
Não exige	Existe um sistema automático de detecção de incêndio	0.50
	Existe um sistema manual de detecção de incêndio	0.90
Exige	Equipamento existente em conformidade com o regulamento	1.00
	Não existe um sistema manual de detecção de incêndio	1.20
	Apenas existe um sistema manual de detecção de incêndio, quando é exigido também um sistema automático de detecção	1.80
	Não existe um sistema automático de detecção de incêndio	2.00

No caso de o regulamento não exigir equipamentos de detecção, alerta e alarme para o edifício, tem que se seguir o princípio da metodologia ARICA. Sempre que as medidas de segurança existentes sejam coincidentes com o regulamento em vigor, toma-se como valor parcial 1.00, isto é, neste caso o regulamento não exige qualquer dispositivo para a UT, não minorando nem majorando o risco de incêndio, já que este está em consonância com o regulamento, restando apenas a aplicação do valor de referência 1.00.

A metodologia ARICA original faz uma avaliação detalhada para os vários elementos construtivos que apresentam resistência ao fogo, determinado a respectiva classe em que se inserem. Nesta metodologia foi decidido simplificar muito a avaliação, incidindo apenas nos aspectos mais abrangentes.

A avaliação no método simplificado contempla apenas quatro aspectos construtivos: paredes exteriores e de compartimentação, pavimentos e vãos, tal como considera a metodologia ARICA. Visto que esta análise se insere nos núcleos urbanos antigos, onde na sua maioria os edifícios são construídos à base de madeira, este foi considerado o material de referência e o mais condicionante, tendo todos os restantes materiais em princípio, resistências ao fogo superior ao da madeira.

As paredes exteriores construídas em alvenaria pedra argamassada possuem comportamentos ao incêndio excepcionais, no entanto este desempenho pode ser comprometido devido ao estado de conservação que apresentam. No edificado dos núcleos urbanos antigos é comum observar-se paredes exteriores de alvenaria de pedra argamassada com elevado grau de degradação, comprometendo em parte a sua resistência ao fogo.

Tomando também como referência o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (Portaria 1532/2008), no caso da resistência da compartimentação, o regulamento não exige resistência destes elementos construtivos para o caso de edifícios habitacionais classificados na 1.ª categoria de risco, sendo o fator parcial igual a 1.00. Nos restantes edifícios é necessário verificar os pressupostos de cálculo do fator parcial relativo à compartimentação, descrito na Tabela 11.

O valor inicial do fator parcial corresponde a 1.00, sendo que se somam subfatores, que se encontram na Tabela 11, sempre que se verifica uma dessas condições, sendo o

limite superior de 2.00, caso se verifique todas as condições. Os valores dos subfatores encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Subfatores para o cálculo do fator parcial relativo à compartimentação corta-fogo.

Elemento construtivo	Material	Valor do Subfator
Paredes exteriores	Alvenaria tradicional com fragmentos de pedra em estado de degradação elevado	0.10
Paredes de compartimentação	Tabique	0.30
Pavimentos	Madeira	0.30
Vãos (janelas)	Madeira	0.30

A quantificação do fator parcial carga de incêndio toma-se apenas como referência o material presente em maior quantidade no edifício e com risco considerável, independentemente do tipo de utilização, obtêm-se a densidade de carga de incêndio. De forma a obter-se um valor da mesma ordem de grandeza que os restantes coeficientes parciais, recorre-se ao quociente entre a densidade de carga do incêndio do material e 1000, obtendo-se como limite inferior ao valor de 0.10 e superior de 5.00. A listagem das densidades de carga de incêndio dos diversos materiais está disponível para consulta no Despacho n.º2074/2009.

O fator inerente aos caminhos de evacuação contempla todos os aspectos do caminho de evacuação do edifício, tendo como relevância as larguras dos caminhos de evacuação, tanto das vias horizontais como as verticais, assim como dos vãos, do número de saídas, da inclinação das vias verticais, quando existem, e a presença de sinalização e iluminação de emergência quando exigida. A avaliação deste parâmetro tem como valor limite inferior 1.00, sendo somados os subfatores que se encontram na Tabela 12, sempre que se verifica uma dessas condições, sendo o limite superior de 2.00. Os valores dos subfatores, assim como as condições, apresentam-se na Tabela 12.

Tabela 12. Subfatores para o cálculo do fator inerente aos caminhos de evacuação.

Condições dos caminhos de evacuação	Subfator
UP e vãos inferiores a 0,90m	0.25
N.º de saídas inferior ao regulamentado	0.25
Inclinação das vias verticais superior a 45º	0.25
Inexistência de sinalização e iluminação de emergência quando exigido	0.25

Os fatores inerentes ao edifício contemplam a globalidade do edifício, não se restringindo apenas a um aspecto, como no caso anterior. Este parâmetro parcial divide-se em vários subfatores parciais, alguns já avaliados noutras secções, como o caso da detecção, alerta e alarme (secção 3.2.2.3), das equipas de segurança (secção 3.2.2.2) e a realização de exercícios de evacuação, subfator este ainda não apresentado.

A realização de exercícios de evacuação é muito importante, principalmente em edifícios com grande densidade populacional. Este ponto surge como forma de avaliação da mecanização das ações a desenvolver pelos ocupantes do edifício em caso de incêndio. Para que esteja mecanizado todo o aparato da evacuação do edifício,

torna-se necessário criar rotinas e decisões instantâneas, que só por via de exercícios de evacuação permitem atingir os resultados pretendidos. Os exercícios de evacuação têm de ser efetuados com periodicidade adequada, em conformidade com o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (Portaria 1532/2008).

Os valores do fator parcial relativo à realização de exercícios de evacuação estão definidos na Tabela 13.

No caso de o regulamento não exigir a realização de exercícios de evacuação, e estes não serem realizados, considerou-se que o valor a atribuir será igual a 1.00. Este valor surge do princípio da metodologia ARICA original que prevê que “quando para um determinado edifício seja possível efetuar uma comparação entre as medidas de segurança existentes e as exigidas pelo Regulamento e estes parâmetros sejam coincidentes, então o fator parcial em análise tem o valor de 1.00”.

Tabela 13. Fatores parciais relativo à realização de exercícios de evacuação

Exigência Regulamentar	Períodos máximos entre exercícios	Valor do fator parcial de avaliação
Não exige	Foram realizados pelo menos 2 exercícios de evacuação	0.50
	Não foram realizados exercícios de evacuação	1.00
Exige	Foram realizados exercícios de evacuação com periodicidade coincidente com o regulamento	1.00
	Não foram realizados exercícios de evacuação com periodicidade adequada à regulamentação	2.00

O valor do fator inerente ao edifício é obtido recorrendo à média aritmética dos subfatores mencionados (subfator detecção alerta e alarme; subfator equipas de segurança e subfator exercícios de evacuação).

O fator de correção tem como objetivo majorar o valor dos fatores mencionados anteriormente, sempre que estes não estejam em de acordo com as exigências regulamentares, sendo definido em função do número de pisos do edifício, como está apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Fatores parciais de correção

Condição	Valor do fator parcial de avaliação
n.º de pisos ≤ 3	1.10
3 < n.º de pisos ≤ 7	1.20
n.º de pisos > 7	1.30

O subfator de combate a incêndios é calculado pela média aritmética dos seus três fatores parciais: fator externo de combate a incêndios; fator interno de combate a incêndios e; equipas de segurança. O fator externo de combate a incêndios é a média aritmética dos subfatores de acessibilidade predial (ver Tabela 15), hidrantes externos (ver Tabela 16) e confiança do sistema de fornecimento de água.

Acessibilidade predial é de suma importância no combate ao incêndio, visto que o acesso inadequado para os bombeiros pode impactar no seu tempo de resposta e contribuir com a propagação do fogo. Nesse sentido, em casos onde a largura ou a altura livre da rota de acesso sejam menores do que aquelas apresentadas na Tabela 15, este subfator deve receber

o valor de 2,00. A respeito da confiança do sistema de abastecimento de água, uma e vez que não é possível medir sua fiabilidade, seu valor deve sempre ser considerado como 1,00.

Tabela 15. Fator externo de combate a incêndios: acessibilidade

Condições				Valor do fator parcial
Altura do edifício (m)	Largura da via (m)	Altura livre da via (m)	Inclinação da via (%)	
≤ 9.00	≥ 3.50	≥ 4.00	≤ 15.00	1.00
	≥ 3.50	≥ 4.00	> 15.00	1.50
> 9.00	≥ 6.00	≥ 5.00	≤ 10.00	1.00
	≥ 6.00	≥ 5.00	> 10.00	1.50

Tabela 16. Fator externo de combate a incêndios: hidrantes

Condições		Valor do fator parcial
Distância ao hidrante	Existência de hidrantes nas paredes	
≤ 100 m	Não	1.00
> 100 m	Sim	1.50
	Não	2.00

O fator interno de combate a incêndios depende da existência de extintores e outros meios de combate ao fogo dentro das instalações da edificação, e uma tabela detalhada nesse respeito pode ser encontrada em (VICENTE et al., 2010). Já os fatores para equipes de segurança seguem os mesmos princípios da análise na Tabela 9.

Considerações finais

Ainda que as metodologias apresentadas, em especial a metodologia ARICA Simplificada, sejam baseadas e estejam formatadas de modo a atender as normativas portuguesas de combate ao incêndio, sua aplicação nos centros urbanos históricos brasileiros não devem ser descartada. Num primeiro momento, mesmo utilizando os critérios portugueses de segurança, os resultados de uma análise no Brasil trarão informações que podem ajudar a direcionar esforços de mitigação de risco por parte das autoridades locais.

Além disso, pela maneira como a metodologia ARICA Simplificada é configurada, sua adaptação para a realidade brasileira é fiável e pode ser feita através da substituição dos critérios utilizados para definir os subfatores por aqueles utilizados nas normativas brasileiras de combate a incêndios.

Finalmente, é importante notar que uma análise de vulnerabilidade tem como objetivo não apenas estudar as condições das edificações, mas também fornecer informações e mapas que permitam que ações sejam tomadas para evitar que tragédias aconteçam. Nesse sentido, a utilização do método ARICA Simplificada, que utiliza a divisão dos riscos em fases e subfatores, permite a rápida identificação dos pontos mais críticos e de maior influência no risco das edificações e centros históricos.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **ABNT NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações. Rio de Janeiro, 2001
- CASTRO, C.; ABRANTES, J. **Manual de segurança contra incêndio em edifícios**. 2. ed. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2009. 464 p.
- COELHO A, L. Metodologias de avaliação de risco de incêndio urbano. In: SEMINÁRIO NÚCLEOS URBANOS ANTIGO E AS ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO CIVIL, 2010, Seixal, Portugal. **Anais [...]**. Seixal, Portugal, 2010.
- FERNANDES, A. M. S. **Segurança contra incêndios em centros antigos**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal, 2006.
- FERREIRA, T. M. Notre Dame Cathedral: Another Case in a Growing List of Heritage Landmarks Destroyed by Fire. **MDPI**. v. 2, n. 2, p. 20, 2019. DOI: 10.3390/fire2020020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2571-6255/2/2/20>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- FERREIRA, T. M.; VICENTE, R.; MENDES DA SILVA, J. A. R.; VARUM, H.; COSTA, A.; MAIO, R. Urban fire risk: evaluation and emergency planning. **Journal of Cultural Heritage**, v. 20, p. 739-745, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.01.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207416300577?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- GHEDINI, N.; OZGA, I.; BONAZZA, A.; DILILLO, M.; CACHIER, H.; SABBIONI, C. Atmospheric aerosol monitoring as a strategy for the preventive conservation of urban monumental heritage: the Florence Baptistery. **Atmos. Environ.**, v. 45, n. 33, p. 5979-5987, 2011. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2011.08.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231011008090>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- GHIRARDELLO, N.; SPISSO, B. **Patrimônio histórico**: como e por que preservar. Bauru, SP: Canal 6, 2008. 34 p.
- GRANDA, S.; FERREIRA, T.M. Assessing Vulnerability and Fire Risk in Old Urban Areas: Application to the Historical Centre of Guimarães. **Fire Technology**, v. 55, n. 1, p. 105, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0778-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10694-018-0778-z>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- GUÑONADÓTTIR, Í. **Timber as Load Bearing Material in Multistorey Apartment Buildings**: A Case Study Comparing the Fire Risk in a Building of Noncombustible Frame and a Timber-frame Building, 2012. Disponível em: <http://skemman.is/en/item/view/1946/10160>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- HIMOTO, K.; TANAKA, T. Development and validation of a physics-based urban fire spread model. **Fire Safety Journal**, v. 43, n. 7 p. 477-494, 2008. DOI: 10.1016/j.firesaf.2007.12.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379711207001257>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- LE GOFF, J. **História e memória**, 5. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003.
- LOPES, G. A. de S. C. **Risco de incêndio em um edifício complexo**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, 2008.
- MUCULO, C.P. **Avaliação de risco de incêndio pelo método Arica a edifícios no porto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **Patrimônio mundial no Brasil**, 2019. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **Basic Texts of the 2003 Convention for the Safeguarding of the Intangible**

Cultural Heritage. Paris: UNESCO, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **Gestão de riscos de desastres para o Patrimônio Mundial.** Brasília: UNESCO: IPHAN, 2015. 80 p.

POLLAK, M. Memória e identidade social. **Estudos Históricos.** Rio de Janeiro, v. 5.n. 10, p. 200-212, 1992.

POLLUM, J. **A segurança contra incêndio em edificações históricas.** 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2016.

SABBIONI, C.; CASSAR, M.; BRIMBLECOMBE, P.; LEFEVRE, R. A. **Vulnerability of Cultural Heritage to Climate Change.** Council of Europe report AP/CAT, from the European and Mediterranean Major Hazards Agreement, Strasbourg, 2008.

SOCIEDADE SUÍÇA DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS-SIA. **Avaliação do risco de incêndio:** método de cálculo. Tradução pelo Instituto Técnico, de Lisboa, da publicação em alemão, 2004.

SOUSA, P.C.M., 2019. **A importância do patrimônio histórico como instrumento de preservação da memória.** Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/historia/a-importancia-patrimonio-historico-como-instrumento-preservacao.htm>. Acesso em: 22 nov. 2019.

VICENTE, R.; MENDES DA SILVA, J. A. R.; VARUM, H.; GUIMARÃES DA COSTA, A.; SUBTIL, A.; SANTOS, C.; SANTOS, M.; FERREIRA, T.; RODRIGUES, A. **Avaliação do risco de incêndio urbano.** Coimbra: Instituto Pedro Nunes, 2010. 139 p.

VIDAL F; VICENTE R; MENDES SILVA, J. Review of environmental and air pollution impacts on built heritage: 10 questions on corrosion and soiling effects for urban intervention. **Journal of Cultural Heritage**, v. 37, p. 273-295, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.11.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207418303480?via%3Dihub>. Acesso em: 01 dez. 2019.

