Vigiles, 9(1), e090106, 2026
e-ISSN: 2595-6043
DOI: 10.56914/vigiles.v9n1a6

MAPEAMENTO DE EDIFICAÇÕES IRREGULARES DE BELO HORIZONTE COM O USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E INFOSCIP: APOIO NA GESTÃO DE RISCO

Wanderson de Souza Araújo[1]
Ricardo Augusto Ferreira Quadros[1]

[1] **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

RESUMO

O acelerado crescimento demográfico e urbano de Belo Horizonte intensificou a exposição a riscos de incêndio, exigindo estratégias eficazes de prevenção e resposta. Nesse contexto, o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, tendo como objetivo modernizar o processo de regularização das edificações, criou o Sistema de Informações do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Infoscip). Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo verificar a viabilidade de utilização de informações do banco de dados do Infoscip integrado ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o mapeamento de ameaças de incêndios urbanos no município de Belo Horizonte. Especificamente, avaliou-se a qualidade do banco de dados, realizou-se o mapeamento das edificações com base na situação de regularidade e carga de incêndio, e empregou-se a técnica de mapas de calor para a identificação de ameaças de incêndios urbanos. A metodologia adotada combinou pesquisa exploratória e documental, apoiada em revisão bibliográfica. O mapeamento foi efetuado no software QGIS usando o método de Kernel Density Estimation (KDE), viabilizando a elaboração de mapas de calor para determinar áreas críticas. Os resultados indicaram predominância de edificações irregulares, revelando vulnerabilidades significativas no espaço urbano. O uso do KDE possibilitou detectar concentrações de ameaças, nas quais a irregularidade, somada à elevada carga de incêndio, amplia a complexidade das ações. A estratificação das edificações evidenciou diferentes indicadores associados ao risco, auxiliando na definição de prioridades. Conclui-se que a integração Infoscip e SIG é viável e estratégica, contribuindo para a identificação de ameaças, prevenção e melhor alocação de recursos.

Palavras-chave: Infoscip; SIG; gerenciamento de risco; prevenção.

MAPPING OF IRREGULAR BUILDINGS IN BELO HORIZONTE USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND INFOSCIP: SUPPORT IN RISK MANAGEMENT

ABSTRACT

The accelerated demographic and urban growth of Belo Horizonte has intensified the exposure to fire risks, requiring effective prevention and response strategies. In this context, the Minas Gerais Fire Department, with the purpose of modernizing the building regularization process, created the Fire and Panic Safety Service Information System (Infoscip). In light of this scenario, this study aimed to assess the feasibility of using information from the Infoscip database, integrated with the Geographic Information System (SIG), for mapping urban fire hazards in the municipality of Belo Horizonte. Specifically, the quality of the database was evaluated, the mapping of buildings was conducted based on their compliance status and fire load, and the heat map technique was applied to identify urban fire threats. The methodology chosen combined exploratory and documentary research, supported with bibliographic review. The mapping of buildings was carried out in QGIS software using the Kernel Density Estimation (KDE) method, which enabled the creation of heat maps to identify critical areas. The results indicated a predominance of irregular buildings, revealing significant vulnerabilities in the urban space. The use of KDE made it possible to identify threat concentrations, in which irregularity, combined with high fire load, increases the complexity of actions. The stratification of the buildings revealed different indicators associated with risk, contributing to the definition of priorities. It is concluded that the integration of Infoscip and SIG is viable and strategic, contributing to threat identification, prevention, and better resources allocation.
.

Keywords: Infoscip; SIG; risk management; prevention.

Recebido: 27/10/2025 | **Aceito**: 14/10/2026 | **Publicado**: 23/11/2026

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos riscos, frente ao crescimento populacional e desenvolvimento dos centros urbanos, oferece vários desafios para a gestão pública. Em 2022, a população brasileira alcançou 203,1 milhões de pessoas, um aumento de 6,5% em relação a 2010. Neste mesmo ano, a Região Sudeste concentrava a maior parte da população, 41,8%, com destaque para São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, que juntos somam 39,9% dos habitantes do país (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2023).

As áreas urbanas brasileiras, como Belo Horizonte, somadas, abrigam 124,1 milhões de pessoas, 61% do total de habitantes, sendo que, segundo o Censo, em 2022, a capital mineira abrigava cerca de 2,3 milhões de habitantes (IBGE, 2023).

Este crescimento populacional impulsiona a expansão urbana com a construção de novas edificações residenciais, comerciais e de serviços, como prédios e shoppings centers, o que eleva significativamente os riscos e a vulnerabilidade a incêndios. Diante desse cenário, torna-se essencial uma resposta articulada da sociedade e, sobretudo, do estado, que tem a responsabilidade constitucional de exercer o poder de polícia administrativa, por meio da fiscalização rigorosa e da criação e atualização de normas técnicas e legais voltadas à prevenção e ao combate a incêndios, garantindo a segurança coletiva e a preservação do patrimônio e da vida (Schunig, 2015).

Como forma de prevenir os incêndios, em Minas Gerais, a primeira iniciativa nessa linha foi adotada pela Prefeitura de Belo Horizonte, com a sanção da Lei nº 2.060, em 27 de abril de 1972, que estabeleceu normas de prevenção e combate a incêndios no município. No entanto, a elaboração da primeira legislação estadual específica sobre Segurança Contra Incêndio (SCI) só ocorreu após o incêndio na casa de shows Canecão Mineiro, em 2001 (Duarte, 2010).

O surgimento de uma legislação estadual específica sobre SCI, aliado ao crescimento demográfico, urbano e econômico do estado, são fatores que impulsionaram transformações no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG). Segundo Xavier (2013), diante desse cenário de mudanças e com a finalidade de modernizar o processo de regularização das edificações, foi criado, em 2008, o Sistema de Informações do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Infoscip). Essa ferramenta pioneira permitiu a elaboração digital dos Processos de

Segurança Contra Incêndio e Pânico (PSCIP), a emissão dos Autos de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) e o acompanhamento online de trâmites de regularização e fiscalização.

Com a digitalização dos PSCIPs, o número de processos em tramitação no Infoscip aumentou gradativamente, reunindo, atualmente, mais de 24.000 registros apenas no município de Belo Horizonte, segundo dados fornecidos pela Diretoria de Atividades Técnicas (DAT). Esse acervo, conforme as exigências da Instrução Técnica nº 01 do CBMMG, reúne informações relevantes sobre as edificações, como a classificação de risco, a carga de incêndio, endereço, entre outras características técnicas (CBMMG, 2025a).

Portanto, a disponibilidade desses dados, ricos em informações, levanta o questionamento que norteia esta pesquisa: seria possível utilizar o banco de dados do Infoscip em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o mapeamento de edificações irregulares com características que demonstrem um potencial de ameaça para a ocorrência de incêndios urbanos no município de Belo Horizonte, de modo a subsidiar as ações preventivas do CBMMG? Parte-se da hipótese de que essa integração permitirá a identificação espacial das ameaças associadas às edificações, contribuindo de forma significativa para a tomada de decisões e para a atuação mais estratégica do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo geral verificar a viabilidade do emprego de informações do banco de dados do Infoscip em um Sistema de Informação Geográfica, para o mapeamento de edificações irregulares que representam ameaças à segurança contra incêndios no município de Belo Horizonte.

Para isso, propõe-se, especificamente: avaliar a qualidade das informações solicitadas ao banco de dados do Infoscip; realizar o mapeamento das edificações com base na situação de regularidade e carga de incêndio; usar a técnica de mapas de calor para identificação das ameaças relacionadas aos incêndios urbanos.

Nesse contexto, a presente pesquisa justifica-se pelo alinhamento à 6ª edição do Plano de Comando 2015-2026 do CBMMG, que estabelece como objetivo estratégico a consolidação da corporação como uma instituição eficiente na regulação de eventos, edificações e áreas de risco de incêndio e pânico (CBMMG, 2025c). Seguindo essa linha, este estudo propõe uma inovação metodológica ao integrar o uso de geotecnologias a um banco de dados já consolidado, configurando-se como ferramenta estratégica para o aprimoramento das ações de prevenção, fiscalização e

resposta. O mapeamento de áreas críticas e a identificação de edificações com maior potencial de ameaça podem subsidiar o planejamento e a priorização de ações preventivas, possibilitando o direcionamento mais eficiente e estratégico dos recursos disponíveis para os locais com maior nível de vulnerabilidade.

A aplicação desta tecnologia geoespacial no contexto de Belo Horizonte justifica-se pela necessidade de identificar e delimitar áreas com concentração de desconformidades técnicas. De acordo com Wei e Li (2026, p. 1), "embora os incidentes de incêndio sejam caracterizados por sua estocasticidade, a integração de big data [...] permite uma compreensão mais profunda dos fatores de risco e possibilita avaliações de risco de incêndio urbano mais precisas".

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gestão de riscos por meio da legislação de incêndio

A gestão do risco está incorporada ao cerne das atribuições do CBMMG, uma vez que, consoante ao estabelecido no inciso II do artigo 142 da Constituição do Estado de Minas Gerais, compete à corporação:

> […] a coordenação e a execução de ações de defesa civil, a prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio, busca e salvamento e estabelecimento de normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe (Minas Gerais, 1989).

A busca por uma gestão de riscos eficiente também está intrinsecamente presente no planejamento institucional, conforme descrito no Plano de Comando do CBMMG. Entre as missões da corporação, destaca-se o compromisso de servir à sociedade mineira por meio da coordenação e execução de ações de defesa civil, prevenção e combate a incêndios. Nesse contexto, um dos objetivos estratégicos é promover uma atuação organizacional eficaz na regulação de eventos, edificações e áreas sujeitas a riscos de incêndio e pânico (CBMMG, 2025c).

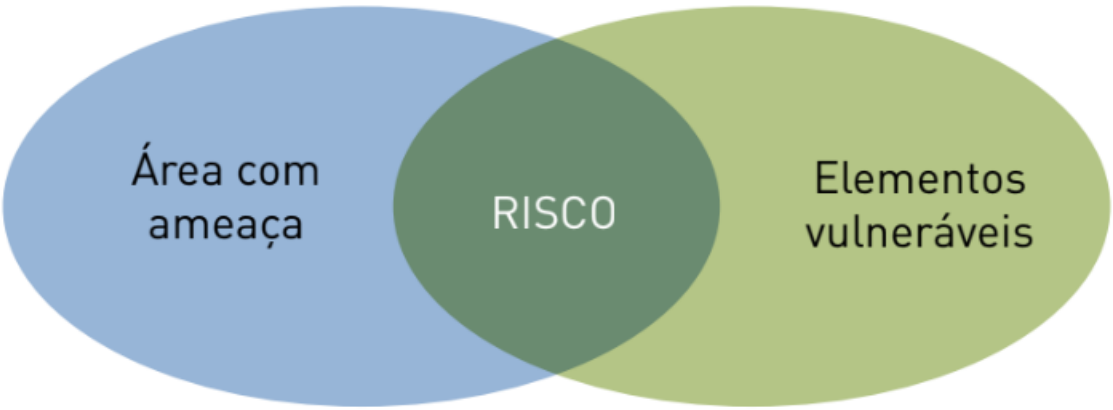
De forma geral, o risco está presente sempre que elementos vulneráveis como pessoas, edificações ou atividades econômicas se encontram expostos a uma ameaça natural ou antrópica. No entanto, definir risco apenas como a coexistência de vulnerabilidade e ameaça é insuficiente para fins de gestão. Uma abordagem mais

completa considera o risco como a estimativa do dano potencial associado à probabilidade de ocorrência de um evento adverso em determinado período e a vulnerabilidade dos elementos expostos (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2016).

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, estabelece, entre suas diretrizes, uma abordagem sistêmica das ações de prevenção, além do planejamento fundamentado em pesquisas e estudos sobre riscos, com o objetivo de promover uma gestão eficiente voltada à redução desses riscos (Brasil, 2012).

Segundo a UFRGS (2016), para que a gestão de riscos seja eficaz, é necessária a compreensão integrada dos fatores que compõem o risco: ameaça, vulnerabilidade e exposição. De maneira geral, o risco existirá, em maior ou menor grau, quando elementos vulneráveis estiverem localizados em uma área sujeita à ocorrência de determinado fenômeno ameaçador, resultando da interação entre a ameaça presente, a vulnerabilidade dos elementos expostos e o nível de exposição a que estão submetidos, como demonstra o esquema a seguir.

Figura 1 – Relação entre risco, elementos vulneráveis e áreas com ameaça



Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016, p. 38).

Além disso, é fundamental entender a dinâmica do possível desastre e suas consequências sobre o território e a sociedade. Nesse contexto, a elaboração prévia de mapas de risco é uma ferramenta estratégica, pois permite identificar, classificar e hierarquizar os riscos presentes em determinada área. Isso promove o planejamento e a priorização de medidas de mitigação, preparação e resposta, contribuindo para a redução de impactos e o fortalecimento da resiliência (UFRGS, 2016).

Em vista disso, o crescimento populacional tende a provocar um aumento significativo no número de edificações, ampliando a ocupação dos espaços urbanos. Esse processo pode colaborar para a elevação de diversos fatores de risco, entre eles a ocorrência de incêndios. Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de medidas preventivas e de controle por parte da sociedade e do Estado. A redução desse risco depende de uma avaliação criteriosa, eficaz e segura das ameaças existentes, com o objetivo de minimizar a probabilidade de ocorrência de incêndios, por meio da mitigação de vulnerabilidades e do fortalecimento das medidas de proteção e resposta frente a incêndios e situações de pânico (Schunig, 2015).

Historicamente, o Brasil enfrentou diversos desastres decorrentes de incêndios de grandes proporções. Entre os mais emblemáticos, destaca-se o ocorrido em Niterói (RJ), em 1961, no Gran Circus Norte-Americano, que resultou em 317 mortes e aproximadamente 400 feridos. Outros eventos trágicos incluem o incêndio no Edifício Andraus, em 1972, que causou 16 mortes e deixou 336 pessoas feridas, e, posteriormente, o incêndio no Edifício Joelma, em 1974, com um saldo de 179 mortos e 320 feridos, ambos localizados no município de São Paulo (Negrisolo, 2011).

Em Minas Gerais, destaca-se o desastre na casa de shows Canecão Mineiro, ocorrido em 2001, que vitimou sete pessoas e feriu outras 197 (Corrêa *et al*., 2015). Segundo Duarte (2010), esse último episódio gerou intensa mobilização social e institucional, culminando na promulgação da Lei nº 14.130/2001. Essa legislação prevê a adoção de diversas medidas a serem adotadas pelo CBMMG voltadas à prevenção e à segurança contra incêndios, como descrito no artigo 2º:

> I - análise e aprovação do sistema de prevenção e combate a incêndio e pânico;
> II - planejamento, coordenação e execução das atividades de vistoria de prevenção a incêndio e pânico nos locais de que trata esta lei;
> III - estabelecimento de normas técnicas relativas à segurança das pessoas e seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe;
> IV - aplicação de sanções administrativas nos casos previstos em lei (Minas Gerais, 2001).

A criação da referida lei, em conformidade com o artigo 142, inciso II, da Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989, atribui ao Corpo de Bombeiros Militar a responsabilidade pela prevenção e combate a incêndios, bem como pela definição de normas voltadas à segurança das pessoas e de seus bens frente a incêndios e outros tipos de catástrofes (Minas Gerais, 1989).

Com base nessa atribuição constitucional, foi instituído, por meio do Decreto n° 47.998, de 1° de julho de 2020, a criação das Instruções Técnicas (ITs) da Corporação. Segundo o decreto, em seu artigo 3º, inciso XXII, a Instrução Técnica tem como objetivo “estabelecer procedimentos administrativos e normalizar medidas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e nos espaços destinados ao uso coletivo” (Minas Gerais, 2020).

Esses procedimentos visam, por meio de parâmetros definidos, orientar o Responsável Técnico (RT) na tramitação do PSCIP, com o propósito da emissão do AVCB concedido após a vistoria de liberação, realizada por um bombeiro militar, ou do Certificado de Licenciamento do Corpo de Bombeiros (CLCB), emitido eletronicamente com base em declarações prestadas por profissional legalmente habilitado. Ambos os documentos têm como objetivo atestar que a edificação atende às exigências de segurança previstas na legislação vigente (CBMMG, 2025a).

A definição de parâmetros de segurança, estabelecida pelas ITs, exerce papel fundamental na fase preventiva do ciclo operacional da Segurança Contra Incêndio (SCI). Quadros (2024) destaca que tais parâmetros encontram-se alinhados ao conceito de prevenção adotado no ciclo de Proteção e Defesa Civil, configurando-se, portanto, como uma ferramenta essencial para a etapa de Gestão de Risco de Desastres.

2.2 Infoscip

O Infoscip foi idealizado pelo CBMMG e desenvolvido em parceria com a Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge) e apoio da Secretaria de Planejamento e Gestão (SEPLAG). Implantado em 3 de setembro de 2012, teve como finalidade gerenciar virtualmente todos os Projetos de Segurança Contra Incêndio e Pânico, possibilitando que os AVCBs fossem emitidos e controlados de forma digital (Xavier, 2013). Posteriormente, sua utilização foi ampliada, sendo instituído em todo o estado de Minas Gerais, a partir de 1º de agosto de 2019 (Xavier, 2020).

Segundo Xavier (2013), o Infoscip foi desenvolvido com o objetivo de modernizar o trâmite dos PSCIPs, assegurando maior eficiência na regularização das edificações em conformidade com as normas de segurança contra incêndio e pânico. Esse trâmite do PSCIP varia conforme o tipo de projeto.

De acordo com a Instrução Técnica nº 01 (IT 01), esses projetos são classificados em: Projeto Técnico (PT), Projeto Técnico Simplificado (PTS), Projeto Técnico Declaratório (PTD) e Projeto de Evento Temporário (PET). Ainda segundo a IT 01, o PET e o PT passam pelas etapas de análise do projeto e vistoria do evento ou edificação, para posterior emissão do AVCB, enquanto o PTS somente é submetido à vistoria para sua emissão. Já o PTD, por ser um processo declaratório, não é submetido a análise ou vistoria, e por tal, após a apresentação da documentação obrigatória, tem a liberação do CLCB (CBMMG, 2025a).

A tramitação no Infoscip tem início com o cadastro realizado pelo RT, momento em que o processo recebe um número de controle denominado “Pré-cadastro”. A partir desse registro, o projeto segue por etapas sucessivas, denominadas “situação do projeto”, que variam de acordo com o andamento do processo. Entre elas, destacam-se: “Aguardando análise”, “Aprovado” e “Vistoria solicitada”, até alcançar a situação final registrada como “AVCB” ou “CLCB”, as quais demonstram a regularização da edificação (CBMMG, 2024).

Segundo constatou Lima (2019), o fato de todas as fases de tramitação do PSCIP serem informatizadas, desde o protocolo até a emissão do AVCB, proporciona maior agilidade aos processos protocolados e consultas realizadas via internet. A tramitação do PSCIP acontece tanto por ações do CBMMG, por meio das vistorias, análises dos projetos ou serviços, por exemplo, bem como por ações do RT, como solicitar uma análise do projeto, responder uma notificação de análise ou solicitar uma vistoria, dentre outras solicitações (CBMMG, 2024).

A celeridade com que essas ações ocorrem determina o tempo de aprovação do projeto. O Decreto n° 47.998/2020 preconiza ao CBMMG o prazo de 30 dias corridos para análise do projeto e 10 dias para a execução da vistoria, após solicitação do RT (Minas Gerais, 2020). No entanto, o Painel de Gestão do SSCIP do CBMMG demonstra, atualmente, que o prazo médio da análise para todo o estado de Minas Gerais é de 4,65 dias, e, da vistoria, 4,45 dias, segundo última atualização ocorrida no dia 20 de setembro de 2025 (CBMMG, 2025b).

2.3 SIG como um sistema de apoio à gestão de riscos

O SIG é uma tecnologia capaz de sobrepor e analisar camadas heterogêneas de dados, como informações demográficas, uso do solo, localização de

infraestruturas, hidrantes e registros históricos de sinistros para criar perfis abrangentes de risco urbano. O sistema pode atuar como um ambiente computacional no qual são executadas análises espaciais como a Kernel Density Estimation (KDE) - Estimação de Densidade, a Análise de Distância Euclidiana e a Análise Decisória Multicritério (MCDM/AHP) (Thakare e Tajne, 2025).

É um sistema que se constitui como uma ferramenta capaz de integrar diferentes tipos de dados, oferecendo maior precisão, segurança e agilidade em atividades relacionadas ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão sobre o espaço geográfico. Por meio do uso de geotecnologias aplicadas à coleta, análise e disponibilização de informações georreferenciadas, é possível explorar recursos como aplicativos gráficos disponíveis na web, a exemplo do Google Maps, Google Earth, Microsoft Virtual Earth e Google Street View, entre outros (Rosa, 2011).

O geoprocessamento expande a capacidade analítica da gestão pública ao transformar dados numéricos em camadas de informação espacializada. Em revisão sobre a aplicação dessas metodologias, Thakare e Tajne (2025, p. 2, tradução nossa) destacam que, "no contexto da avaliação do risco de incêndio urbano, o SIG funciona como um recurso crítico para identificar áreas propensas a incêndios, otimizar estratégias de resposta a emergências e aprimorar os esforços de planejamento urbano".

Essa tecnologia possibilita várias abordagens, dentre elas, destaca-se a metodologia KDE, que, por meio de mapas de calor, conforme descreve Oliveira (2025), permite ao CBMMG e outras autoridades locais direcionar recursos e esforços de maneira mais eficaz. Isso acontece, pois a integração de dados estatísticos detalhados com tecnologias de geoprocessamento oferece uma base sólida para a tomada de decisões informadas, potencializando a eficácia das ações de Gerenciamento de Risco de Desastres (GRD) no contexto urbano de Minas Gerais, sendo os mapas de calor ferramentas de comunicação eficazes na compreensão das áreas de risco.

O uso do KDE, gerado a partir da aplicação de modelagens matemáticas em softwares de GIS, viabiliza a visualização geográfica dos segmentos e regiões com maior intensidade de eventos (Ferreira, 2017).

Quando se aborda a GRD em ações de mapeamento de ameaças relacionadas à SCI para prevenção de acidentes, torna-se inevitável considerar sua conexão com o ciclo de Proteção e Defesa Civil (PDC). Segundo Quadros (2024), a fase preventiva

ou normativa do ciclo operacional de SCI corresponde ao conceito de prevenção no ciclo de PDC, consolidando-se como uma ferramenta essencial na fase de GRD. Ainda de acordo com o autor, a fase passiva ou estrutural do ciclo operacional de SCI relaciona-se diretamente à fase de preparação do PDC, reforçando sua importância para a GRD, sobretudo em desastres tecnológicos associados a incêndios urbanos, ao buscar medidas que preparem a população, mitiguem vulnerabilidades e reduzam, ou até mesmo evitem, danos e prejuízos.

Segundo Oliveira (2025), os mapas de calor proporcionam identificar regiões com maior incidência de acidentes, possibilitando ao CBMMG e a outras autoridades locais direcionarem recursos e esforços de forma mais eficiente, uma vez que a integração de dados estatísticos detalhados com tecnologias de geoprocessamento oferece uma base consistente para a tomada de decisões informadas. Além de potencializar a eficácia das ações de GRD no contexto urbano de Minas Gerais, ainda segundo o autor, os mapas de calor também se mostram ferramentas eficazes de comunicação, ao facilitar a compreensão das áreas de risco.

3 MÉTODOS

No presente estudo, foi adotada a pesquisa de natureza básica, exploratória, bibliográfica e documental com foco na geração de novos conhecimentos e na compreensão de fenômenos relacionados à operação do banco de dados do Infoscip, para o mapeamento espacial de características associadas a ameaças de incêndios urbanos no município de Belo Horizonte.

Pela pesquisa exploratória, buscou-se ampliar o conhecimento na área de prevenção do CBMMG, tendo como base o banco de dados do Infoscip fornecido pela DAT do CBMMG. Empregando inicialmente uma observação empírica por meio da análise inicial de dados que, descreve Gil (2002), se caracteriza também como uma pesquisa documental, devido à natureza dos dados, por estes não terem sido submetidos a um tratamento analítico ou que podem ser reinterpretados segundo os objetivos da pesquisa.

Para a construção de uma base de estudos, buscou-se uma fundamentação teórica por meio de pesquisa bibliográfica de estudos e livros sobre o tema a fim de, conforme descrevem Marconi e Lakatos (2003), sintetizar as publicações mais

relevantes sobre o tema. A pesquisa permitiu apresentar dados atuais e significativos, além de constituir uma fonte essencial para o trabalho.

Para a realização deste estudo, foram utilizadas algumas informações do banco de dados do Infoscip, pelo fato de o sistema reunir todos os PSCIPs digitais em tramitação em Minas Gerais, contemplando variáveis como características das edificações, regularidade, respectivos endereços e a Carga Incêndio, que é definida pela “soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço” (CBMMG, 2020).

Cabe destacar que o presente trabalho considerou, exclusivamente, os PSCIPs em processo de regularização disponíveis no Infoscip, não sendo usados os dados provenientes do módulo de fiscalização do sistema, implantado em 2 de julho de 2025. Tal decisão se justifica pelo fato de que, até o momento da pesquisa, não havia sido possível a consolidação de uma base de dados suficientemente robusta e consistente para fins de análise científica.

Para a definição da área de estudo, delimitou-se o município de Belo Horizonte, o qual, em razão de suas características de desenvolvimento econômico, possibilitou a obtenção de uma base de dados com elevado número de registros e diversidade de tipologias de projetos.

Após a delimitação da região, foi solicitado à DAT o envio de informações do banco de dados do Infoscip, contendo todos os registros dos PSCIPs do município de Belo Horizonte. As informações requeridas foram enviadas no formato CSV (Valores Separados por Vírgula) e incluíam o endereço completo (logradouro, número, bairro e município), carga de incêndio, tipo de ocupação, data da última movimentação, situação do projeto, latitude e longitude. Além dessas informações, foi solicitado, ainda, a criação de uma coluna informando a regularidade da edificação.

A inclusão desta última informação foi fundamental para definir a conformidade da edificação, pois somente a caracterização da "situação do projeto" não é suficiente para determinar a regularidade quanto ao sistema preventivo de incêndio, visto que uma edificação pode ter um AVCB válido, mas estar com um processo em andamento para a substituição de projeto, por exemplo. Nesse caso, se analisada apenas a “situação do projeto”, pode haver uma indicação incorreta de ausência de AVCB, enquanto a edificação, na verdade, permanece regular. Dessa forma, esse acréscimo permitiu uma análise mais precisa da real situação de cada imóvel.

Para a definição dos parâmetros de risco do estudo, a característica de regularização do sistema preventivo de combate a incêndio foi estabelecida como o critério inicial. A escolha desse parâmetro fundamentou-se na premissa de que o mero descumprimento da legislação de incêndio representa um risco à coletividade. Conforme descrevem os incisos I e II do art. 3º, da Lei nº 14.130/2001, sua inobservância constitui uma infração e, mais do que isso, a ausência de regularização configura um risco real e direto à segurança da sociedade (Minas Gerais, 2001):

> Art. 3º - Constituem infrações sujeitas a sanção administrativa:
> I - deixar de instalar os instrumentos preventivos especificados em norma técnica regulamentar ou instalá-los em desacordo com as especificações do projeto de prevenção contra incêndio e pânico ou com as normas técnicas regulamentares;
> II - não fazer a manutenção adequada dos instrumentos a que se refere o inciso I, alterar-lhes as características, ocultá-los, removê-los, inutilizá-los, destruí-los ou substituí-los por outros que não atendam às exigências legais e regulamentares.

Após a definição da amostra principal, composta por edificações irregulares em relação ao sistema preventivo de incêndio, buscou-se identificar aquelas que apresentam maior potencial de ameaça. Nesse contexto, a carga de incêndio destacou-se devido a sua influência direta no comportamento de um eventual incêndio. Assim, foram selecionados dois subgrupos para análise específica: edificações classificadas com média carga de incêndio e edificações classificadas com alta carga de incêndio. De acordo com a IT 09, essa classificação é definida pela energia liberada em megajoules por metro quadrado (MJ/m²), sendo considerada média quando está entre 300 e 1.200 MJ/m² e alta quando supera 1.200 MJ/m² (CBMMG, 2020).

A adoção desse segundo parâmetro baseou-se na premissa de que uma carga mais elevada propicia uma evolução do incêndio para condições críticas. Nesse cenário, em que o sistema preventivo é inadequado ou inexistente, o aumento da carga eleva a complexidade do gerenciamento das ações de combate a incêndio, por exigir um grande volume de material combustível.

Com a definição das características das amostras, foram extraídos, por meio de filtros no Excel (Microsoft, 2016), os projetos regulares, ou seja, por meio da coluna “regularidade da edificação” que se referem às edificações que possuem AVCB, CLCB ou AVCB parcial.

Um filtro adicional aplicado consistiu na exclusão dos Projetos de Eventos Temporários, os quais possuem datas de início e término predefinidas, cuja validade do AVCB é restrita ao período de realização do evento temporário. A remoção desse grupo impediu que os projetos fossem incorretamente classificados como irregulares, visto que, ao término do evento temporário, o sistema Infoscip atualiza automaticamente a situação do AVCB para "vencido". Logo, o vencimento do AVCB é coincidente com o encerramento do evento. Embora conste como documento vencido, a ameaça não existe, visto que o evento já foi encerrado.

Para a definição temporal da amostra, considerando as constantes alterações na situação dos projetos no sistema, decorrentes do pagamento de taxas, atendimento a notificações e outros fatores, buscou-se uma amostra mais estável, caracterizada pela inércia do responsável pelo uso da edificação ou pelo proprietário do imóvel, ainda que temporária.

Partindo desse princípio, adotou-se o Decreto nº 47.998/2020, o qual regulamenta a Lei n° 14.130/2001 que, em seu artigo 15, estipula o prazo de 60 dias para aplicação de sanções após a aplicação da advertência escrita. Nesse contexto, o legislador considerou esse prazo suficiente para demonstrar a omissão do responsável técnico, devido a sua inércia em regularizar a edificação e cessar o risco ali presente. Consequentemente, seguindo o mesmo parâmetro, definiu-se como um dos critérios para intervalo da amostra os projetos sem movimentação no sistema há mais de 60 dias.

Outro parâmetro adotado para a definição do período da amostra foi a data de extração das informações no sistema Infoscip, ocorrida em 30 de julho de 2025. Assim, estabeleceu-se como recorte temporal do estudo, todos os projetos inseridos no sistema até 30 de maio 2025, respeitando o intervalo de 60 dias mencionado anteriormente.

Finalizadas as etapas anteriores, foi possível extrair uma amostra mais consistente e coerente com os objetivos aqui propostos, constituindo a base de dados analítica usada na etapa de transformação dos dados em coordenadas para a construção cartográfica. Ante o exposto, procedeu-se à análise voltada à identificação do mecanismo mais adequado para o mapeamento das edificações por meio de coordenadas geográficas. O objetivo dessa etapa foi verificar qual procedimento apresentaria maior êxito na obtenção de registros válidos. Para tanto, foram avaliados dois mecanismos distintos:

a) a utilização das coordenadas já disponíveis no banco de dados do Infoscip;

b) a geração de coordenadas a partir do software Google Earth (Google, 2020), o qual se baseia nos endereços para a criação de pontos vetoriais.

Ao término da avaliação, os resultados obtidos foram sistematizados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Taxa de efetividade de registros do banco de dados

Banco de dados	Registros válidos	Ausência ou erro de registro
Projetos com coordenadas geográficas	26,94%	73,06%
Coordenadas por meio Google Earth	92,74%	7,26%

Fonte: elaboração própria.

Conforme apresentado, o percentual de registros válidos de 92,74% obtidos por meio do Google Earth mostrou-se significativamente superior em comparação às coordenadas previamente contidas no banco de dados de somente 26,94%. Diante desse resultado, optou-se pela utilização dessa ferramenta como mecanismo para a geração das coordenadas geográficas das edificações, possibilitando a conversão dos arquivos contendo seus endereços, originalmente em formato CSV, em dados georreferenciados e sua posterior exportação para o formato KML (Keyhole Markup Language), compatível com o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Portanto, para melhor compreensão da origem dos registros inválidos obtidos por meio do Google Earth, correspondentes a 7,26% do total de registros analisados, verificou-se que essas ocorrências tiveram origem em duas etapas distintas do fluxo de tratamento dos dados:

1 - Etapa de geocodificação (97,3% das inconsistências): ocorreu durante a inserção dos dados tabulares (CSV) no ambiente Google Earth Pro. As falhas no reconhecimento dos endereços pelo algoritmo decorreram de ruídos nas cadeias de texto, tais como erros ortográficos, divergências de grafia ou inadequação no preenchimento cadastral (a exemplo de endereços de esquina tabulados em campo único, inserindo o nome das duas vias).

2 - Etapa de validação cartográfica (2,7% das inconsistências): foi constatada após a conversão dos dados para formato vetorial (KML) e sua sobreposição no QGIS, quando foram identificadas feições pontuais localizadas fora do limite territorial de Belo Horizonte. Por se tratarem de *outliers* espaciais sem possibilidade de correção a partir de dados cadastrais disponíveis, esses registros foram excluídos da base cartográfica.

Para viabilizar esse processamento, inicialmente, as amostras previamente definidas foram segmentadas em três grupos: edificações irregulares, edificações irregulares com alta carga de incêndio e edificações irregulares com média carga de incêndio.

Para o processo de mapeamento, entre os Sistemas de Informação Geográfica, optou-se pela utilização do QGIS (QGIS PROJECT, 2018) versão 3.4 Bratislava, em razão de sua acessibilidade, por se tratar de um *software* de código aberto e de uso gratuito.

A base cartográfica do município de Belo Horizonte destinada ao uso no software QGIS foi extraída do banco de dados disponibilizado pela prefeitura no formato Shapefile (.shp), por meio do site BHMap. Após a inserção dos arquivos no formato KML, foram estruturadas três camadas distintas, em conformidade com as características previamente estabelecidas para as amostras.

Na sequência, procedeu-se à elaboração dos mapas de densidade, empregando o KDE. O estimador de densidade de Kernel realiza, por meio de cálculos, a influência dentro de uma determinada área (Câmara *et al*., 2004), retratando assim as regiões com maior concentração de eventos. Segundo Shinohara *et al*. (2015), a densidade de Kernel é calculada pela seguinte equação:

$$\hat{\lambda}_t(s) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\tau^2} I\left(\frac{(s - s_i}{\tau}\right) \quad (1)$$

Em que:

$\lambda_t(s)$: Kernel na área inserida num raio de interesse τ em relação ao ponto s;

I: função de distribuição de probabilidades, escolhida de forma adequada para construir uma superfície contínua sobre os dados;

τ: “largura da faixa” ou “raio de interesse”;

s: representa uma localização qualquer na área de estudo;

s_1: localização dos eventos observados;

n: número de eventos.

A escolha da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), para a representação das áreas de maior densidade de edificações irregulares, fundamenta-se na sua robustez estatística, como explicam os autores Koutsias, Balatsos e Kalabokidis, (2014, p. 630, tradução nossa):

> [...] a estimativa de densidade de Kernel, um método estatístico não paramétrico para estimar densidades de probabilidade [...] tem a vantagem de produzir diretamente estimativas de densidade que não são influenciadas pelo tamanho da grade e efeitos de localização.

A renderização do mapa de calor foi feita com a Banda Simples Falsa-Cor, gradiente interpolar linear medindo 0,0086927 no valor mínimo e 7,7840911 no valor máximo. Para a representação do gradiente de cores, empregou-se a paleta GPS-Nature-Grass, na qual o vermelho indica as áreas com maior concentração de pontos, seguindo o gradiente para cores mais frias, como amarelo, verde e azul, correspondendo às regiões de menor incidência.

A definição dos parâmetros para o cálculo do KDE fundamentou-se em critérios empíricos baseados na morfologia do tecido urbano de Belo Horizonte considerando a distribuição dos pontos referentes às edificações irregulares pela cidade. O processamento foi executado com um raio de influência de 1.500 metros, tendo sob a ótica espacial, uma medida de raio garante a continuidade do mapa de calor entre lotes e quarteirões próximos, capturando o efeito de vizinhança e o transbordamento do risco de edificações irregulares sem fragmentar a análise ou diluir a especificidade dos *hotspots* (ponto quentes) locais.

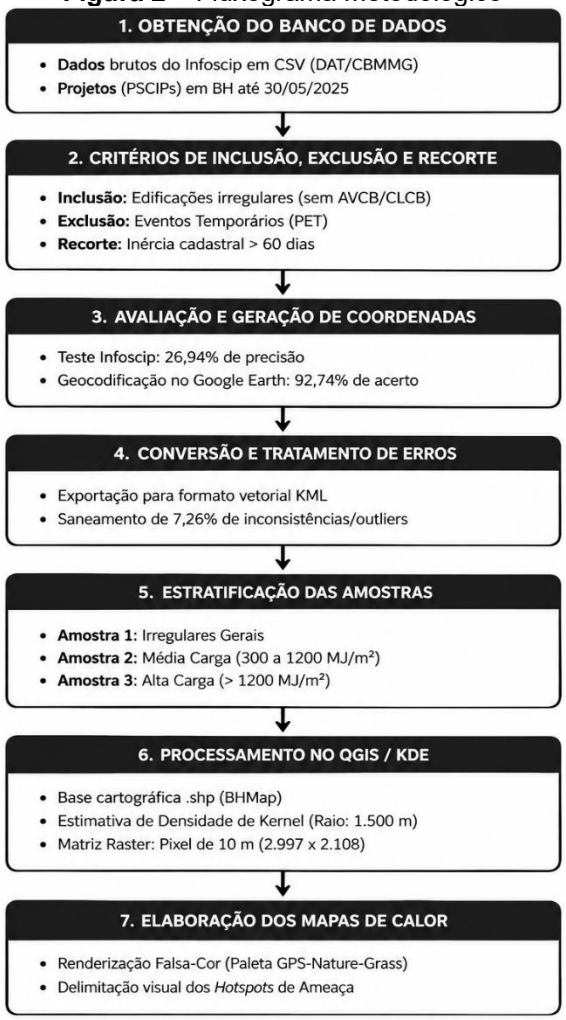
Complementarmente, a resolução espacial foi fixada em 10 metros nas direções x e y, tamanho de pixel adequado para delimitar a transição das manchas de calor ao longo da malha viária e dos quarteirões. Essa resolução conferiu contornos suaves e fiéis ao desenho da cidade, sem gerar o efeito "pixelado" de grades maiores e sem sobrecarregar o processamento geográfico. Como resultado desse enquadramento cartográfico sob a célula de 10m, a dimensão da matriz *raster* gerada

totalizou 2.997 linhas por 2.108 colunas, cobrindo integralmente a extensão territorial do município de Belo Horizonte com elevada fidelidade analítica e gráfica.

Tal definição permitiu a representação visual dos dados georreferenciados, favorecendo a identificação de padrões espaciais e a análise da distribuição das ameaças contemplados nesta pesquisa. A concentração das edificações mapeadas foi representada por pontos vetoriais, o que possibilitou maior acurácia na avaliação espacial dos fenômenos investigados.

A Figura 2 apresenta o fluxograma das principais etapas da pesquisa, permitindo melhor compreensão do percurso metodológico adotado.

Figura 2 – Fluxograma metodológico

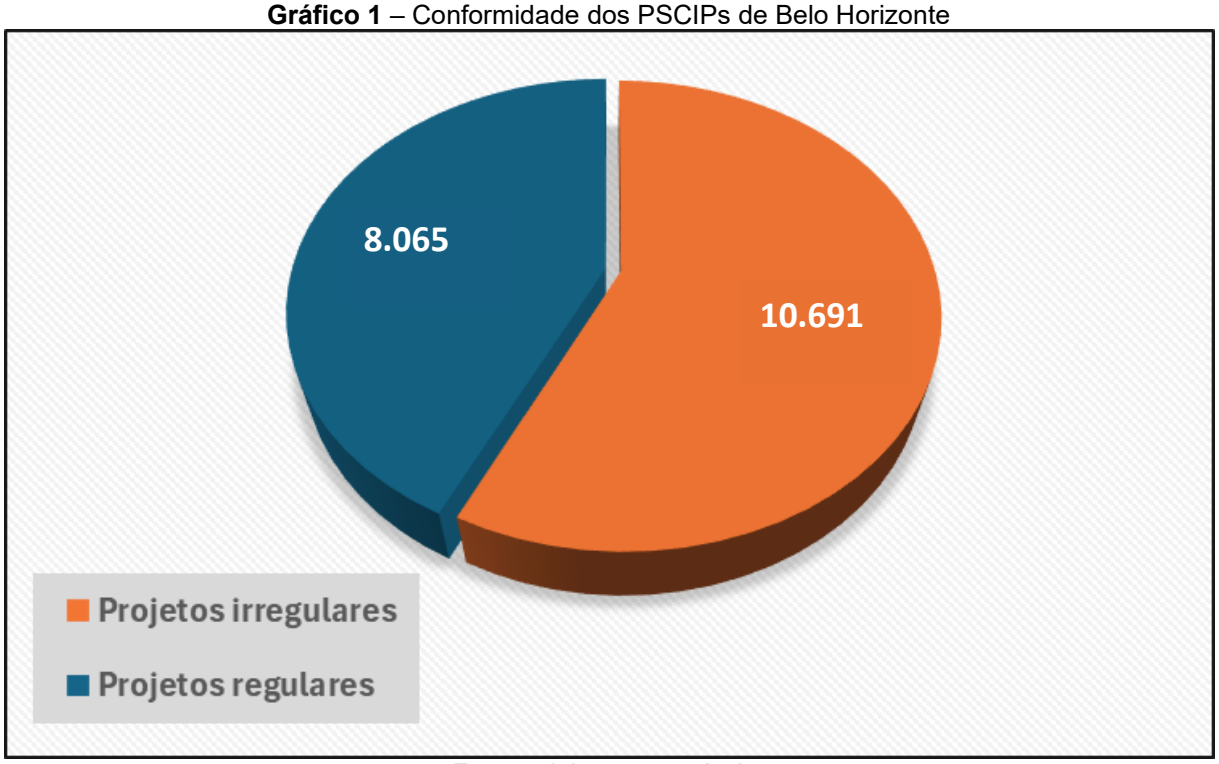


Fonte: elaboração própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que os sistemas de prevenção contra incêndio constituem um fator fundamental para a mitigação dos riscos de sinistros, a investigação concentrou-se nas edificações cadastradas no Infoscip que apresentavam situação irregular perante a legislação estadual vigente. Para tanto, o banco de dados das edificações localizadas em Belo Horizonte foi segmentado em duas categorias, regular e irregular, como apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Conformidade dos PSCIPs de Belo Horizonte



Fonte: elaboração própria.

A análise desses dados revelou a predominância de edificações irregulares em relação àquelas em conformidade com as normas de segurança contra incêndio. Segundo demonstrado, 57% das edificações de Belo Horizonte com projetos em tramitação no Infoscip não estão de acordo com a legislação de incêndio.

A irregularidade das edificações constitui um fator relevante que pode potencializar a ocorrência de incêndios urbanos. Nesse sentido, Falcão (2024) ressalta que a regularização das edificações representa uma medida essencial para reduzir a probabilidade de incêndios e minimizar seus danos.

Nesse cenário, haja vista a necessidade de gerenciamento de riscos urbanos, em especial aqueles associados a incêndios, a elaboração de mapas de ameaças emerge como uma estratégia essencial para otimizar as ações de prevenção. Essa abordagem instrumentaliza o planejamento e a execução de medidas voltadas à mitigação de desastres, conferindo-lhes maior eficiência.

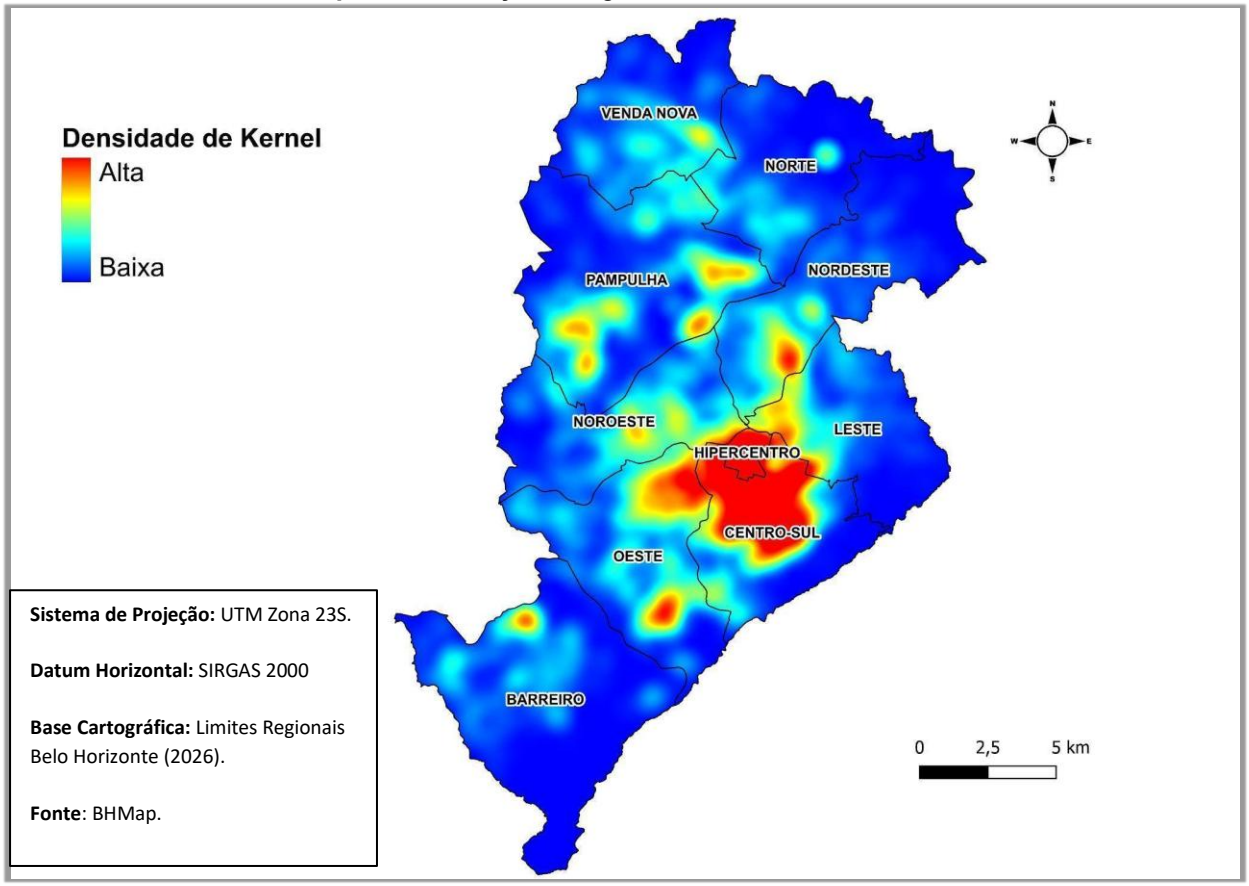
Tendo em vista o percentual elevado de edificações irregulares em Belo Horizonte, a aplicação do geoprocessamento para o direcionamento das ações do CBMMG corrobora a tese de Paz *et al.* (2011 *apud* Oliveira *et al*., 2020), ao demonstrar que o mapeamento espacial de riscos fundamentado em geotecnologias subsidia os gestores no desenvolvimento de estratégias integradas de prevenção, mitigação e controle de danos, consolidando-se como instrumento indispensável para o planejamento territorial em grandes áreas urbanas.

Sob essa mesma perspectiva, a qual considera a integração entre tecnologias de geoprocessamento e dados estatísticos como base para a tomada de decisões, Oliveira (2025) demonstra que essa combinação é fundamental para ampliar a eficácia das ações de GRD, particularmente no ambiente urbano de Minas Gerais, corroborando a importância do mapeamento de ameaças como um pilar da gestão proativa.

Nesse contexto, a aplicação do método de Kernel, por meio da elaboração de mapas de calor, mostrou-se um recurso eficaz para a visualização da concentração de edificações irregulares, permitindo identificar, de forma espacial e visual, as regiões que demandam maior atenção. Conforme destaca Oliveira (2025), a utilização de Sistemas de Informação Geográfica, associada à geração de mapas de calor, apresenta-se como uma ferramenta relevante, pois possibilita identificar áreas com maior incidência de ocorrências, algo de difícil constatação quando os dados estão restritos apenas às planilhas.

A partir dessa metodologia, ao mapear a distribuição e concentração espacial dos registros analisados, foi possível identificar a formação de regiões de concentração distribuídas pelo município, como consta no Mapa 1.

Mapa 1 – Edificações irregulares de Belo Horizonte



Fonte: elaboração própria.

Na Região de Venda Nova, observou-se uma concentração com intensidade média a alta, sobretudo em áreas de maior atividade comercial.

Na Região da Pampulha, destacaram-se pontos de alta concentração na porção leste, abrangendo os bairros Liberdade, Santa Rosa e Dona Clara, e na porção oeste, no bairro Castelo, onde foram registradas duas concentrações adjacentes.

Outro adensamento relevante foi identificado na porção da Região Sul da Pampulha, no bairro São Francisco. A elevada concentração de galpões irregulares identificada neste bairro pode estar relacionada não apenas à expressiva presença de edificações destinadas ao armazenamento e à atividade industrial, mas também à complexidade das exigências normativas aplicáveis a esse tipo de ocupação. Além disso, as medidas de segurança exigidas variam de acordo com as características da ocupação e dos materiais armazenados, fatores que podem aumentar a complexidade do processo de regularização e dos sistemas preventivos requeridos.

Outro fator que pode estar relacionado a esse cenário refere-se à flexibilidade de uso dos galpões comerciais e logísticos, visto que a substituição de inquilinos e a

alteração das atividades desenvolvidas na edificação podem influenciar a classificação da ocupação, a carga de incêndio e, consequentemente, as medidas de segurança exigidas pela legislação.

De acordo com Bastos e Gaspar (2020), a regularização de edificações já construídas tende a ser mais complexa e onerosa do que a incorporação das medidas de segurança contra incêndio e pânico ainda na fase de projeto. Isso ocorre em razão da necessidade de adequações e intervenções físicas para atendimento às exigências normativas, o que pode aumentar significativamente os custos e o tempo necessário para a regularização. Nesse contexto, o planejamento prévio das medidas de segurança mostra-se mais eficiente e economicamente vantajoso do que sua implementação após a conclusão da edificação.

Na Região Nordeste, verificou-se a predominância de edificações irregulares no bairro Cidade Nova, enquanto, no Barreiro, destacou-se uma grande concentração no núcleo comercial central. Já na porção oeste, o bairro Buritis apresentou aglomerações que se estendem em direção ao bairro Estoril, na Região Nordeste.

A área central do município, no entorno do hipercentro, apresentou a maior concentração de edificações irregulares, possivelmente em função da excessiva densidade construtiva e comercial. Essa aglomeração abrange parte significativa da Região Centro-Sul e se estende à Região Oeste, contemplando os bairros Barroca, Gutierrez e Prado.

A forte concentração de ameaças observada no vetor Centro-Sul de Belo Horizonte dialoga com os padrões identificados na literatura recente para áreas urbanas de alta densidade. Wei e Li (2026, p. 28) constatam que "Os resultados mostram que o risco de incêndio urbano está estreitamente relacionado à concentração espacial de instalações ligadas à população, incluindo espaços comerciais, residenciais e de uso vulnerável." A sobreposição do uso comercial intenso com edificações irregulares eleva consideravelmente a carga de incêndio efetiva sem as devidas medidas de proteção passiva e ativa.

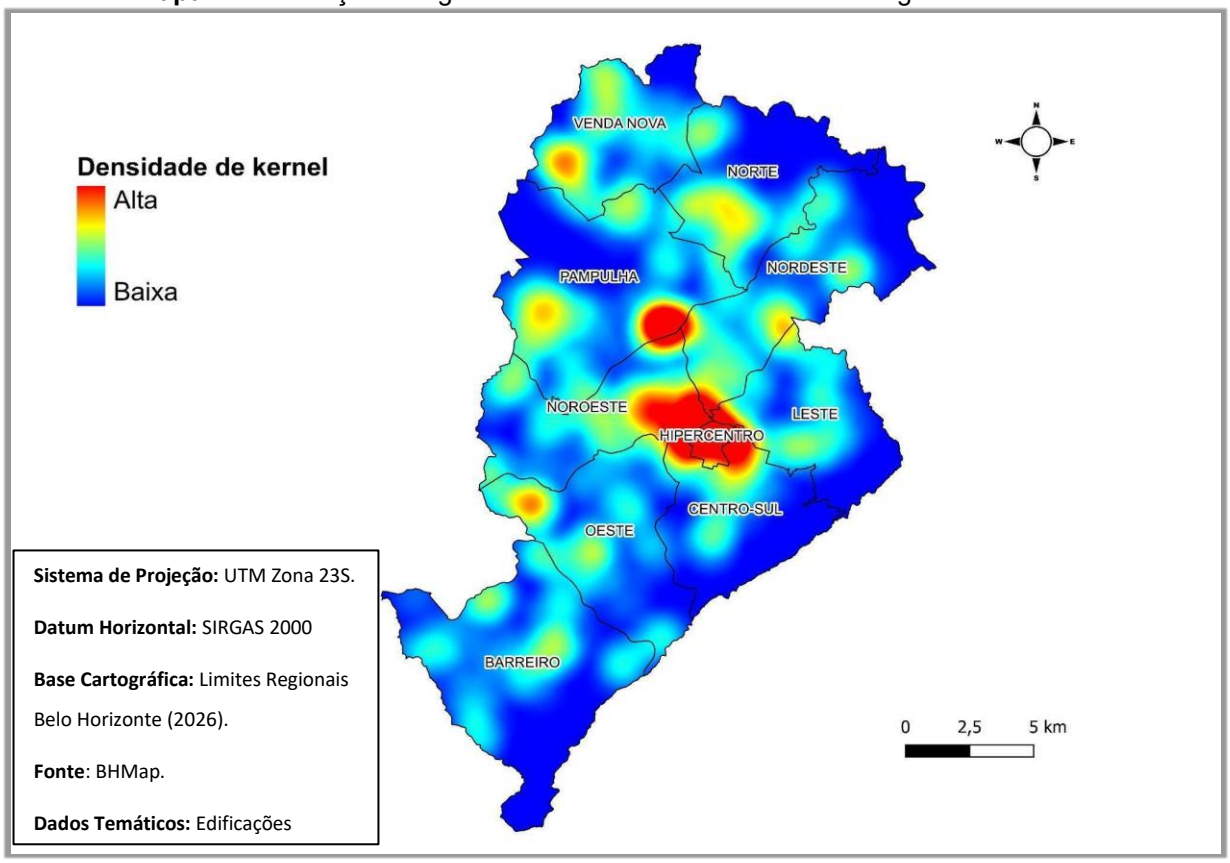
Na Região Central de Belo Horizonte, identificou-se uma aglomeração com aproximadamente 4.000 edificações irregulares, configurando um cenário de alto potencial de ameaça. Essa concentração pode estar relacionada à antiguidade das edificações da região, uma vez que o hipercentro de Belo Horizonte reúne grande quantidade de construções antigas e protegidas pelo patrimônio histórico, fator que

pode constituir uma das principais causas das dificuldades de regularização perante a legislação de segurança contra incêndio.

Kruger *et al*. (2017) apontam que as intervenções necessárias para adequação das edificações históricas frequentemente conflitam com as diretrizes de preservação patrimonial, tornando complexa a implementação das medidas exigidas pelas normas de prevenção e combate a incêndio. Considerando que o hipercentro abriga expressivo conjunto de imóveis históricos, muitos deles construídos anteriormente à vigência das atuais exigências normativas, é razoável inferir que a elevada concentração de edificações irregulares na região esteja associada, ao menos em parte, às limitações técnicas, arquitetônicas e legais impostas ao processo de adequação dessas edificações aos requisitos de segurança contra incêndio.

Com o propósito de estratificar a amostra, buscando evidenciar as edificações com maior potencial de ameaça em função da carga de incêndio, realizou-se o mapeamento das edificações irregulares que apresentam alta carga de incêndio, pelo município, como consta no Mapa 2.

Mapa 2 – Edificações irregulares de Belo Horizonte com alta carga de incêndio



Fonte: elaboração própria.

Conforme esperado, a representação da densidade espacial dos registros examinados demonstrou que a Região Central concentrou a maior parte dessas edificações, seguida pelo bairro São Francisco, na Região da Pampulha, corroborando a tendência já identificada no mapeamento anterior.

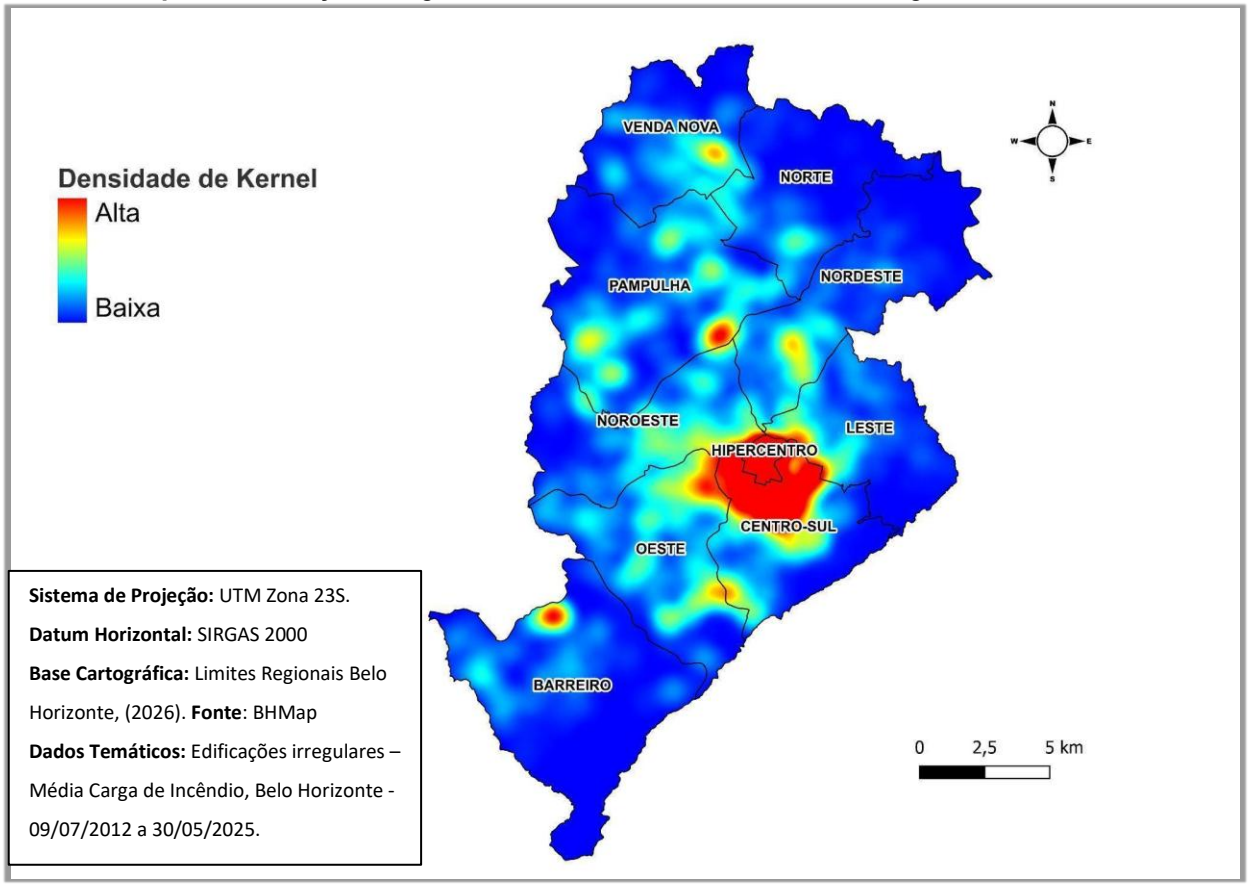
Observou-se, ainda, que, na Região de Venda Nova, a concentração é mais expressiva na porção oeste, especialmente nos bairros Céu Azul e Jardim Leblon. Na Região da Pampulha, destacou-se o bairro Santa Terezinha, que apresentou densidade de edificações irregulares variando de média a alta. De modo semelhante, na Região Nordeste de Belo Horizonte, verificou-se concentração significativa entre os bairros Dom Joaquim Penha e Santa Inês.

Na Região Oeste, ressalta-se a excessiva concentração de edificações irregulares situadas entre os bairros Camargos e Jardinópolis, configurando outro ponto crítico de ameaça no perímetro urbano.

A irregularidade das edificações com alta carga de incêndio configura-se como um fator de preocupação, em virtude da expressiva quantidade de material combustível disponível para queima em eventual sinistro. Falcão (2024) destaca que quase metade das ocorrências de incêndio apresentam duração superior a uma hora, período em que um ou mais recursos da corporação permanecem indisponíveis para o atendimento de novas demandas. Tal constatação reforça a relevância do mapeamento realizado, uma vez que este subsidia o gerenciamento de risco voltado à prevenção de incêndios, contribuindo para a otimização da alocação de recursos e a redução da vulnerabilidade urbana.

Nesse mesmo direcionamento, após a análise das edificações com alta carga de incêndio, procedeu-se à etapa de estratificação da amostra, realizando o mapeamento das edificações irregulares com carga de incêndio classificada como média, demonstrado no Mapa 3.

Mapa 3 - Edificações irregulares de Belo Horizonte com média carga de incêndio



Fonte: elaboração própria.

A análise da representação espacial dos registros permitiu identificar que a Região Central permanece como a área de maior aglomeração dessas edificações, se estendendo em direção aos bairros Carlos Prates e Padre Eustáquio. A Região do Barreiro, bairro São Francisco e centro comercial de Venda Nova também apresentam grande concentração de edificações com estas características. Contudo, observa-se uma redução no raio de abrangência em comparação ao primeiro mapeamento, que considerava todas as edificações irregulares.

Na Região Oeste e Centro-Sul, constatou-se uma concentração significativa entre os bairros Estoril e Santa Lúcia, estendendo-se em direção ao sudoeste, no bairro Buritis. Na Região da Pampulha, identificou-se uma concentração de intensidade média abrangendo os bairros Serrano, Castelo e Santa Tereza. Destaca-se, ainda, uma concentração variando de média a alta entre os bairros Ipiranga e União, com expansão em direção ao bairro Cidade Nova, na Região Nordeste do município.

Nesse contexto, o risco decorrente da irregularidade das edificações é evidenciado por Falcão (2024), ao investigar os incêndios urbanos atendidos pelo CBMMG entre 2018 e 2023. Em seu estudo, verificou-se que 75% das edificações sujeitas à aplicação da legislação de Segurança Contra Incêndio e Pânico (SCIP) encontravam-se em situação irregular, revelando a magnitude da vulnerabilidade existente.

Dessa forma, o mapeamento de ameaças apresenta-se como uma ferramenta estratégica para a atuação preventiva, constituindo-se em uma das ações voltadas à redução da probabilidade de acidentes e desastres, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) (Brasil, 2023).

O mapeamento de calor gerado pelo KDE pode servir como um dos subsídios para ajustar estratégias de ações preventiva, para uma cobertura espacial mais adequada, segundo Wei e Li (2026), integrar múltiplas dimensões para avaliação de riscos urbanos é primordial, como considerar efeitos lineares e interações entre variáveis, incorporando vários elementos de forma a proporcionar uma análise e uma compreensão mais detalhada de como diferentes fatores influenciam as ameaças de incêndio urbano.

Assim, o adensamento de zonas de alto risco no mapa de calor pode servir como um indício para a priorização de ações de fiscalização direcionadas, de forma preventiva, às áreas de maior vulnerabilidade de Belo Horizonte. Nesse sentido, o mapeamento pode assumir um papel de apoio à gestão preventiva, ao proporcionar maior precisão na definição das ações de controle de risco e contribuir para o fortalecimento da capacidade de resposta do CBMMG.

Em suma, a espacialização dos achados em Belo Horizonte converge com padrões descritos na literatura científica sobre a aplicação do geoprocessamento à segurança contra incêndios. O adensamento de registros nas áreas centrais e em regiões caracterizadas por elevada densidade de atividades urbanas e comerciais apresenta convergência com os resultados de Wei e Li (2026), que identificaram associação entre a distribuição espacial de fatores relacionados ao risco de incêndio e a aglomeração de atividades urbanas.

Da mesma forma, a aplicação do estimador de Kernel mostrou-se adequada para evidenciar padrões de concentração espacial, em consonância com os resultados apresentados por Koutsias, Balatsos e Kalabokidis (2014) e Thakare e

Tajne (2025), os quais demonstram a utilidade dessa técnica na representação espacial de fenômenos relacionados aos incêndios.

Esses resultados evidenciam a capacidade da metodologia em transformar informações disponíveis no Infoscip em representações espaciais capazes de evidenciar concentrações territoriais relevantes para a prevenção de incêndios urbanos. Sob a perspectiva da gestão pública, a espacialização dos dados pode fornecer subsídios para análises territoriais, definição de áreas prioritárias e planejamento de ações preventivas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo verificar a viabilidade da utilização de informações do banco de dados do Infoscip, incluídos a um Sistema de Informação Geográfica, para a espacialização de edificações irregulares com potencial de ameaça à ocorrência de incêndios urbanos no município de Belo Horizonte. Os resultados corroboraram a hipótese de que a integração entre os dados do Infoscip e as ferramentas de geoprocessamento permite representar espacialmente a distribuição das edificações irregulares e identificar concentrações associadas à carga de incêndio, demonstrando a viabilidade da abordagem proposta.

A pesquisa possibilitou avaliar a qualidade e a aplicabilidade dos dados disponíveis no Infoscip para uso em ambiente SIG, bem como mapear as edificações segundo sua situação de regularidade e sua carga de incêndio. Nesse processo, a etapa de geocodificação mostrou-se relevante para ampliar a quantidade de registros passíveis de representação espacial. A aplicação da técnica KDE, por sua vez, permitiu evidenciar padrões de concentração das edificações irregulares e diferenciar sua distribuição de acordo com a carga de incêndio, contribuindo para uma interpretação territorial dos dados.

Entre os principais resultados, destaca-se a identificação de que 57% dos projetos considerados no período pesquisado encontravam-se em situação irregular no Infoscip. O mapeamento evidenciou uma concentração expressiva dessas edificações na região central de Belo Horizonte, especialmente no entorno do Hipercentro, onde foram identificados aproximadamente 4.000 registros. A estratificação pela carga de incêndio também revelou padrões espaciais distintos: as edificações classificadas com alta carga de incêndio concentraram-se principalmente

no Hipercentro e em áreas caracterizadas por atividades comerciais, enquanto aquelas com carga média apresentaram distribuição mais dispersa, com concentrações também observadas na região do Barreiro e nos bairros Buritis, Estoril e Santa Lúcia.

A concentração observada na Região Central também permite levantar hipóteses sobre a influência das características do parque edificado e da dinâmica de ocupação do território. A presença de edificações antigas ou históricas e, em determinados casos, submetidas a restrições relacionadas à preservação patrimonial pode constituir uma hipótese explicativa para parte do padrão identificado, em consonância com as discussões apresentadas por Krüger *et al*. (2017).

Da mesma forma, aspectos relacionados à ocupação e à rotatividade de usos em determinadas áreas, incluindo galpões industriais situados em eixos de escoamento, podem contribuir para a compreensão de padrões territoriais observados, conforme discutido por Bastos e Gaspar (2020). Entretanto, essas relações constituem hipóteses e inferências territoriais, não tendo sido diretamente testadas nesta pesquisa e, portanto, demandam validação analítica em estudos posteriores.

Do ponto de vista metodológico, o estudo demonstra que a integração entre os dados do Infoscip e as geotecnologias constitui uma alternativa viável para ampliar a capacidade de análise espacial das informações relacionadas à segurança contra incêndio. A possibilidade de localizar as edificações irregulares, classificá-las segundo a carga de incêndio e visualizar suas concentrações territoriais representa um ganho para a interpretação dos dados e cria condições para exames mais direcionados. O emprego do KDE mostrou-se particularmente útil nesse processo, ao permitir uma representação contínua das concentrações espaciais e facilitar a identificação de áreas com maior densidade de registros.

Embora os resultados demonstrem a aplicabilidade da metodologia, algumas limitações devem ser consideradas. A investigação foi restrita aos registros disponíveis no Infoscip, não abrangendo edificações sem PSCIP protocolado e, no período estudado, dados consolidados do módulo de fiscalização. Também foram identificadas limitações relacionadas à geocodificação de parte dos registros e ao caráter temporal da base verificada. Além disso, os padrões de concentração obtidos pelo KDE estão condicionados aos parâmetros empregados na análise, especialmente o raio de busca e a resolução espacial. Essas limitações, contudo, não

inviabilizam a abordagem proposta, mas indicam aspectos importantes para o aprimoramento de sua aplicação em estudos futuros.

É importante destacar que os resultados obtidos não correspondem à elaboração de um mapa completo de risco de incêndio urbano. A metodologia desenvolvida permitiu espacializar edificações irregulares e representar padrões territoriais associados ao potencial de ameaça, constituindo uma etapa que pode integrar avaliações de risco mais abrangentes. Para isso, torna-se necessária a incorporação de outras dimensões, como vulnerabilidade, exposição, dados de fiscalização e registros de ocorrências de incêndios.

Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se o cruzamento dos dados do Infoscip com informações provenientes das fiscalizações realizadas pelo CBMMG, dos registros de ocorrências de incêndios urbanos e de outras bases capazes de caracterizar as condições de vulnerabilidade e exposição existentes no território. Também são pertinentes estudos que avaliem a influência de diferentes parâmetros do KDE e a aplicação da metodologia em outros municípios, permitindo verificar sua consistência e adaptabilidade a diferentes contextos urbanos.

Assim, os resultados alcançados demonstram que a integração entre o Infoscip e as geotecnologias é viável para a espacialização de edificações irregulares e para a identificação de padrões territoriais associados ao potencial de ameaça de incêndios urbanos. A metodologia empregada permitiu transformar dados administrativos em informações espacialmente organizadas e visualmente interpretáveis, evidenciando concentrações territoriais que podem subsidiar análises e estratégias de prevenção.

A convergência dos padrões encontrados com resultados apresentados na literatura reforça a aplicabilidade do geoprocessamento e do método de Kernel nesse contexto, enquanto a possibilidade de integração futura com dados de fiscalização, ocorrências, vulnerabilidade e exposição estabelece perspectivas para o desenvolvimento de avaliações mais abrangentes. Dessa forma, o estudo oferece uma contribuição metodológica e prática para o emprego de geotecnologias na segurança contra incêndio, ao mesmo tempo em que estabelece uma base para o aprimoramento das estratégias de prevenção e para novas investigações sobre a distribuição territorial das ameaças de incêndios urbanos.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Jonatas Neilson Silva; GASPAR, Geisla Aparecida Maia Gomes. **Regularização da segurança contra incêndio e pânico de uma edificação construída:** estudo de caso de uma indústria em Campo Belo - MG. Varginha: Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2020. Disponível em: http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1321. Acesso em: 12 jun. 2026.

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. **BHMap**. Disponível em: https://bhmap.pbh.gov.br/. Acesso em: 22 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023**. Brasília/DF: Presidência da República, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14750.htm. Acesso em: 25 jul. 2025.

CÂMARA, Gilberto *et al*. **Análise espacial de áreas.** Análise espacial de dados geográficos, EMBRAPA, Brasília, 2004, v. 2, 2004. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/. Acesso em: 8 ago. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica nº 01:** procedimentos administrativos. 10. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2025a. Disponível em: https://bombeiros.mg.gov.br/storage/files/shares/intrucoestecnicas/IT_01_10a_Ed_Portaria_78_2025_Emenda_01.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Instrução Técnica nº 09**: procedimentos administrativos. 2. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2020. Disponível em: https://bombeiros.mg.gov.br/storage/files/shares/intrucoestecnicas/IT_09_2a_Ed_PUBLICADA.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Manual do Sistema de Informações do Serviço de Segurança Contra Incêndio e Pânico - Infoscip:** Módulo Responsável Técnico. 2. ed. [Belo Horizonte.]: CBMMG, 2024. 109 p. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1NAOTyV7B-kDdswXFnARoyAooAvQrJ42F/view. Acesso em: 7 ago. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Painel de gestão do SSCIP**. 2025b. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzNkZmQ0MzEtYzI2OC00ZDZiLWE5ODMtNTk5ZDM0ZjcxM2IyIiwidCI6Ijk4NTgxNWEzLWI3NDMtNGZhNC1hODMwLTZkODJhOTk1Y2FhZiJ9. Acesso em: 20 set. 2025.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Plano de Comando do**

CBMMG 2015/2026. 6. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2025c. 73p.
CORRÊA, Cristiano *et al*. Mapeamento de Incêndios em Edificações: um estudo de caso na cidade do Recife. 2015. 20 p. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, v. 2, n. 3, p. 15-34, dez. 2015. ISSN 2358-6508. Disponível em: https://doi.org/10.18256/2358-6508/REC-IMED.V2N3P15-34. Acesso em: 20 jun. 2024.

DUARTE, Thiago Lacerda. **Segurança contra incêndio e pânico em edifícios com ocupação mista:** definição das medidas de segurança para usos residencial e comercial. 2010. 98 p. Trabalho Técnico (Especialização em Normalização de Segurança Contra Sinistro e Pânico) - Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/158.pdf. Acesso em: 11 jul. 2025.

FALCÃO, Gustavo Moraes. **Perfil de ocorrências de incêndio em edificações atendidas pelo CBMMG de 2018 a 2023**. 2024. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Perícia de Incêndio e Explosões) - Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/1308.pdf. Acesso em: 7 jul. 2025.

FERREIRA, Paulo César Pêgas. **Uma proposta de tratamento dos dados sobre acidentes nas rodovias federais brasileiras com vistas a atuar preventivamente na redução de sua ocorrência**. 2017. 183 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/10301/1/877243.pdf. Acesso em: 11 jul. 2025.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo, Atlas, 2002. 176p.

GOOGLE. **Google Earth.** Versão 7.3.4.8248. Mountain View: Google LLC, 2020. Software.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022:** população e domicílios - primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. 75 p. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/apps/pgi/#/home. Acesso em: 30 jul. 2025.

KOUTSIAS, Nikos; BALATSOS, Panagiotis; KALABOKIDIS, Kostas. *Fire occurrence zones: kernel density estimation of historical wildfire ignitions at the national level, Greece.* **Journal of Maps**, v. 10, n. 4, p. 630-639, 2014. DOI: https://doi.org/10.1080/17445647.2014.908750. Acesso em: 21 set. 2026.

KRÜGER, Paulo Gustavo Von; *et al*. **Desafios da ciência do incêndio e o patrimônio cultural no Brasil**. Congresso internacional sobre patologia e reabilitação das construções, 2017. Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/2580d8f3-4772-4f53-976f-6d501eeb809c. Acesso em: 12 jun. 2026.

LIMA, Leonardo Cangussu. **Impacto do INFOSCIP na eficácia do trabalho no 11°**

Batalhão de Bombeiros Militar e região. 2019. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Segurança Pública) - Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/728.pdf. Acesso em: 11 jul. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**.5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 312p.

MICROSOFT. **Excel**. Versão 16.0.4266.1001. Microsoft Corporation, 2016. Arquivo de computador.

MINAS GERAIS. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 1989. Disponível em: https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/leis/legislacao-mineira/lei/texto/print.html?tipo=CON&num=1989&ano=1989&comp=&cons=1. Acesso em: 11 jul. 2025.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.998, de 26 de junho de 2020**. Belo Horizonte, MG: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2020. Disponível em: https://bombeiros.mg.gov.br/storage/files/shares/decretos/Decreto_47.998_atualizado.pdf. Acesso em: 7 ago. 2025.

MINAS GERAIS. **Lei n° 14.130, de 19 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências. Belo Horizonte, p.4, 2001. Disponível em: https://bombeiros.mg.gov.br/storage/files/shares/leis/lei_14130.pdf. Acesso em: 7 ago. 2025.

NEGRISOLO, Walter. **Arquitetando a segurança contra incêndio**. 2011. 415 p. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-30052012-155902/publico/Arquitetando_a_Seguranca_Contra_Incendio_Rv.pdf. Acesso em: 16 jul. 2025.

OLIVEIRA, André Luiz Ávila de; SANTOS, Jaqueline dos. Análise geoestatística dos acidentes automobilísticos como parâmetro para as ações de gestão do risco de desastres do CBMMG. **Vigiles**, Belo Horizonte, Brasil, v. 8, n. 1, p. 1–44, 2025. DOI: 10.56914/vigiles.v8n1a3. Disponível em: https://vigiles.bombeiros.mg.gov.br/index.php/cbmmg/article/view/45. Acesso em: 3 jul. 2025.

OLIVEIRA, Víncler Fernandes Ribeiro; DOS SANTOS DA SILVA, Edson Rodrigo; VICK, Erivelton Pereira; MACHADO DA SILVA, Bruno Henrique; DA ROCHA LIMA, César Gustavo; BACANI, Vitor Matheus. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de risco a incêndios. **Revista Brasileira de Geografia Física**, *[S. l.]*, v. 13, n. 3, p. 1194–1212, 2020. DOI: 10.26848/rbgf.v13.3.p1194-1212. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/243340. Acesso em: 21 set. 2026.

QGIS PROJECT. **QGIS Geographic Information System**: version 3.4 Bratislava. [S.l.]: QGIS Project, 2018.

QUADROS, Ricardo Augusto Ferreira. **Uma visão do serviço contra incêndio e pânico frente aos desastres tecnológicos**. 2024. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão e Proteção e Defesa Civil) - Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/1292.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.

ROSA, Roberto. Análise espacial em geografia**. Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 7, n. 01, p. 275–289, 2011. DOI: 10.5418/RA2011.0701.0023. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/6571. Acesso em: 10 jul. 2025.

SCHUNIG, Fernando Raimundo. **Políticas públicas em educação e prevenção contra incêndio e pânico**: formulação de mecanismos de avaliação e controle. 2015. 172 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/3529. Acesso em: 7 jul. 2025.

SHINOHARA, Eduardo Jun *et al*. Caracterização de padrões do comportamento espacial de veículos (monitorados) em movimento - PCEVM. **Journal of Transport Literature**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 15-19, jul. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2238-1031.jtl.v9n3a3. Acesso em: 8 ago. 2025.

THAKARE, Kirti V.; TAJNE, Kiran M. A comprehensive review of geographic information systems (GIS)-based methodologies for urban fire risk assessment. **Cureus Journal of Engineering**, v. 2, e44388-024-02916-y, 2025. DOI: https://doi.org/10.7759/s44388-024-02916-y. Acesso em: 21 set. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Capacitação em gestão de riscos**. 2. ed. Porto Alegre: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres, 2016. 270 p.: il. color. ISBN 978-85-66094-15-2. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Carlos-Silva-Filho/publication/322801189_Capacitacao_em_gestao_de_riscos/links/5a70a5a8458515015e63f115/Capacitacao-em-gestao-de-riscos.pdf. Acesso em: 20 jul. 2025.

WEI, Yunlong; LI, Hu. Analysis of Factors Influencing Fire Risk in High-Density Urban Areas Based on the CatBoost-SHAP Model. **Land**, v. 15, n. 5, art. 796, p. 1-31, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/land15050796. Acesso em: 22 set. 2026.

XAVIER, Fabrício Rocha. **Estudo do processo de licenciamento de edificações por projeto técnico simplificado na gestão do serviço de segurança contra incêndio e pânico de Minas Gerais**. 2020. 78 p. Monografia (Especialização em Gestão, Proteção e Defesa Civil) - Fundação João Pinheiro, Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/898.pdf. Acesso em: 25 jul. 2025.

XAVIER, Fabrício Rocha. **Sistema de informações do serviço de segurança contra incêndio e pânico - Infoscip**: estudo de caso sobre as oportunidades de melhoria para a emissão do AVCB digital. 2013. 24 p. Monografia (Especialização

em Prevenção Contra Incêndios e Explosões) - Centro Universitário Una, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: https://intranet.bombeiros.mg.gov.br/files/tccs/169.pdf. Acesso em: 25 jul. 2025.