



## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO EM OURO PRETO

VON KRÜGER, Paulo Gustavo, LASMAR, Erika Esteves, CASTANHEIRA, Ana  
Carolina, Anderson de Souza Quintella, GONÇALVES, Luana Oliveira,

- (1) Universidade Federal de Minas Gerais, [paulovonkruger@gmail.com](mailto:paulovonkruger@gmail.com)
- (2) Universidade Federal de Minas Gerais, [erika\\_lasmar@yahoo.com.br](mailto:erika_lasmar@yahoo.com.br)
- (3) Universidade Federal de Minas Gerais, [ana023carolina@gmail.com](mailto:ana023carolina@gmail.com)
- (4) Universidade Federal de Minas Gerais, [chagas.anderson@gmail.com](mailto:chagas.anderson@gmail.com)
- (5) Universidade Federal de Minas Gerais, [luaholiveira96@gmail.com](mailto:luaholiveira96@gmail.com)

### RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a comparação de duas metodologias de avaliação de risco de incêndio urbano, o EBRAFire e o Chichorro, no quarteirão entre a Praça Tiradentes, Rua Senador Rocha Lagoa, Travessa Cônego Camilo Veloso e Rua Conde de Bobadela, localizado no Centro Histórico de Ouro Preto. A primeira metodologia, desenvolvida na Universidade da Beira Interior, consiste em atribuir aos edifícios analisados uma classificação, tendo por base parâmetros fundamentais, observados em acontecimentos empíricos, normas técnicas e regulamentares. Já a segunda metodologia, desenvolvida na Universidade do Porto, se baseia em quatro fatores globais de risco de incêndio: probabilidade de ocorrência de incêndio; consequências totais do incêndio; desenvolvimento e propagação do incêndio; e eficácia de socorro e combate ao incêndio. A avaliação comparativa entre as duas metodologias apresentou discrepâncias de graus de risco de incêndio, entretanto, considerações conclusivas ainda não podem ser aferidas em função do caráter inicial da pesquisa aqui apresentada. Contudo, esta abordagem, mesmo incipiente, fornecerá subsídios no sentido de aumentar a resiliência nos sítios históricos, uma vez que as áreas mais vulneráveis serão identificadas e ações mitigadoras poderão ser utilizadas antes da ocorrência de um incêndio.

**Palavras-chave:** Metodologia de avaliação de risco, gestão de risco, incêndios, sítios históricos.

### ABSTRACT

*This paper aims to present a comparison of two urban fire risk assessment methodologies, EBRAFire and Chichorro, in the block between Tiradentes Square, Senador Rocha Lagoa Street, Camego Veloso Travessa Cônego and Bobadela Street, located in the Center. Ouro Preto History. The first methodology, developed at the University of Beira Interior, consists in giving the analyzed buildings a classification, based on fundamental parameters, observed in empirical events, technical and regulatory standards. The second methodology, developed at the University of Porto, is based on four global fire risk factors: probability of fire occurrence; total consequences of the fire; fire development and spread; and effectiveness of relief and fire fighting. The comparative evaluation between the two methodologies presented discrepancies of fire risk degrees, however, conclusive considerations cannot be measured yet due to the initial character of the research presented here. However, this incipient approach will provide insights to increase resilience in historic sites, as the most vulnerable areas will be identified and mitigation actions can be used before a fire occurs.*

**Keywords:** Risk assessment methodology, risk management, fire, historical sites.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Instrução Normativa no 1 de 24 de Agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional, o “desastre é resultado de um evento adverso, natural ou provocado pelo homem, sob um ecossistema vulnerável causando danos humanos materiais ou ambientais além de prejuízos econômicos e sociais” (BRASIL, 2012), e podem ser classificados, quanto à causa primária, em:

- Naturais: oriundos de processos ou fenômenos naturais que podem implicar em perdas humanas ou outros impactos à saúde, danos ao meio ambiente, à propriedade, interrupção dos serviços e distúrbios sociais e econômicos;
- Tecnológicos: oriundos de acidentes, procedimentos perigosos, falhas na infraestrutura ou atividades humanas específicas.

Diante do exposto, o incêndio em edificações e sítios históricos se enquadram nos desastres tecnológicos, e sua gestão pode ser um meio de proteção dos bens culturais. Neste sentido, é importante entender os conceitos de vulnerabilidade e resiliência:

- Vulnerabilidade: é a fragilidade do local para suportar impactos, que é suscetível aos efeitos adversos de um perigo;
- Resiliência: é a "capacidade de um sistema e seus componentes em antecipar, absorver, adaptar-se ou recuperar-se dos efeitos de um evento perigoso de uma maneira rápida e eficiente, incluindo a garantia de prevenção, restauração ou melhoria de estruturas e funções essenciais básicas" (IPCC, 2012).

A gestão de risco de incêndio auxilia no aumento da resiliência de um dado grupo social, onde possíveis vulnerabilidades podem ser detectadas antes da ocorrência de um desastre, e medidas mitigadoras poderão ser adotadas.

A Gestão de Risco de Desastres (GRD) trabalha com cinco fases: preparação, mitigação, prevenção, resposta e recuperação. O Marco de Sendai (ALVES, 2016) recomenda a gestão de risco baseado em quatro prioridades de ação:

- Prioridade 1: Compreensão do risco de desastres;
- Prioridade 2: Fortalecimento da governança para gerenciar o risco de desastres;
- Prioridade 3: Investir na redução de risco de desastres para resiliência; e
- Prioridade 4: Melhorar a preparação para dar resposta eficaz e reconstruir melhor -recuperação, reabilitação e reconstrução.

No momento do desastre, as redes de comunicação e as tecnologias à elas associadas são elementos cruciais para planejar emergências e

fornecer assistência imprescindível às vítimas (COYLE E MEIER, 2009). Novas tecnologias e seus usos permitem melhorar as capacidades de prevenção, planejamento e resposta em tempos de crise (ROCHE, PROPECK-ZIMMERMANN E MERICKSKAY, 2013).

Como afirmado por KLEIN et al. (KLEIN, LUTZ E KUHN, 2006), os processos relacionados ao gerenciamento de crises são baseados em informações geográficas e tecnologias associadas. O desenvolvimento de novas tecnologias de informação e comunicação, como telefones celulares, Internet, redes sociais ou mapeamento on-line, abriu o caminho para novas práticas de manipulação de informações (ROCHE, PROPECK-ZIMMERMANN E MERICKSKAY, 2013).

Dados geográficos e ferramentas são essenciais em todos os aspectos do gerenciamento de emergências: preparação, resposta, recuperação e mitigação. Durante as emergências, o tempo é a essência (GOODCHILD E GLENNON, 2010).

## **2 MÉTODOS E PROCESSOS**

Para a execução da pesquisa foram utilizados os dados georreferenciados já obtidos, em pesquisas anteriores, desenvolvidas pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Estes dados foram utilizados para simulação de cenários para estudos preditivos relativos à avaliação de risco de incêndio através de duas metodologias: Método Chichorro (CHICHORRO, FERREIRA E CORREIA, 2016), Figuras 1 e 2, e o EBRAFire (MOREIRA, 2018), Figura 3.

É importante salientar que ambas as metodologias estão sendo utilizadas através de parceria entre as citadas Universidades e a Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (EA-UFMG), Brasil.

### **2.1 Método Chichorro**

O Método Chichorro (Cálculo Holístico do Risco de Incêndio da Construção e Habilitada Otimização da sua Redução com Obras) é um modelo de avaliação de Risco de Incêndio desenvolvido na Universidade do Porto (UP), Portugal, e que nasce da preocupação de análise dos edifícios construídos em sítios históricos devido à ocorrência crescente de incêndios urbanos, alguns de elevada gravidade, e da quantificação do impacto que um incêndio deflagrado num edifício possa ter.

Este método se baseia em quatro fatores globais de risco de incêndio:

- Probabilidade de ocorrência de incêndio;
- Consequências totais do incêndio;
- Desenvolvimento e propagação do incêndio; e
- Eficácia de socorro e combate ao incêndio.

Através desses dos quatro fatores globais, a metodologia pretende abranger todos os aspectos que intervêm no cálculo do risco de incêndio, acarretando na tradução dos riscos para os usuários de uma determinada edificação, além dos bens nele contidos (CHICHORRO, FERREIRA E CORREIA, 2016).

**Figura 1 - Centro Histórico do Porto - Quarteirão das Aldas em destaque (esquerda) e escala de classificação de risco de incêndio (direita)**



Fonte: CHICHORRO, FERREIRA E CORREIA (2016)

**Figura 2 - Mapa de risco antes (esquerda) e depois (direita) das proposições de intervenção**



Fonte: CHICHORRO, FERREIRA E CORREIA (2016)

## 2.2 EBRAFire

O EBRAFire, desenvolvido na Universidade da Beira Interior (UBI), Portugal, atribui aos edifícios analisados uma classificação, tendo por base parâmetros fundamentais, observados em acontecimentos empíricos, normas técnicas e regulamentares. Possui um layout intuitivo de forma a facilitar a introdução de dados, a impressão de uma ficha de campo em formato de checklist e uma ficha com o resumo dos resultados obtidos no procedimento. O EBRAFire permite

ainda a análise detalhada dos parâmetros para perceber o seu contributo para a segurança contra incêndio do edifício (MOREIRA, 2018).

O resultado final da classificação de segurança contra incêndios é a comparação analítica organizada em quatro subcapítulos:

- Subcapítulo A, que analisa a segurança contra incêndios a partir de características físicas do edifício, implantação, materiais e conteúdo;
- Subcapítulo B, que estuda os fatores de contribuição para a segurança para os usuários, como comportamentos, atividades e disponibilidade de meios de combate;
- Subcapítulo C, que examina a função do espaço ao redor do edifício e a sua contribuição para a segurança contra os incêndios e ignições, como vegetação e edifícios adjacentes, bem como os acessos;
- Subcapítulo D, que observa a segurança aplicada a atividades que ocorrem por exceção (feiras e festivais culturais, por exemplo) (MOREIRA, 2018).

**Figura 3 - Avaliação de risco de incêndio no Festival dos Chocalhos em Alpedrinha, Portugal (esquerda), e escala de classificação de risco de incêndio (direita)**



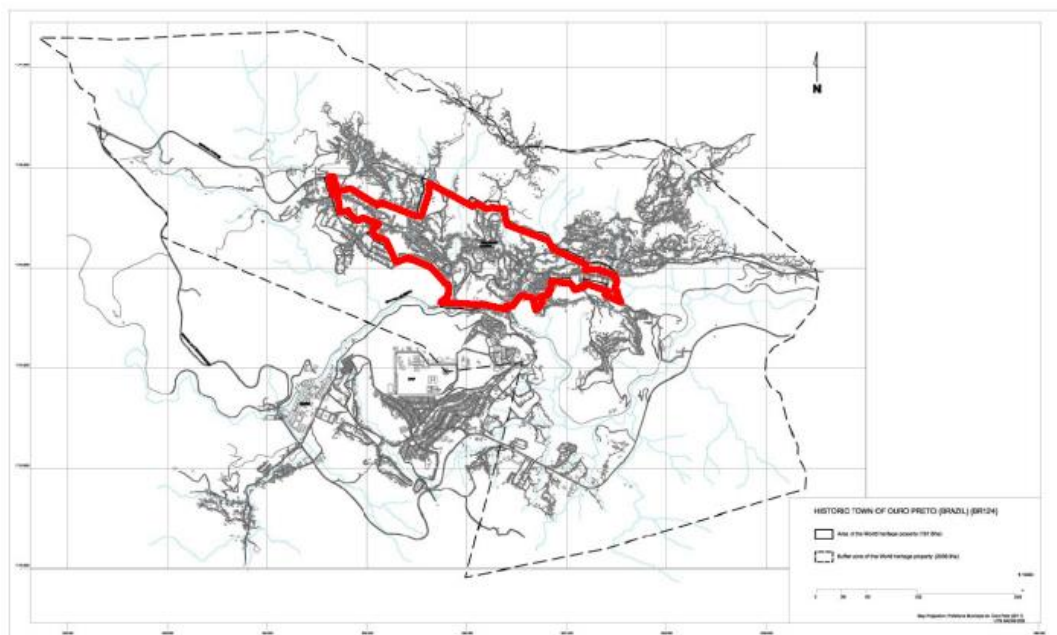
Fonte: (MOREIRA, 2018)

### 3 RECORTE ESPACIAL

A cidade escolhida para a avaliação de risco foi Ouro Preto. Localizada na região central de Minas Gerais, a cidade de Ouro Preto reúne o maior e mais importante acervo da arquitetura e da arte do período colonial de todo o Brasil. Pelo seu porte e conservação, Ouro Preto foi uma das primeiras cidades escolhidas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), para ser Patrimônio da Humanidade, em 1980 (MINAS GERAIS, 2019).

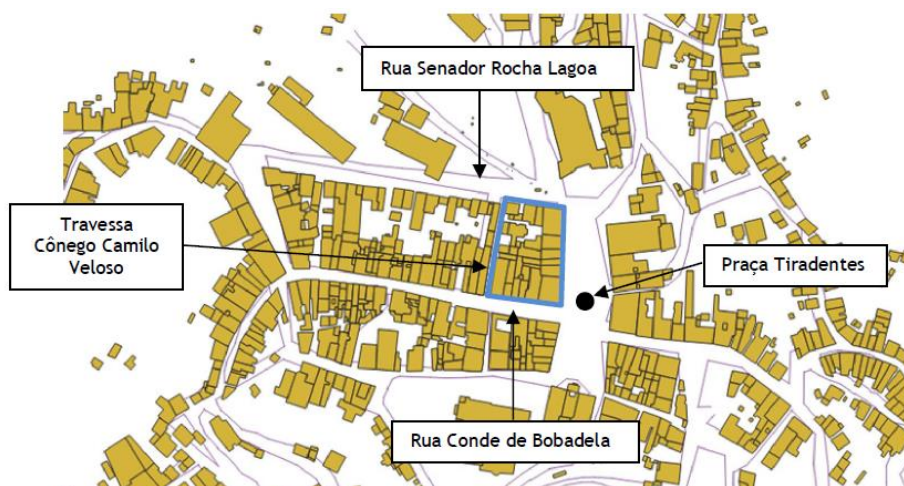
Para a primeira fase desta pesquisa (ainda em execução), foi escolhido, dentro do Centro Histórico da cidade (Figura 4), o quarteirão entre a Praça Tiradentes, Rua Senador Rocha Lagoa, Travessa Cônego Camilo Veloso e Rua Conde de Bobadela (Figura 5).

**Figura 4 - Centro Histórico de Ouro Preto (destacado em vermelho)**



Fonte: MINAS GERAIS (2019)

**Figura 5 - Área escolhida para o estudo (destacado em azul), dentro do Centro Histórico de Ouro Preto**



Fonte: Imagem elaborada pelo Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

## 4 RESULTADOS

Ao se comparar as duas metodologias, verificou-se que houveram diferenças no grau de segurança em algumas edificações (Figuras 6 e 7).

**Figura 6 - Avaliação de risco de incêndio utilizando o EBRAFire**



**Fonte:** Imagem elaborada pelo Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Incêndio – IGNIS

**Figura 7 - Avaliação de risco de incêndio utilizando o Chichorro**



**Fonte:** Imagem elaborada pelo Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Ciência do Incêndio – IGNIS

Na Figura 6, todas as quatorze edificações analisadas obtiveram grau de segurança contra incêndio insuficiente, de acordo com o EBRAFire. Já na Figura 7, seis dessas edificações obtiveram a Classificação A++ através do

Método Chichorro. Entretanto, as demais edificações possuem graus de risco de incêndio similares, sendo D (risco de incêndio elevado), E (risco de incêndio muito elevado) e F (risco de incêndio iminente), as classes de risco obtidas pelo Chichorro.

Portanto, observa-se que as demais edificações, no quarteirão avaliado, possuem grau de risco de incêndio elevado, carecendo, desta forma, de ações urgentes para a redução deste risco.

Verificou-se, por exemplo, que algumas edificações que possuem grau de risco elevado em ambas as metodologias, possuem Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio. Contudo, outros itens avaliados, como estado de conservação e inexistência de rotas de fuga, elevaram o grau de risco de algumas edificações; outras sequer possuem Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio. Isto significa que tais edificações carecem de equipamentos de combate ao incêndio, sistemas de alarme, detecção de calor e fumaça, entre outros itens.

Por serem metodologias de avaliação diferentes, esperava-se que resultados diferentes pudessem ocorrer, fato este confirmado através da análise aqui apresentada. O EBRAFire analisa o grau de segurança a partir das características da edificação e do seu entorno e da segurança de seus usuários, enquanto o Chichorro avalia o desempenho da edificação, a probabilidade de ocorrência, o desenvolvimento e a gravidade de um incêndio.

Independentemente da metodologia, é notório observar que a maioria das edificações possui grau de risco de incêndio elevado. Somam-se a isso características como implantação das edificações (inexistência de afastamento), alterações de uso e ocupação e adaptações sem acompanhamento ou conhecimento das autoridades competentes (Prefeitura Municipal, IPHAN<sup>1</sup> e Corpo de Bombeiros), aumentando, sobremaneira, a probabilidade de um incêndio em larga escala.

Cabe ressaltar que a pesquisa está em sua fase inicial e avaliações das demais áreas existentes dentro do centro histórico de Ouro Preto tenderão a ser similares, uma vez que a postura dos entes envolvidos (moradores, locatários e usuários) e os atributos físicos (implantação, materiais e técnicas construtivas) possuem características similares.

Tem-se ainda a incompletude de dados coletados. Esta incompletude se deve ao fato de que diversas edificações ainda não possuem o Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio, dificultando a coleta de dados junto à Unidade do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais na cidade objeto deste.

Espera-se, ainda, o apoio da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, cujos trâmites para ações junto à população, como informativos a respeito da pesquisa, ainda estão em fase de diálogo. Estas ações poderão facilitar o

---

<sup>1</sup> IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional



acesso às edificações, uma vez que, pelo seu caráter inédito no Brasil, ainda causa certa desconfiança na população.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os primeiros dados de uma pesquisa ainda incipiente, iniciada no primeiro semestre de 2019. Isto significa que informações conclusivas serão alcançadas ao longo dos próximos anos de seu desenvolvimento, incluindo o aprofundamento da avaliação através da obtenção de mais dados referentes às edificações e a ampliação desta avaliação para todo o Centro Histórico de Ouro Preto.

Entretanto, algumas questões já podem ser observadas com os dados até agora obtidos: o quarteirão avaliado apresenta alto risco de incêndio, uma vez que a maioria das edificações que lá se encontram obtiveram resultados insuficientes para a segurança contra incêndio.

Este grau de risco pode ser aumentado se considerarmos: as características construtivas das edificações ali existentes (assoalhos, forros e escadas de madeira); a implantação das edificações sem afastamentos entre edifícios; ampliações ou ocupações irregulares nos miolos das quadras (propiciando o alastramento rápido das chamas), a falta de manutenção adequada das edificações e de suas instalações; e o tipo de ocupação alterada sem que haja as devidas adequações para sua adaptação (instalações elétricas, por exemplo) (SERPA, 2009).

Portanto, cabe ressaltar que, apesar dos resultados aqui apresentados ainda não serem conclusivos, já é possível verificar a urgência nas ações mitigadoras para a redução de risco de incêndio na maioria das edificações no quarteirão avaliado, o que corrobora para uma política de gestão de risco de incêndio imediata.

Em tempo, esta abordagem fornecerá subsídios no sentido de aumentar a resiliência neste tipo de local, uma vez que as áreas mais vulneráveis serão identificadas e ações mitigadoras poderão ser utilizadas antes da ocorrência de um incêndio.

## REFERÊNCIAS

ALVES, H. R. **A Gestão de Riscos de Desastres Naturais no Brasil: face as mudanças sociais e ambientais desencadeadas pelo processo de urbanização**. 1. Ed. – Curitiba: Editora Prisma, 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa Nº01, de 24 de Agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília: 2012.

[http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru\\_Normativa\\_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055](http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru_Normativa_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055)

- CHICHORRO, M., FERREIRA, R., CORREIA, A. Risk Assessment of urban fire - Proposal as a Model for Analysis and Management of Existing Building. INTERNATIONAL CONFERENCE on URBAN RISKS. Lisboa. 2016.
- COYLE, D., MEIER, P. **New technologies in emergencies and conflicts: the role of information and social networks.** Washington, DC: United Nation Foundation & Fodafone Foundation. 2009.
- GOODCHILD, M. F., GLENNON, A. (2010) Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier, **International Journal of Digital Earth**, 3:3, 231-241, 2010. DOI: 10.1080/17538941003759255
- INTERGOVERNMENTAL PANEL on CLIMATE CHANGE (IPCC). **Resumen para responsables de políticas – Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático.** 2012. <https://www.ipcc.ch/>
- KLEIN, E., LUTZ, M., KUHN, W. Ontology-based discovery of geographic information services—An application in disaster management. **Computers, Environment and Urban Systems.** Volume 30, Issue 1, January 2006, Pages 102-123.
- MINAS GERAIS. Governo do Estado de Minas Gerais, Brasil. **A cidade de Ouro Preto.** <https://www.mg.gov.br/conteudo/conhecaminas/turismo/cidade-de-ouro-preto> (25/09/2019)
- MOREIRA, L. C. F. **Exigências e melhorias nas condições de segurança contra incêndios em edifícios.** Trabalho de minidissertação no âmbito da disciplina de Avaliação, Qualidade e Reabilitação de Edifícios, Universidade da Beira Interior, Portugal, janeiro 2018.
- ROCHE, S. PROPECK-ZIMMERMANN, E., MERICKSKAY, B. GeoWeb and crisis management: issues and perspectives of volunteered geographic information. **GeoJournal.** February 2013, Volume 78, Issue 1, pp 21–40. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-011-9423-9>
- SERPA, F. B. **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.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. 187 p.