
Discussion on a Fire Risk Index based on Minas Gerais' cultural heritage fire safety regulation

Discussão sobre um índice de risco de incêndio baseado na legislação de segurança contra incêndio no patrimônio cultural de Minas Gerais

Received: 21-07-2024 | Accepted: 25-08-2024 | Published: 31-08-2024

Rafael Albuquerque Bruto da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0149-7825>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: rafaelbrutodacosta@gmail.com

Tiago Ancelmo de Carvalho Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4861-4944>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: tiago.poliveira@ufpe.br

Dayse Cavalcanti de Lemos Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8359-8391>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: duarte@ufpe.br

ABSTRACT

The Global Risk Analysis method, introduced by Gouveia (2006) and incorporated into Technical Instruction No. 35 of the Minas Gerais Fire Department, has undergone updates over the years. This study analyzed the different versions of the GRA method to identify changes, their impacts on results, and current limitations. A trend of reduced risk and increased safety was observed, suggesting an overestimation of the safety coefficient and inadequate building protection. It is recommended to improve the scope, balance of attributes, and documentation of the method to keep it current and reliable.

Keywords: Legislation; Fire; Cultural Heritage; Fire Risk Index.

RESUMO

O método da Análise Global do Risco, apresentado por Gouveia (2006) e incorporado à Instrução Técnica Nº 35 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, tem passado por atualizações ao longo dos anos. Este trabalho analisou as diferentes versões do método AGR para identificar alterações, seus impactos nos resultados e as limitações atuais. Observou-se tendência de redução do risco e aumento da segurança, sugerindo superestimação do coeficiente de segurança e proteção das edificações. Recomenda-se melhorar a abrangência, equilíbrio dos atributos e a documentação do método para mantê-lo atualizado e confiável.

Palavras-chave: Legislação; Incêndio; Patrimônio Cultural; Índice de Risco de Incêndio.

INTRODUÇÃO

Provocados ou acidentais, incêndios acontecem e impactam na saúde e na vida das pessoas, na integridade do patrimônio e no meio ambiente. No contexto do patrimônio cultural edificado, esses eventos são especialmente preocupantes. Com frequência, as características que atribuem significância aos bens culturais são as mesmas que os tornam vulneráveis a incêndios. Ao mesmo tempo, em função da necessidade de preservação da autenticidade desses bens, as intervenções para instalação de sistemas de segurança contra incêndio (SCI) são limitadas (Andrade; Nascimento; Pinto, 2020).

Dentro do processo de estabelecimento da SCI, as legislações de segurança contra incêndio são ferramentas bastante úteis, à medida que estabelecem requisitos mínimos para proteger a edificação, os ocupantes e o conteúdo. Além disso, a obrigatoriedade do cumprimento das legislações torna o investimento financeiro em SCI mais persuasivo para os responsáveis pelo patrimônio cultural (Duarte, 2018; Watts; Solomon, 2002).

A literatura é unânime em apontar uma urgente necessidade do desenvolvimento de legislações baseadas em desempenho capazes de conciliar, tanto quanto possível, as necessidades de SCI e de preservação cultural (Garcia-Castillo, Paya-Zaforteza e Hospitaler, 2023). No entanto, o sucesso na adoção de legislações baseadas em desempenho requer uma cultura sólida de SCI no País na forma de códigos prescritivos bem estabelecidos, fiscalizações efetivas e educação em SCI (Silva, 2003; Tavares, 2009). Desse modo, antes que a legislação baseada no desempenho possa ser efetivamente adotada é necessário que a legislação prescritiva seja melhorada.

Diante dessa problemática, com o intuito de flexibilizar os requisitos prescritos, mas buscando garantir soluções com níveis de segurança equivalentes às prescritas, alguns países começaram a permitir nas suas normativas o uso de índices de risco de incêndio como meio de verificação dessas equivalências. Um exemplo dessa prática é NFPA 914, que desde a versão publicada em 2001, traz essa forma de garantir conformidade, no entanto, sem definir índice de risco específico (NFPA, 2023). Outros exemplos de práticas semelhantes, mas dependentes de métodos específicos, podem ser encontrados em Portugal ou na Espanha, por exemplo (Koutsomarkos, 2022).

No Brasil, Gouveia (2006) apresentou o método da Análise Global de Risco (AGR), desenvolvido especificamente para a avaliação de risco de incêndio em sítios históricos. Esse método foi adotado pela Instrução Técnica 35/2006 do Corpo de

Bombeiros de Minas Gerais, a primeira normativa no País que versava sobre o patrimônio cultural, suprimindo uma lacuna existente no estado.

Ao longo dos anos, a IT 35 foi revisada algumas vezes, apresentando, mais recentemente, uma reformulação nos tópicos tratados e a modificação de alguns parâmetros no método AGR. Atualmente, é adotada por três estados: Mato Grosso, Pará e Bahia. Os dois primeiros adotam a normativa integralmente; o último, não considera a utilização do método AGR. Assim, o referido índice de risco pode ser utilizado por projetistas em três estados brasileiros.

No entanto, a despeito da grande utilidade de índices de risco, segundo Watts (1991), não parece haver uma preocupação, por parte da comunidade científica, com a grande quantidade de índices sendo desenvolvidos e o modo com que estão sendo aplicados. Diante disso, enquanto usuário, é importante que se tenha em mente que os métodos possuem limitações e seu uso deve ser feito de forma crítica. Ao mesmo tempo, é necessário que haja rigor científico no desenvolvimento dos métodos, que eles sejam de fácil aplicação, suficientemente sofisticados para garantir validade técnica e transparentes para terem credibilidade.

Nesse sentido, diante da existência de modificações feitas ao método original, da ausência de trabalho sobre o tema e da possibilidade de utilização do método AGR como ferramenta de apoio à elaboração de projetos de SCI em alguns estados brasileiros, faz-se necessário analisá-lo criticamente. Desse modo, este trabalho visa realizar uma análise comparativa das versões do método da Análise Global do Risco apresentadas por Gouveia (2006) e pela IT 35 do CBMMG, de modo a verificar quais foram as alterações realizadas ao longo do tempo, como impactaram nos resultados e quais as limitações do método atualmente.

REVISÃO DE LITERATURA

Índices de risco de incêndio são metodologias de avaliação simplificadas, de fácil e rápida aplicação, que permitem quantificar o risco de forma relativa. Desse modo, o resultado obtido não é a indicação do risco absoluto ao qual a edificação está submetida, mas uma medida que permite a comparação com outros cenários ou, ainda, a equivalência com as provisões normativas, permitindo a avaliação sobre a adequação das medidas (Watts, 1991).

Diversos índices têm sido desenvolvidos ao longo do tempo para as edificações em geral, mas também para o patrimônio cultural. Alguns desses métodos foram revisados e analisados recentemente.

Koutsomarkos (2022) analisou 33 métodos de avaliação de risco de incêndio em edificações com uso e ocupação diversos, incluindo métodos específicos para o patrimônio cultural. No contexto do patrimônio cultural, Salazar *et al.* (2021) analisaram 19 métodos desenvolvidos para avaliação de risco de incêndio em diferentes com aplicações no patrimônio cultural – independentemente de terem sido desenvolvidos especialmente para esse fim. Após análise cuidadosa dos parâmetros do método, complementada por revisão de literatura, foram sintetizados 22 parâmetros, chamados por eles de indicadores de vulnerabilidade a incêndio (FVI).

Apesar da revisão de diversas metodologias, o método AGR não foi avaliado pelos autores. No contexto brasileiro, no entanto, desde a publicação do método em 2006, alguns estudos têm sido realizados com base nele.

Serpa (2009) aplicou a metodologia a três edificações em Florianópolis-SC: a Capela Menino Deus, o Teatro Álvaro de Carvalho e o Palácio Cruz e Souza. A autora conclui que o método generaliza características da edificação, não considerando fatores importantes como obstrução de via de acesso por veículos, o isolamento da edificação, a possibilidade de propagação de incêndio por edificações próximas e o estado de conservação. No entanto, apesar das críticas ao método, Serpa (2009) reconhece a importância da aplicação da metodologia, que permite uma quantificação preliminar.

Pollum (2016), por sua vez, utilizou o método em duas edificações na cidade de São José-SC, o Museu Solar Ferreira Mello e a Igreja Matriz de São José. A autora realizou duas avaliações: a primeira fazendo uso do método original e a segunda, incluindo algumas medidas de segurança, pois constatou limitação nas medidas de segurança propostas. Além disso, Pollum (2016) discute a existência de algumas medidas de segurança que não influenciam na segurança, mesmo se estiverem implementadas, porque apresentam fator 1. Por fim, a autora observa que, para as duas edificações estudadas, os resultados de segurança são questionáveis. Isso porque, após a aplicação do método, a aplicação de duas medidas, a resistência ao fogo e a utilização de hidrantes, seria suficiente para “elevar a edificação a uma condição segura, o que, de fato, não ocorre” (Pollum, p. 181).

Antunes (2011) realizou a avaliação de edificações arquivísticas em oito municípios de Minas Gerais por meio da metodologia de Gouveia (2006). Apesar de não

avaliar o método, ao final do trabalho, a autora sugere tanto a revisão dos pesos associados aos parâmetros existentes, quanto a inclusão de novos parâmetros como forma de melhorar o método.

Além desses trabalhos, os estudos realizados por Silva (2014), Almeida (2021) e Minervino *et al.* (2022) limitaram-se à aplicação do método em estudos de caso, sem apresentar análise crítica do método.

Por fim, Moser (2018) avaliou a adequação de três edificações na cidade de Florianópolis-SC à IT 35/2017, o Museu Histórico de Santa Catarina, o Teatro Álvaro Campos e o Colégio Catarinense. Para tanto fez uso do método AGR apresentado na IT 35/2017 e de simulação computacional para avaliar a evacuação. Novamente, de forma similar a outros trabalhos, a metodologia empregada pela autora não é avaliada quanto aos seus resultados e não são feitas considerações quanto ao método. Ainda, avaliando os atributos que compõem o método da IT 35/2017 no trabalho de Moser (2018), podem ser observadas distinções em relação ao método original. Apesar disso, não foram encontradas neste trabalho ou na literatura menções às alterações nem análises críticas do método revisado pelo Corpo de Bombeiros de Minas Gerais.

Observa-se, assim, ao longo do tempo, uma prevalência da aplicação do método AGR para avaliação de riscos sem necessariamente avaliação da estruturação do método ou dos resultados, corroborando o argumento de Watts (1991). Apesar dessa tendência geral, as contribuições de Serpa (2009) e Pollum (2016) sugerem a necessidade de melhoria do método original, de forma a incorporar mais parâmetros de risco e de segurança, mas também de revisão dos valores para a obtenção de resultados mais coerentes. Ao passo que as alterações realizadas pelo Corpo de Bombeiros podem ter suprido as lacunas apontadas por Serpa (2009) e Pollum (2016), essas modificações não foram discutidas e o método não foi analisado criticamente, passos importantes para identificação de limitações e para a validação de um método. Isso toma contornos ainda mais urgentes quando se considera que o método da AGR modificado pode ser utilizado por projetistas em Minas Gerais e mais dois estados que utilizam a normativa mineira, Mato Grosso e Pará, como forma de garantir conformidade das edificações que compõem o patrimônio cultural à legislação.

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE RISCO DE INCÊNDIO

O desenvolvimento de métodos de indexação fundamenta-se em três etapas básicas, que, a depender da complexidade do método, podem ser mais detalhadas: seleção dos atributos a serem avaliados, quantificação dos atributos e integração em um índice numérico único (Koutsomarkos, 2022). Os atributos são as características contributivas para os cenários de incêndio a serem avaliadas, do ponto de vista do risco ou da segurança. A depender de quão contributivo os atributos são, eles são valorados e, por fim, integrados, por meio de uma fórmula, em um único valor.

Em cada etapa da elaboração é necessário que os desenvolvedores os métodos tomem decisões: como os atributos serão selecionados; se haverá importância relativa distinta entre os atributos e como será quantificada; como as interações entre os atributos serão tratadas; se serão utilizados especialistas e como esses especialistas serão selecionados para citar algumas (Koutsomarkos, 2022).

Adicionalmente, Watts (2007, p. 463, tradução nossa) apresenta alguns critérios que, apesar de “não garantirem um melhor resultado, identificam requisitos mínimos para a avaliação da credibilidade de um índice de risco”. São eles: existência de documentação aprofundada, atributos selecionados com “abrangência sistêmica”, atributos bem descritos para facilitar avaliação, definição sistemática dos valores dos parâmetros, procedimento de definição dos valores repetível para facilitar a atualização do método, tratamento consistente da interação entre parâmetros, indicar a hipótese de linearidade, compilação do índice em um único valor e validação de resultados. Observa-se, assim, a ênfase da necessidade de uma sistematização e padronização dos procedimentos durante o desenvolvimento ou atualização de um índice e a devida documentação de todos os passos e decisões.

Seguindo esses critérios de Watts (1991), é possível obter um método que além de considerar os cenários mais frequentes e os parâmetros relevantes para a ocorrência de incêndios, apresenta quantificação sólida tecnicamente, mediante um processo criterioso e repetível, e a documentação necessária para validação, emprego ou atualização do método. Desse modo, permitindo a melhoria contínua do método e a sua adequação.

O MÉTODO DA ANÁLISE GLOBAL DO RISCO

Segundo o Gouveia, na obra “Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos”, publicada em 2006 pelo IPHAN, como parte da série de “Cadernos Museológicos” do Programa Monumenta, o método apresentado baseia-se no método Gretener, presente na

SIA-81 (2004). Desse modo, a estrutura do referido método: existe um coeficiente de segurança γ , resultado da relação entre duas variáveis, a Segurança (S) e o Risco Global de Incêndio (R), equação (1).

$$\gamma = \frac{S}{R} \quad (1)$$

Ao mesmo tempo, o Risco Global de Incêndio (R) é produto de duas outras variáveis, a Exposição ao Risco (E) e a Ativação de Incêndio (A), conforme equação 2.

$$R = E \times A \quad (2)$$

A Exposição ao Risco (E) é obtida pelo produtório dos fatores de exposição ao risco (equação 3):

$$E = \prod_{i=1}^6 f_i \quad (3)$$

Por sua vez, a Ativação de Incêndio (A) é obtida pelo produto entre o fator de risco ativação em função da natureza da ocupação (A_1) e o fator de risco mais crítico para os demais parâmetros – Risco de ativação por falhas humanas (A_2), Qualidade das instalações elétricas e de gás (A_3) ou Risco de ativação por descarga atmosférica (A_4) – conforme equação 4.

$$A = A_1 \times A_k \quad (4)$$

Onde, $k = 2, 3$ ou 4 .

A Segurança (S) é obtida diretamente pelo produtório entre os fatores de segurança presentes na solução (equação 5):

$$S = \prod_{i=1}^n s_i \quad (5)$$

Por fim, a verificação da adequação da edificação é verificada se o coeficiente de segurança for superior ao coeficiente de segurança mínimo. Ou seja, maior ou igual a 1 (equação 6):

$$\gamma \geq \gamma_{min} = 1 \quad (6)$$

De modo a efetivar o cálculo da Exposição ao Risco, Gouveia (2006) apresenta seis parâmetros: densidades de carga de incêndio (f_1), altura de compartimento (f_2), distância da unidade do Corpo de Bombeiros mais próximas (f_3), condições de acesso à edificação (f_4), perigo de generalização (f_5) e importância específica da edificação (f_6). As características da edificação, do compartimento ou do conjunto urbano são avaliadas

para cada um desses parâmetros, conforme a descrição do autor em tabelas específicas, levando à definição de um valor para o fator de risco. Os fatores de risco relacionados à Ativação de Incêndio também são avaliados de forma análoga. Assim, as equações (3) e (4) são resolvidas e, na sequência, é calculado o Risco Global de Incêndio por meio da equação (2).

Gouveia (2006) apresenta ainda uma lista de 19 medidas de segurança, classificadas em medidas sinalizadoras, extintivas, de infraestrutura, estruturais e políticas. As medidas são selecionadas e a equação (5) é empregada. De posse do Risco Global de Incêndio (R) e da Segurança (s), é possível, então calcular o coeficiente de segurança (γ) e verificá-lo frente à equação (6).

METODOLOGIA

De acordo com as definições de (Lakatos; Marconi, 2017), o presente estudo caracteriza-se como exploratório uma vez que visa ampliar o conhecimento sobre o método da Análise Global do Risco, indicando as diferenças entre as versões de Gouveia (2006) e da IT 35 do CBMMG, e avaliando-as criticamente. Como de natureza mista porque fundamenta-se na coleta, tratamento e análise de dados qualitativos e quantitativos. Ao mesmo tempo, é considerado pesquisa documental de natureza porque fundamenta-se no estudo de fontes primárias, os documentos, tratando-os cientificamente

De modo a atingir os objetivos propostos, esta pesquisa estruturou-se da seguinte forma: revisão de literatura sobre desenvolvimento, avaliação e utilização de índices de risco de incêndio, em especial a utilização do método AGR; coleta das versões da IT 35 ao longo dos anos; leitura preliminar para seleção dos documentos a serem analisados; definição dos critérios de análise, e; análise comparativa dos documentos.

De modo a mapear essas versões, foi realizada a coleta dos documentos no site do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Em seguida, por meio da leitura preliminar, verificou-se que as versões da IT 35 que traziam alterações ao método AGR eram as versões de 2006, 2017 e 2022. A versão da IT 35 (Minas Gerais, 2006) apresentou ligeiras distinções: três alterações na quantificação de fatores e três erros de digitação. No entanto, a versão da IT 35/2006 deixou de ser utilizado com o surgimento da IT 35 (Minas Gerais, 2017) que apresentou modificações muito mais sensíveis no método. Além disso, a IT 35 (Minas Gerais, 2022) trouxe correção apenas na escrita de uma tabela que apresentava duplicidade, todo o restante do método se mantém. Assim, apesar dos estados do Pará e

do Mato Grosso utilizarem a versão da IT 35/2017, este trabalho vai utilizar a versão da IT 35/2022.

Com o *corpus* de análise definido, procedeu-se à definição dos critérios de análise. Assim, baseando-se nas bases do desenvolvimento dos índices de risco apresentadas por Watts (1991) e Koutsomarkos (2022), buscou-se mapear as distinções entre os métodos e avaliá-los conforme os seguintes parâmetros:

- Modo de integração;
- Abrangência dos atributos selecionados;
- Quantificação dos atributos;
- Apresentação de registros sobre as etapas e procedimentos de desenvolvimento dos métodos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação à forma de integração índice, a IT 35 (Minas Gerais, 2022) manteve o princípio de equilíbrio entre a Segurança S e o Risco Global de Incêndio R . No geral, observa-se estabilidade na forma de integração do índice de risco de incêndio. As modificações sensíveis advêm das alterações dos parâmetros e suas quantificações, de forma que os esforços se concentrarão na avaliação desses componentes do método.

Abrangência dos atributos

De forma a avaliar a abrangência dos atributos que compõem os métodos na versão original e na versão atual da IT 35, foi realizada uma comparação com os indicadores de vulnerabilidade a incêndio compilados por Salazar *et al.* (2021) (Quadro 1).

Quadro 1 – Relação entre os atributos dos métodos e os indicadores de Salazar *et al.* (2021)

Indicadores de Vulnerabilidade a Incêndio – Salazar <i>et al.</i> (2021)	Gouveia (2006)	IT 35 (2022)
Densidade de carga de incêndio	x	x
Resistência ao fogo	x	x
Revestimentos e acabamentos		x
Compartimentação		x
Edificação adjacente	x	
Propagação vertical	x	x
Estado de conservação	x	
Propagação horizontal (externa)		
Instalações elétricas	x	x
Instalações de gás	x	x

Aquecimento, ventilação e refrigeração		
Sistema de CCTV		
Sistemas de alarme e detecção	x	x
Sistema de controle de fumaça		x
Sistema de supressão automática	x	x
Fornecimento de água	x	x
Corpo de Bombeiros	x	x
Planejamento de Emergência	x	x
Altura do compartimento	x	x
Evacuação e rotas de fuga	x	x
Sinalização e iluminação de emergência	x	x
Valor cultural		

Fonte: Elaborado pelos autores

Dos 22 indicadores complicados por Salazar *et al.* (2021), os atributos presentes na versão de Gouveia (2006) abrangem 15 indicadores, correspondendo a 68,2% dos indicadores; os do método da IT 35, por sua vez, abrangem 16 indicadores, correspondendo a 72,7%. Ao mesmo tempo, 13 dos indicadores estão presentes simultaneamente nos dois métodos. Além disso, cada um dos indicadores sugeridos por Salazar *et al.* (2021) pode ser avaliado por múltiplos atributos simultaneamente, conferindo, assim, maior sensibilidade ao método. No entanto, ao avaliar as versões do método AGR, observa-se que apresentam, para a maioria dos indicadores, apenas um atributo, indicando menor sensibilidade. Diante disso, ainda se observa a necessidade de uma maior abrangência de atributos, de modo a avaliar mais indicadores e em maior profundidade, suprimindo a lacuna apontada por Serpa (2009) e atendendo às orientações de Watts (1991).

Além disso, analisando em maior detalhe as alterações dos atributos, observa-se que três atributos empregados para avaliação da componente do risco, R, por Gouveia (2006) não aparecem no método da IT 35 (Minas Gerais, 2022). São eles o Perigo de generalização (f_5), a Importância específica da edificação (f_6) e a Ativação por descarga atmosférica (A_4). Por sua vez, o novo método incluiu, em substituição, o atributo denominado Características construtivas (f_1).

A exclusão da Ativação por descarga atmosférica (A_4) não tem muitas implicações. Por um lado, esse atributo já possuía similaridade com o atributo A_3 , que trata da qualidade das instalações elétricas e de gás, podendo ser incorporado a ele. Por outro, os valores que A_3 e A_4 podiam assumir, originalmente, eram idênticos. Assim, para fins práticos, os valores da Ativação do Risco A, não variariam.

Mudanças muito mais significativas, no entanto, foram a inclusão do parâmetro Características Construtivas (f_1) e a exclusão dos parâmetros Perigo de Generalização (f_5) e Importância Relativa da Edificação (f_6) citadas anteriormente. Em relação ao significado, o Perigo de Generalização era tido por Gouveia (2006) como um dos parâmetros a ser especialmente considerado no cálculo do risco para conjuntos urbanos, isso porque levava em consideração a possibilidade de propagação do incêndio para outras edificações. A Importância Relativa da Edificação, por sua vez, apesar do nome, indicava indiretamente o estado de conservação da edificação: edificações com níveis mais baixos de proteção recebem, em geral, menos investimentos, de forma que o estado de conservação seria pior e os riscos maiores.

Além de não considerar aspectos referentes ao estado de conservação, o método atual também não leva em conta o valor cultural da edificação, o que é preocupante, pois são quantificadores diretos do risco ao qual a edificação está sujeita. Por um lado, quanto pior é o estado de conservação da edificação, maiores vulnerável é a incêndios. Ao mesmo tempo, quão mais significativo for o patrimônio cultural, mais grave são os danos e as perdas em caso de incêndio. Logo, maior o risco.

Quantificação dos atributos

Em relação aos procedimentos para quantificação dos atributos, pesquisou-se nos textos as menções às metodologias empregadas e compilou-se os achados (Quadro 2).

Quadro 2 – Síntese das formas de valoração dos fatores de risco e de segurança

Atributos de SCIPC	Gouveia (2006)	IT 35/2022
Densidade da carga de incêndio	Método Gretener (SIA, 2004)	Gouveia (2006), mas com alteração não referenciada
Altura do compartimento	Método Gretener (SIA, 2004) e consenso técnico	Igual a Gouveia (2006)
Distância do corpo de bombeiros	Consenso técnico	Igual a Gouveia (2006)
Condições de acesso	Consenso técnico	Igual a Gouveia (2006)
Perigo de generalização	Consenso técnico	Excluído
Importância específica da edificação	Consenso de técnicos de órgãos de preservação	Excluído
Medidas de segurança	Não há menção	Não há menção

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se, assim, que Gouveia (2006) explicita apenas a forma de quantificação dos fatores de risco, baseando-se fundamentalmente em consenso técnico e em referências do método Gretener. Além da ausência de informações sobre a valoração das medidas de segurança, não há informações sobre quem eram os profissionais, como foram

selecionados, de que forma as informações foram coletadas e como o consenso foi gerado. A IT 35 (Minas Gerais, 2022), por outro lado, não apresenta qualquer menção à forma de quantificação dos valores, especialmente dos fatores alterados – tanto os associados ao risco quanto os associados à segurança. Naturalmente, as fontes dos fatores inalterados decorrem diretamente de Gouveia (2006). Observa-se, desse modo, algumas lacunas a serem supridas em ambos os métodos.

Conforme Watts (1991) afirma, um método sistemático documentado de forma extensa permite a avaliações e validações posteriores, mas também, atualizações céleres e consistentes, à medida que o desenvolvimento é passível de reprodução. Assim, a documentação da forma de quantificação dos fatores é importante para a garantia de um método longo e confiável.

Quantificação dos atributos do risco

No método original, o risco R era função do produto de seis atributos; no atualizado, de cinco. Desse modo, é de se esperar que o risco, caso não haja um balanceamento dos fatores, tenha uma tendência de ser menor do que originalmente. Essa tendência parece se confirmar. Como pode ser observado na IT 35 (Minas Gerais, 2022), as Características Construtivas podem assumir três valores a depender do tipo de edificação: 1,0, 1,25 ou 2,0. No entanto, os atributos Perigo de Generalização e Importância Relativa da Edificação podem assumir valores entre 1,0 e 3,0 ou entre 1,2 e 2,2, respectivamente (Gouveia, 2006, p. 46). De forma combinada, esses dois atributos resultam em 20 valores, que variam entre 1,2 e 6,6. Considerando-se que os quatro demais atributos permanecem os mesmos, observa-se assim uma grande diferença entre as contribuições dos atributos Perigo de Generalização e Importância Relativa da Edificação combinados e das Características Construtivas.

Desse modo, um cenário composto por 20 possibilidades de caracterização é substituído por um outro cenário que apresenta apenas três possibilidades, reduzindo a sensibilidade do método, que pode acabar avaliando igualmente dois cenários distintos. Além disso, a discrepância entre a faixa de valores dos atributos, é bastante significativa, evidenciando que as Características Construtivas contribuem muito menos para o cálculo da Exposição ao Risco dos que os atributos anteriores: o valor máximo das Características Construtivas corresponde a 30,3% do valor máximo dos fatores combinados, o que pode indicar que as edificações avaliadas utilizando o novo método podem ter o Risco Global de Incêndio subestimado.

Uma outra distinção significativa presente no método da IT 35 (Minas Gerais, 2022) é a modificação do fator de risco associado à carga de incêndio com o estabelecimento de novos limites inferiores. O método novo, densidade de carga de incêndio inferior a 100 MJ/m² agora é quantificada por fator 0,5.

Essa é a primeira introdução nos métodos de fator inferior a 1. No entanto, essa escolha, pela forma com que o método é calculado pode trazer um problema. O método baseia-se no equilíbrio entre a segurança e o risco, quando essas duas componentes assumem valores iguais, a segurança e o risco são equivalentes. Nesse sentido, um fator de risco inferior a 1 indica que o fator contribui diminuindo o risco R e atuando, virtualmente, como se fosse um fator de segurança. Além disso, no caso em questão, o fator de risco 0,5 seria equivalente a um fator de segurança 2,0, que é um valor superior ao de diversas medidas de segurança presentes no método. Novamente, esse fator contribui, indiretamente, para duplicar o coeficiente de segurança.

Por fim, observou-se aumento de 12% em parâmetros específicos de fatores de ativação, que podem ajudar a reduzir as diferenças acarretadas pelas alterações supracitadas. Essas modificações podem ter sido baseadas no mesmo princípio observado por Pollum (2016): a existência de fatores valorados como 1,0, pela forma de cálculo do método, não influenciam no risco. Além disso, diferentemente das demais alterações dos atributos referentes ao risco, essas são as únicas modificações que contribuem para o aumento do risco, mas em função da magnitude das reduções, podem não ser suficientes para compensar as reduções anteriores.

Tabela 1 – Alterações na quantificação dos fatores de risco

Parâmetro	Gouveia (2006)	IT 35 (2022)	Diferença (%)
Risco de ativação devido à ocupação – Locais de reunião que público que não os anteriores (F-1 a F-11, exceto F-6 e F-8)	1,0	1,12	+12%
Risco de ativação devido a falhas humanas – Usuário treinados e reciclados no treinamento ao menos uma vez no ano	1,0	1,12	+12%
Risco de ativação devido à qualidade das instalações elétricas e de gás – Instalações projetadas e executadas segundo as normas técnicas aplicáveis e uso e manutenção regulares	1,0	1,12	+12%

Fonte: Elaborado pelos autores

De forma a complementar a análise, foi realizada a comparação entre o Risco Global de Incêndio R de seis edificações apresentadas por três trabalhos: Serpa (2009), Antunes (2011) e Pollum (2016). A seleção das edificações foi com base na relevância dos trabalhos de Serpa (2009) e Pollum (2016) e a grande quantidade de edificações avaliadas por Antunes (2011). A compilação dos resultados pode ser vista nas Tabelas 2

Risco Global de Incêndio (R)	8,10	4,78	9,35	5,51	9,18	5,41
Variação (%)	-41,1%		-41,1%		-41,1%	

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme as Tabelas 2 e 3, para todas as seis edificações o R recalculado foi menor do que o obtido pelo método original. Além disso, as reduções foram bastante significativas, variando entre -26,3% e -50,9%. Além disso, constatou-se também a perda de sensibilidade do método pela exclusão dos dois parâmetros que caracterizavam as edificações em mais nuances nas edificações estudadas por Pollum (2016): o Museu Solar Ferreira Mello e da Igreja Matriz de São José. As duas edificações correspondiam, segundo o método anterior, ao maior e menor risco respectivamente. Após o recálculo, as duas edificações passaram a estar expostas ao mesmo grau de risco. Essa é uma grande discrepância que precisa ser considerada. Como comenta Watts (1991), os métodos devem ser simples, porém sofisticados o suficiente para garantir validade. Nesse sentido, a simplificação dos métodos precisa ser revista com cuidado para não acarretar desvios e incoerências nos resultados.

Quantificação dos atributos de segurança

Em relação aos fatores de segurança, as diferenças encontradas entre os métodos estão elencadas nas Tabelas 4 e 5 abaixo.

Tabela 4 – Alterações dos fatores de segurança e seus respectivos valores

Atributo de segurança	Gouveia (2006)	IT 35 (2022)
Chuveiros automáticos internos	-	12,0
Chuveiro automáticos externos	-	6,0
Hidrante externo com reservatório público	-	6,0
Hidrante externo com reservatório particular	-	6,0
Sinalização de saídas	-	1,2
CMAR	-	6,0
Controle de fumaça	-	10,0
Compartimentação horizontal	-	2,0
Compartimentação vertical	-	2,0
Sistema fixo de gases	6,0	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5 – Alterações na quantificação dos fatores de segurança

Atributo de segurança	Gouveia (2006)	IT 35 (2022)	Diferença (%)
Extintores	1,0	1,5	+50%
Hidrante internos sem reserva	6,0	4,0	-50%

Hidrantes internos com reserva	6,0	10,0	+67%
Reserva de água	1,0	1,25	+25%
Resistência estrutural ao fogo ≥ 30 min	1,0	1,25	+25%
Brigada de incêndio em plantão permanente	8,0	8,0	0%
Brigada durante o funcionamento	8,0	6,0	-25%
Planta de risco	1,0	1,1	+10%
Sinalização das saídas	1,0	1,2	+20%
Iluminação de emergência	1,0	1,2	+20%

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode-se perceber pela Tabela 5, a versão mais recente incluiu nove medidas de segurança e excluiu outra, o sistema fixo de gases. Além disso, nove fatores tiveram suas valorações alteradas. Um caso especial é o da brigada permanente. A versão de Gouveia (2006) não distinguia os valores das duas brigadas, apesar de estarem presentes na edificação em períodos distintos. Agora, a versão da IT 35 (Minas Gerais, 2022) reduz o valor da brigada durante o expediente, permanecendo o valor da brigada em regime permanente. Além disso, a IT 35 (Minas Gerais, 2022) apresentou alteração no valor de todas as medidas que possuíam fator 1,0 anteriormente, em conformidade com os comentários feitos por Pollum (2016).

Ainda sobre as alterações dos fatores, a grande maioria dos fatores de segurança foram aumentados, variando entre 10% e 67%; apenas os hidrantes internos sem reserva e a brigada durante o expediente foram reduzidos em 50% e 25%, respectivamente. Além disso, é importante considerar que diversas das medidas incluídas ou com fatores alterados possuem valores elevados, indicando uma maior proteção. Algumas, inclusive ultrapassam 10,0 pontos, a exemplo dos hidrantes internos com reserva, controle de fumaça e chuveiros automáticos. Assim, observa-se uma tendência de majoração da proteção por parte das medidas.

Isso é especialmente preocupante porque a Segurança (S) é calculada pela multiplicação dos fatores. Nesse sentido, em caso de sobreposição de medidas, a depender da quantidade das medidas implementadas e dos seus respectivos fatores de segurança, a variável Segurança pode assumir valores muito elevados, inclusive em função da variabilidade nos valores, que vão de 1,1 a 12.

Além disso, considerando o cálculo do Risco Global de Incêndio para os estudos de caso explicitado anteriormente, observou-se que os novos valores, variaram entre 4,51 e 5,88. Diante disso, qualquer medida de segurança com valor 6,0 já garantiria a proteção de todas as seis edificações. Segundo o método da IT 35/2017, as medidas de segurança

que atenderiam esse critério são: hidrantes externos abastecidos por reservatório público ou particular, brigada de incêndio durante o funcionamento, chuveiros automáticos externos e controle de material de acabamento e revestimento.

Diante dessas medidas de segurança que, em tese, garantiriam a segurança da edificação, pode-se questionar por exemplo: a mera presença de brigadistas durante o expediente, sem a instalação de extintores ou de hidrantes é suficiente para proteger uma edificação? Pode-se perguntar o mesmo sobre chuveiros automáticos externos ou sobre o controle de material de acabamento e revestimento. Mas não parece ser o caso. Brigadistas, sem acesso a extintores e outros meios de acesso, possuem ação limitada. Podem até orientar a evacuação dos ocupantes, mas não tem condições de atuar de forma eficaz contra um princípio de incêndio. Os chuveiros automáticos externos podem ser utilizados para evitar a propagação para edificações próximas, mas não combatem o incêndio dentro da edificação. O controle de material de acabamento e revestimento pode tornar mais difícil a ignição dos materiais e aumentar a resistência deles ao fogo, mas, de forma similar às outras medidas, não atua diretamente no combate, por exemplo.

Pode-se concluir, portanto, que, apesar dessas medidas contribuírem para a segurança, não garantem por si só a segurança da edificação, dos conteúdos ali abrigados e dos ocupantes. O mesmo raciocínio pode ser aplicado ainda a outras medidas, como a brigada permanente e o controle de fumaça que possuem fatores de segurança ainda mais elevados, devendo garantir, em tese, ainda maior proteção.

Reforça-se, assim, mais uma vez a necessidade de um melhor balanceamento das medidas de segurança, ainda mais quando se considera que os valores do Risco Global de Incêndio na nova versão estão assumindo valores mais baixos e diversas medidas de segurança incluídas tiveram atribuídos fatores de segurança elevados (Tabelas 4 e 5).

CONCLUSÕES

Este trabalho analisou comparativamente o método AGR de Gouveia (2006) com as versões apresentadas pela IT 35 do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais ao longo dos anos, bem como discorreu sobre os métodos à luz das boas práticas preconizadas por Watts (1991) e Koutsomarkos (2022).

Em relação à seleção dos atributos, observou-se diferenças significativas. A alteração de atributos fez com que a referência a certos indicadores de Salazar *et al.* (2021) fosse substituída pela indicação a outros indicadores, de modo que, quantitativamente, a abrangência dos métodos se manteve muito similar. Desse modo, as limitações apontadas

por Serpa (2009) sobre a generalização de características da edificação e a desconsideração pelo contexto em que a edificação se insere persistem, com alguns avanços e retrocessos. Isso encontra fundamento quando se observa que as alterações nos atributos considerados reduziram a sensibilidade do método; as edificações com o maior e menor risco calculados anteriormente no novo método possuem mesmo risco. Ao mesmo tempo, observa-se um aumento das medidas de segurança propostas, suprimindo a necessidade do método original, indicada por Pollum (2016).

Em termos de quantificação, foi observada uma tendência de redução do risco devido às modificações no método. Além disso, algumas das medidas de segurança propostas têm valores bastante elevados. Em certos casos, uma única medida de segurança poderia ser suficiente para equilibrar o risco. No entanto, essa abordagem nem sempre é adequada, como exemplificado pelos chuveiros automáticos externos, que, em teoria, poderiam neutralizar os riscos para todas as edificações listadas nas Tabelas 2 e 3. Assim, há uma tendência de aumento da segurança geral. Portanto, se as alterações no método mostram uma tendência de redução do risco e aumento da segurança, o coeficiente de segurança pode ser duplamente influenciado e, conseqüentemente, superestimado. Isso sugere que as edificações podem não estar recebendo a proteção adequada.

Diante disso, reforça-se a necessidade de inclusão de mais atributos, para garantir maior abrangência, especialmente a consideração de valor cultural e estado de conservação, e o rebalanceamento dos fatores, especialmente os relacionados às medidas de segurança. Para tanto, recomenda-se análise de sensibilidade aprofundada para verificar de que forma cada um dos fatores impacta no cálculo do risco e da segurança, permitindo um balanceamento adequado.

Além disso, observou-se a necessidade de uma melhor documentação sobre a forma de atualização do método, de forma a permitir contínua análise, validação e atualização célere. Assim, o método pode se manter atual, abrangente e confiável, cumprindo o importante papel de permitir a flexibilização dos projetos de SCI, minimizando as intervenções no patrimônio cultural, enquanto a SCI no Brasil se fortalece para a adoção de métodos e normativas baseadas no desempenho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel Garcia Bastos de. **Gerenciamento de risco de incêndio em edificação tombada pelo patrimônio histórico e cultural do município de Cachoeira-**

BA. 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – Centro Universitário Maria Milza, Governador Mangabeira, 2021).

ANTUNES, Marco Antônio das Graças. **A gestão de riscos como alternativa de prevenção de incêndio em arquivos públicos**: estudo de caso. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ANDRADE, Daniel P.; NASCIMENTO, José Clewton do; PINTO, Edna Moura. A segurança contra incêndio em uma abordagem para edificações históricas: realimentando uma discussão que não deve esperar a próxima tragédia. In: FERREIRA, Anna Cristina Andrade *et al* (org.). **A cidade não para e a memória não perece**: a preservação patrimonial e as transformações urbanas na contemporaneidade. Porto Alegre: Editora Fi, 2020. 299p.

DUARTE, Rogério Bernardes. Códigos e normas de segurança contra incêndio. In: Firek Segurança Contra Incêndio. **SCIÉR**: Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações. Espírito Santo: Firek Segurança Contra Incêndio, 2018, 200p.

GARCIA-CASTILLO, E; PAYA-ZAFORTEZA, I; HOSPITALER, A. Fire in heritage and historic buildings, a major challenge for the 21st century. **Developments in the Built Environment**, v. 13, p.1-19, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165922000369>. Acesso em: 16 jul. 2024.

GOUVEIA, Antonio Maria Claret. **Análise de risco de incêndio em sítios históricos**. Cadernos técnicos. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 104p.

WATTS, John M. Criteria for fire risk ranking. **Fire Safety Science**, v. 3, p.457-466, 1991. Disponível em: https://publications.iafss.org/publications/fss/3/457/view/fss_3-457.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.

WATTS, John M.; SOLOMON, Robert. E. Fire safety code for historic structures. **Fire Technology**, v. 38, p. 301-310, 2002.

KOUTSOMARKOS, Vasileios. **Developing a fire robustness index for the built environment**. 2022. Thesis (Doctor of Philosophy). University of Edinburgh, Edinburgh, 2022. Disponível em: <https://era.ed.ac.uk/bitstream/handle/1842/39803/Koutsomarkos2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jul. 2024.

MINAS GERAIS. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Instrução Técnica nº 35. Portaria 06: Segurança contra incêndio em edificações históricas**. Belo Horizonte: Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2006.

MINAS GERAIS. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Instrução Técnica nº 35. Portaria 30. Segurança contra incêndio em edificações que compõem o patrimônio cultural**. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2017.

MINAS GERAIS. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Instrução Técnica nº 35. Portaria 69. Segurança contra incêndio em edificações que compõem o patrimônio cultural**. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, 2022.

MINERVINO, Bernardete *et al.* Análise do risco de incêndio no museu nacional: situação pré-incêndio/2018. In: **6º CILASCI–Congresso Ibero-Latino-Americano sobre Segurança Contra Incêndio**. ALBRASCI–Associação Luso-Brasileira para a Segurança Contra Incêndio, 2022. p. 433-443.

MOSER, Ivana Righetto. **Evacuação segura de essoas em incêndios em edifícios aéreas com interesse histórico**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 914 - Fire Protection in Historic Structures**, Quincy, MA, 2023.

POLLUM, Jessica. **A segurança contra incêndio em edificações históricas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/175302>. Acesso em: 16 jul. 2024.

SALAZAR, L. Gerardo F.; ROMÃO, Xavier; PAUPÉRIO, Esmeralda. Review of vulnerability indicators for fire risk assessment in cultural heritage. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. Portugal: Elsevier Ltd, v. 60, 2021, p.1-15. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420921002521>. Acesso em: 16 jul. 2024.

SERPA, Fabíola Bristot. **A segurança contra incêndio como abordagem de conservação do patrimônio histórico edificado: a aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC**. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, Andreza Carla Procoro. **Gerenciamento de riscos de incêndio em espaços urbanos históricos: uma avaliação com enfoque na percepção do usuário**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SILVA, Daniel Paulo de Andrade. **A segurança contra incêndio em uma abordagem para edificações históricas: proposta de reuso para o antigo Grupo Escolar Augusto Severo**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

TAVARES, Rodrigo Machado. An analysis of the fire safety codes in Brazil: is the performance-based approach the best practice? **Fire Safety Journal**, v. 44, Fire Safety Journal, p.749-755, 2009.