

# Diagnóstico de segurança contra incêndio em edificações no estado do Espírito Santo e geotecnologias de gestão

## *Fire safety diagnosis in buildings in the state of espírito santo and management geotechnologies*

Maj. QOBM/Comb. Felipe Patrício das Neves<sup>1</sup>  
Cel. QOBM/Comb. Alexandre dos Santos Cerqueira<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Nilton César Fieldler<sup>3</sup>  
Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos<sup>4</sup>  
Profª. Dra. Elaine Cristina Gomes da Silva<sup>5</sup>  
Maj. QOBM/Comb. Siwamy Reis dos Anjos<sup>6</sup>

### RESUMO

A legislação de Segurança Contra Incêndio (SCI) do Espírito Santo, assim como de outras unidades federativas do país, modernizou-se bastante nas últimas décadas. Não obstante, incêndios ainda são registrados anualmente, bem como suspeita-se de um grande número de edificações a margem das normas. Diante desse cenário e dos avanços tecnológicos frequentes, se tem como hipótese que diversas ferramentas computacionais poderiam otimizar a gestão dos serviços de SCI, para redução de tais índices. Assim, esta pesquisa objetivou diagnosticar a situação das edificações no Estado em 2017, propor ferramentas de gestão como índices estadual e municipal de SCI, e uso de mapas temáticos e de calor, para destacar regiões críticas, no intuito de otimizar ações dos órgãos competentes. Para isso, foram utilizados registros do Sistema Integrado de Atividades Técnicas (SIAT), bem como software de geoprocessamento QGIS, em interporlações e confecções de mapas. Sendo assim, este estudo classificou-se como pesquisa quantitativa, documental e aplicada. Como resultado, para o índice estadual de SCI obteve-se 29,48% de edificações regulares, além de índices específicos para cada um dos 78 municípios. Os mapas obtidos demonstraram satisfatoriamente áreas de maior criticidade e prioridade de ações, propondo-se, inclusive, ações específicas por região. Por fim, de forma inédita estimou-se em cerca de 31 milhões de reais o valor das taxas não arrecadadas de imóveis em situação irregular, que poderiam ser investidos na própria segurança pública. Decerto, as ferramentas propostas foram consideradas viáveis pelo baixo investimento necessário, ineditismo na área preventiva, rápida obtenção de informações e possibilidade de uso em novas áreas e Corpos de Bombeiros de todo país.

**Palavras-chave:** segurança pública; licenciamento; incêndio urbano.

### ABSTRACT

*Fire safety legislation (SCI) in Espírito Santo, as in other states in the country, has modernized considerably in recent decades. Nevertheless, fires are still reported every year, and there is a suspicion that a large number of buildings are not in compliance with the rules. Given this scenario and the frequent technological advances, it is hypothesized that various computer tools could optimize the management of SCI services in order to reduce these rates. This research aimed to diagnose the situation of buildings in the state in 2017, propose management tools such as state and municipal SCI indexes, and use thematic and heat maps to highlight critical regions in order to optimize the actions of the competent bodies. To this end, records from the Integrated System of Technical Activities (SIAT) were used, as well as QGIS geoprocessing software for interpolation and map making. This study was therefore classified as quantitative, documentary and applied research. As a result, for the state SCI index, 29.48% of regular buildings were obtained, in addition to specific indexes for each of the 78 municipalities. The maps obtained satisfactorily demonstrated the areas of greatest criticality and priority for action, even proposing specific actions by region. Finally, in an unprecedented way, an estimate was made of around R\$31,000,000 in uncollected fees from properties in an irregular situation, which could be invested in public security itself. Certainly, the proposed tools were considered viable due to the low investment required, the unprecedented nature of the preventive area, the rapid collection of information and the possibility of using them in new areas and Fire Departments across the country.*

**Keywords:** public security; licensing; urban fire.

<sup>1</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5190223375121058> / <https://orcid.org/0000-0001-5393-6521>

<sup>2</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0295365714362377>

<sup>3</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8699171075880935> / <https://orcid.org/0000-0002-4376-3660>

<sup>4</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7125826645310758> / <https://orcid.org/0000-0003-2617-9451>

<sup>5</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1675286065721578> / <https://orcid.org/0000-0003-4214-2042>

<sup>6</sup> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1486801322624607> / <https://orcid.org/0000-0002-0483-9204>

## 1 Introdução

A legislação de segurança contra incêndio (SCI) do estado do Espírito Santo passou por uma série de modernizações nas últimas décadas, assim como em outras unidades da Federação. Ainda assim, conforme dados da Gerência de Estatística e Análise Criminal da Secretaria de Segurança Pública do Espírito Santo (GEAC), citado por Cunha, Lugon e Bona (2020), entre 2015 e 2017 registraram-se 16.463 atendimentos a incêndios em todo o Estado. Nesse contexto, nota-se que, atualmente, existem inúmeras geotecnologias que poderiam mitigar e contribuir para o serviço de gestão de prevenção, visto que oferecem uma série de recursos como mapas temáticos, de calor, dentre outros, no intuito de avaliar a aplicabilidade normativa e buscar constantemente a melhoria de seus processos. Como afirmou Deming (1990), não se pode gerenciar o que não se mede e não há sucesso no que não se gerencia. Assim, avaliando a situação em tempo real das edificações e monitorando o perfil de adesão às normas por região e no estado, permite-se potencializar os serviços prestados pela Corporação à sociedade.

Desse modo, esta pesquisa objetivou inicialmente diagnosticar a situação das edificações no ano de 2017 quanto à obtenção da licença do Corpo de Bombeiros Militar e também apresentar ferramentas de gestão para os serviços de prevenção, baseadas em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com a utilização de determinados softwares (QGIS versão 3.16), o estudo se propõe a informar a situação das edificações em todo o Estado, para comparações regionais e locais, a fim de subsidiar dados para os gestores na tomada de decisões estratégicas para melhoria dos índices, pois refletirão diretamente para o aumento de segurança para a população. São elaborados mapas para análise de distribuição espacial das edificações regulares e irregulares nas cidades e bairros, com ênfase nas áreas críticas de maior densidade.

Dessa forma, permite-se destacar regiões que, em tese necessitariam de maior atenção dos gestores públicos de prioridade quanto à ações preventivas e fiscalizadoras. Por fim, foi possível obter, na fase de diagnóstico, a

repercussão financeira da demanda reprimida de serviços de prevenção no estado. Em função da permanência de edificações às margens da lei, essa medida será muito importante, pois destacará o quanto poderia ser revertido como investimentos na área de segurança emergencial e preventiva do Corpo de Bombeiros Militar. De maneira geral, utilizou-se no estudo as metodologias de pesquisa do tipo qualitativa, documental e aplicada.

O estudo foi devidamente planejado e subdivido nas etapas de referencial teórico, delimitação da área de abordagem, coleta de dados necessários para a pesquisa e emprego das ferramentas e metodologias adotadas: indicador de segurança, mapas e repercussão financeira, das taxas não recolhidas de imóveis irregulares quanto à legislação de SCI, e, por fim, as etapas de resultados, discussões e considerações finais.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Referencial teórico

As legislações de segurança contra incêndio no Brasil surgiram a partir de dois grandes incêndios na década de 70, na cidade de São Paulo (MORAIS, 2013). O primeiro em 1972, no Edifício Andraus, de 31 andares, registrando 16 mortes. O segundo incêndio, em 1974, deu-se no Edifício Joelma, que apesar de menor altura, 23 andares, registrando lamentavelmente 189 óbitos (FABIAN; SOUZA, 2020; LUGON et al., 2018; SEITO et al., 2008; ZAGO; JUNIOR; MARIN, 2015). Para Brentano (2015) e Alves (2005), a partir daí, deflagrou-se uma corrida contra o tempo para criação de novas legislações de segurança contra incêndio e pânico.

No Espírito Santo, a legislação de prevenção contra incêndios em edificações foi criada a partir da Lei nº 3.218, de 20 de julho de 1978, e do Decreto nº 2.125-R, de 12 de setembro de 1985, instituindo o Código Estadual de Segurança contra Incêndio e Pânico (LOIOLA, 2010). Desde então, para determinadas ocupações, a regularização de prédios passou a ser exigida pelo Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES), órgão criado desde 1912, por meio da Lei nº

874, de 26 de dezembro (NEVES; PORTO, 2017). Devido aos benefícios relacionados à prevenção e supressão de incêndios, os bombeiros de todos os continentes têm concentrado esforços para melhorar seu serviço de prevenção de incêndios, conhecendo seus efeitos catastróficos e as inúmeras perdas que podem ocorrer (MAINARDES; CERQUEIRA; VASSOLER, 2016).

Em 2009, por meio da Lei nº 9.269, de 21 de julho (ESPÍRITO SANTO, 2009a) e o Decreto nº 2.423, de 15 de dezembro (ESPÍRITO SANTO, 2009b), a legislação estadual de incêndios passou a receber ajustes com maior frequência, o que contribuiu para o dinamismo na tramitação dos processos e a transparência em relação aos critérios exigidos. Porém, mesmo com tais avanços, ainda não foi possível estimar dentre as edificações registradas no Sistema Integrado de Atividades Técnicas (SIAT), ferramenta de gestão on-line dos serviços de prevenção, o percentual de imóveis que se encontrava fora das normas vigentes. Entende-se que seja muito importante que os legisladores norteiem os trabalhos de atualização normativa por índices e ferramentas auxiliares, para adoção de novas estratégias e promoção da melhoria contínua da segurança nas edificações.

Para Alonso (1999), existe o risco de instituições, como o CBMES, de atingirem elevados padrões de eficiência na prestação de seus serviços, porém sem serem eficazes; ou seja, sem atingirem os objetivos de sua existência. Isso também se deve ao fato de que, infelizmente, não existe na sociedade uma cultura voltada para a prevenção de riscos, principalmente o risco de incêndio (ALMEIDA JÚNIOR, 2002), e que incêndios urbanos estão cada vez mais frequentes em todo o mundo (CORRÊA et al., 2015).

Todavia, conforme Brewer e Hupe (2007), muitos pesquisadores no mundo estão se preocupando com o desempenho dos setores públicos. E a Administração Pública se encontra em constante processo de modernização em busca de eficiência, eficácia e celeridade, sem que o Estado passe a ser um peso para a sociedade (SANTANA, 2018). Nessa ênfase, para Pinheiro (2017), quanto às estratégias de melhoria da eficiência na administração

pública, busca-se tanto a eficácia quanto à economicidade dos atos.

É preciso alcançar os objetivos por meios mais econômicos para que se considere o serviço eficiente (TORRES, 2004). Além disso, o setor público deve fornecer serviços mais eficientes e eficazes à sociedade, fomentando, para isso, a modernização de suas agências e do governo (CAEMMERER; WILSON, 2011). Para Daft (1999), às vezes a eficiência conduz à eficácia, ainda que, em algumas organizações, as duas não estejam relacionadas. Destacou que organizações podem ser altamente eficientes, porém não eficazes, e altamente eficazes, alcançando suas metas almejadas, porém sem serem eficientes.

Quanto ao emprego de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), já faz tempo que desempenham papel muito importante na análise de dados para revelar relações, padrões, tendências dentre outros, que normalmente não conseguimos identificar diretamente nos mapas (LONGLEY et al., 2005). Além disso, permite visualizar informações em diversos formatos, possibilitando a organização e georreferenciamento de dados, integração de fontes, e condições de análise e criação de cenários diversos (CÂMARA et al., 2004; COWEN, 1990).

Muitas instituições estão implementando, em seus processos e serviços, ferramentas baseadas em SIG. Permite aos gestores públicos a interpretação da realidade espacial urbana, visualizando e manipulando dados de diferentes fontes, possibilitando direcionar e racionalizar recursos públicos (CAVATORTA; PEREIRA; CALDANA, 2020). Outro conceito muito importante relacionado ao tema é o de geoprocessamento, que se define como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais utilizadas no tratamento das geoinformações (SOUZA NETO et al., 2021), altamente empregadas em diversas pesquisas.

## 2.2 Áreas de estudo

A área em estudo compreende o estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 17°53'29 " e 21°18'03 " de latitude sul e os meridianos 39°41'18 " e 41°52'45 " de longitude Oeste de

Greenwich, com área total de 46.052,64 km<sup>2</sup>. O estado faz fronteira com o Oceano Atlântico ao leste, os estados da Bahia ao norte, Minas Gerais a oeste e Rio de Janeiro ao sul (Figura 1). Outra área em estudo compreende a capital do estado, a cidade de Vitória. Ela está a 20°19'09" de latitude sul e 40°20'50" de longitude oeste de Greenwich e uma área total de 97.123 km<sup>2</sup>.

Fig. 1 – Áreas de estudo: estado do Espírito Santo e sua capital, Vitória



Fonte: Os autores.

### 2.3 Coleta de dados

Foram utilizados registros de edificações e áreas de risco da base de dados SIAT, fornecidos pelo Departamento de Apoio Logístico (DAL) do CBMES, por meio da Gerência de Tecnologia da Informação (GTI), do ano de 2017. Além disso, foram utilizados mapas em formato vetorial (shapefile), obtidos do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), abrangendo todo o território estadual, e também seus municípios.

### 2.4 Indicador de segurança contra incêndio

Dentre as propostas abordadas, a primeira foi a adoção de um indicador que represente em percentual a situação de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, por município e também em âmbito estadual, utilizando informações do banco de dados SIAT, assim como Neves (2018), utilizou para edificações regulares e irregulares, conforme equação a seguir:

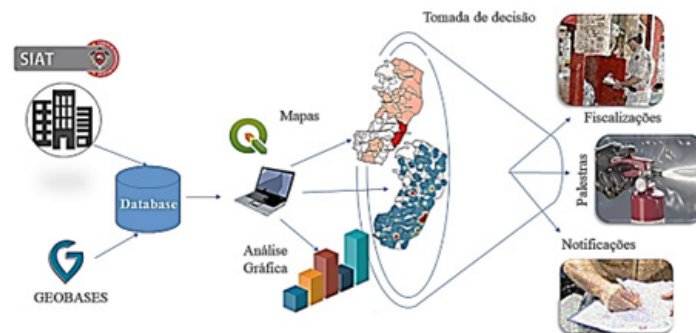
$$S = \frac{R}{R+Ir} (100\%) \quad (1)$$

Em que: S = indicador de segurança; R = n° de

edificações regulares; Ir = n° de edificações irregulares.

Nesta pesquisa, as informações foram analisadas no software Microsoft Excel, para obtenção dos indicadores. A Figura 2 apresenta fluxograma das etapas dos processos do presente estudo. Os índices por município foram obtidos e inseridos na tabela de atributos do arquivo vetorial (shapefile) estadual, no programa QGIS 3.16. Na fase 1, temos a obtenção dos dados; na fase 2, temos o geoprocessamento com a obtenção de mapas temático, calor e também dados para análise gráfica. Na fase 3 temos a parametrização de ações, de acordo com a região analisada, detalhado mais adiante no estudo.

Fig. 2 – Fluxograma de obtenção de dados e processamento.



Fonte: Os autores.

### 2.5 Mapas

O software QGIS foi utilizado inicialmente para obtenção dos mapas temáticos, de todo o Estado e seus municípios, com base no índice de segurança contra incêndios de edificações. Para isso, nas propriedades do arquivo vetorial (shapefile), em simbologia graduada, os municípios foram classificados conforme gradação de cores, diferenciando-os de acordo com seus percentuais. O QGIS é um software livre, disponibilizado sob a Licença Pública Geral (GNU GPL), baseado em um Sistema de Informação Geográfica (GIS) (TURCHETTO et al., 2014). É possível, nos mapas temáticos, observar diferenças regionais, representando geograficamente regiões de maior e menor número de edificações seguras nos termos da legislação em vigor. Nestes mapas, as informações são distribuídas uniformemente respeitando os limites de cada área; portanto, para os mapas temáticos não é necessário o georreferenciamento dos dados (SLUTER;

IESCHECK; BRAVO, 2011). Em seguida, foi utilizada a aplicação chamada MMQGIS para obter as coordenadas geográficas dos pontos (latitude e longitude) das edificações necessárias para a elaboração de mapas de calor. Nessa fase, os endereços postais de edificações localizadas no município de Vitória, onde se encontra maior número de estabelecimentos no Estado, foram georreferenciados (ALEXANDRE et al., 2020).

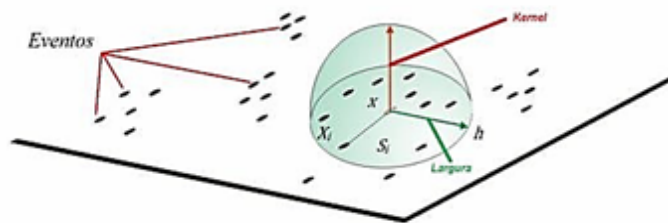
Logo em seguida, utilizou-se a ferramenta 'adicionar camada de texto delimitada' para obter o arquivo vetorial na forma de pontos, representando cada uma das edificações classificadas. Em seguida, foi utilizada a ferramenta interpoladora Mapa de Calor (Kernel Density Estimation) para construção dos mapas de densidade. Tais imagens são resultado da aplicação de uma técnica de geoprocessamento na qual se utiliza o cálculo da densidade do Kernel (BEATO; ASSUNÇÃO, 2008; CAMARGO; FUCKS; CÂMARA, 2005; SILVERMAN, 1986), amplamente utilizada em estudos por todo o mundo (KOUTSIAS; BALATSOS; KALABOKIDIS, 2014; ZHANG et al., 2017). As manchas evidenciam o grau de concentração de eventos e aglomeração de fenômenos (SANT'ANA; CARVALHO; JESUS, 2016), neste caso, de edifícios irregulares, bem como o seu raio de influência na região. Obtém-se então um arquivo de matriz (raster), em forma de imagem, que representa a soma do alinhamento de outras "n" matrizes circulares, para cada ponto de entrada, de acordo com a fórmula 2 e Figura 3. Os valores são interpolados e centrados em cada célula, considerando-se a função simétrica estabelecida, de acordo com os pontos localizados desde o raio de distância (raio de influência) até o centro de cada célula (BARBOSA et al., 2014).

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{n=1}^n K\left(\frac{x-X_i}{h}\right) \quad (2)$$

Onde:

K = função kernel; h = raio de pesquisa; x = posição do centro de cada célula; Xi = posição do ponto i até o centroide de cada polígono; e n = número total de edifícios irregulares.

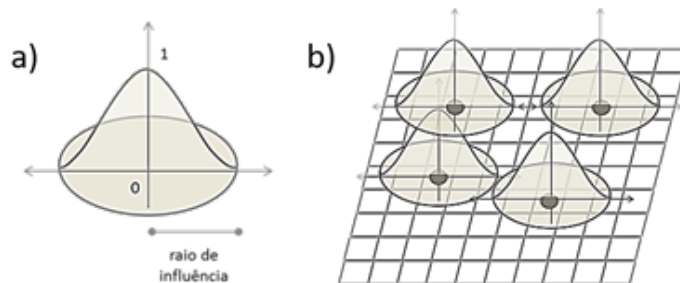
Fig. 3 Raio de influência da Função de Kernel e variáveis.



Fonte: Oliveira, Brito e Oliveira (2019)

Portanto, as manchas geradas nos mapas, que variam de azul à vermelha, representam o grau de concentração de edificações irregulares, bem como seu raio de influência na região. Como expresso na figura acima, representa-se tal raio por meio de uma função matemática escolhida, geralmente do tipo gaussiana, conforme Figuras 4a e 4b, por exemplo.

Fig. 4 – Exemplo de Função Kernel



Fonte: Almeida (2020)

Legenda: a) Função Kernel do tipo Gauss ; b) Áreas de influência de pontos.

## 2.6 Repercussão financeira

Complementando a fase de diagnóstico da situação das edificações no Estado para a estimativa de repercussão financeira das edificações em situação irregular, utilizou-se a Fórmula 3, a seguir, em planilha xls:

$$R = SE(A \leq 100; 25; SE(E(A) = 101; A \leq 150); 35; SE(E(A) = 151; A \leq 300); 42; SE(E(A) = 301; A \leq 500); 49; SE(E(A) = 501; A \leq 900); 70; SE(E(A) = 901; A \leq 1500); 84; SE(A > 1500; ((A - 1500) * 0,028 + 84,0)))) \quad (3)$$

Em que:

R: Valor referente a taxas de serviços públicos prestados pelo Governo do Estado (VRTE), com base na área construída que a edificação possuir.

A: Área construída, de acordo com a legislação de SCI Estadual.

Obtem-se, ao final do cálculo, para cada edificação cadastrada no SIAT, o valor

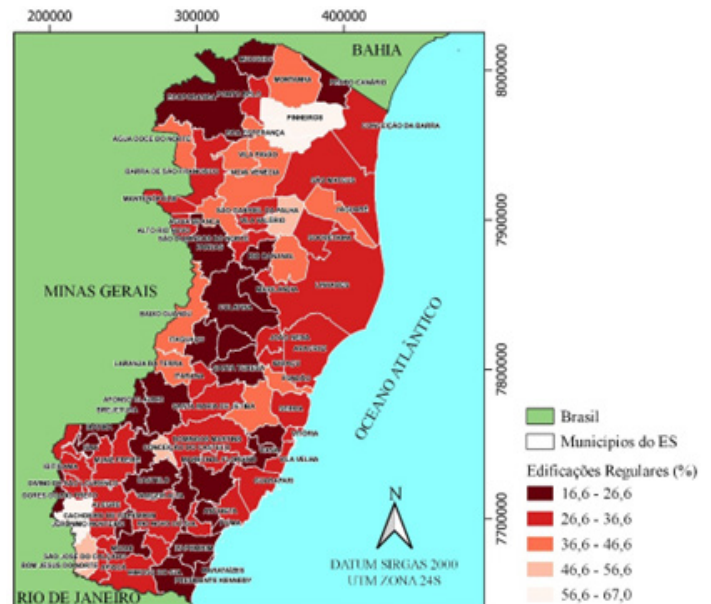
“R” corresponde à taxa devida por seus responsáveis, utilizando como variável a área construída, conforme legislação de SCI Estadual vigente. Após aplicação da fórmula citada acima, chegou-se ao valor devido dos imóveis irregulares. As condições impostas na planilha foram estipuladas de acordo com a Lei Estadual nº 7001, de 27 de dezembro de 2001, de Taxas do Governo do Estado (ESPÍRITO SANTO, 2001). Por tratar-se de uma fase que envolve edificações já cadastradas no SIAT (relativas a processos de renovação de alvarás), as taxas relativas ao licenciamento foram desconsideradas, por já terem sido cobradas em anos anteriores.

### 3 Resultados e discussões

Na fase de diagnóstico, o índice estadual de segurança contra incêndio de edificações proposto no estudo foi de 29,42%, ou seja, notou-se que uma parcela considerável de imóveis se encontrava fora das normas à época da coleta dos dados. De maneira geral, conclui-se que tal condição esteja relacionada à ausência de uma cultura voltada para a prevenção de riscos, principalmente o risco de incêndio (ALMEIDA JÚNIOR, 2002), contribuindo para o aumento do número de sinistros (OLIVEIRA et al., 2005). Foram obtidos, ainda, os índices para cada um dos 78 municípios do Estado, para serem utilizados na fase de construção dos mapas temáticos.

Em seguida, por meio dos mapas temáticos, foi possível comparar a situação de municípios vizinhos e identificar regiões mais críticas, que poderiam receber maior atenção e investimentos nos momentos de decisão estratégica corporativa (Figura 5). Da mesma forma, ações podem ser desenvolvidas, como a sensibilização do poder público local quanto à importância do tema, solicitação de vínculo de licenças municipais à apresentação de licença dos bombeiros, dentre outras, caso não tenham sido feitas. Os resultados da pesquisa permitiram, ainda, observar municípios que se encontram abaixo da média estadual de segurança contra incêndio, com 28 dos 78 municípios (35,9%).

Fig. 5 - Índice de segurança de edificações (%) nos municípios do ES



Fonte: Os autores.

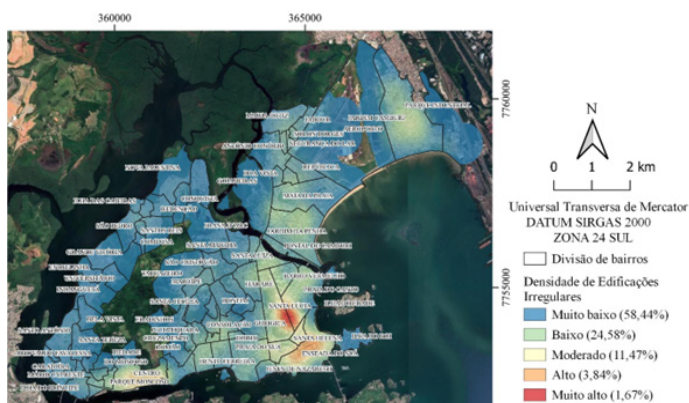
Conforme a Figura 5, representando a situação de SCI das edificações no ano de 2017, destacam-se na região Noroeste com índices abaixo de 26,6%, os municípios de Colatina, Governador Lindemberg, Marilândia, São Roque do Canaã, Pancas, Itaguaçu e Santa Teresa. Todavia, outros apresentaram índices bem superiores à média estadual, como Pinheiros e Boa Esperança, superando 56,6%. Já os municípios de Mucurici, Ecoporanga e Pedro Canário, além de apresentarem índices abaixo de 26,6%, encontravam-se mais distantes de quartéis de bombeiros da região, estando, portanto, em situação mais delicada que os demais.

Na região sul, Dores do Rio Preto, Muqui, Itapemirim, Marataízes, Castelo, dentre outros, conforme Fig. 5, também apresentaram percentuais abaixo de 26,6%, constatando-se que tal situação é realidade, também, em outras regiões do Estado. Constatou-se, da mesma forma, que apenas o município de Guaçuí apresentou índice acima de 56,6% de edificações seguras. Assim sendo, com o índice de segurança aliado aos mapas, os gestores contarão com instrumentos de análise geográfica capazes de contribuir para a política institucional de expansão e controle de adesão às normas de segurança contra incêndio vigentes.

Vale destacar que em alguns municípios onde o alvará dos bombeiros ainda não é exigido para a concessão de licenças de funcionamento, os índices podem ser ainda menores que o apresentado neste estudo. Alguns municípios, por possuírem poucas edificações cadastradas no SIAT e possuírem alvarás por iniciativa dos responsáveis, apresentaram, nesta pesquisa, índice superior à realidade da região. Assim sendo, para estudos futuros, considera-se relevante o levantamento das edificações cadastradas nos municípios e na Junta Comercial Estadual, a fim de tornar mais próximo da realidade os valores dos índices de regularização.

Já os mapas de calor foram satisfatoriamente capazes de apresentar geograficamente a distribuição das edificações irregulares, de forma regionalizada, destacando áreas mais críticas. No estudo, o município de Vitória foi escolhido devido à sua relevância econômica, grande número de imóveis e por concentrar maior número de habitantes no Estado. Com base na Figura 6, observam-se que 4 (quatro) regiões urbanas (compreendendo os bairros Santa Lúcia, Praia do Canto, Enseada do Suá, Centro e Jardim Camburi) apresentaram maior concentração/densidade de edificações irregulares. Conforme se observa a seguir, as áreas de alta densidade se destacaram em vermelho e laranja, enquanto aquelas com menor concentração apresentaram coloração azul e verde.

Fig. 6 - Concentração de edificações irregulares em Vitória / ES



Fonte: Os autores.

Utilizando o software Google Earth Pro visão 3D e resultados do estudo, foi possível elaborar a Figura 7, de visão aérea, destacando

alguns dos bairros de maior densidade de edificações irregulares quanto às normas do CBMES.

Fig. 7 – Densidade nos bairros de Vitória



Fonte: Os autores.

Legenda: (a) Enseada do Suá e (b) Santa Lúcia/ Praia do Canto e (c) visão dos 3 bairros.

Para melhor representar as áreas, o mapa da Figura 6 foi reclassificado em 5 grupos, de cores distintas. A Tabela 2 refere-se às áreas em quilômetros quadrados de cada classe e percentual de ocupação, em relação à toda área de influência obtida no estudo.

Tab. 1 – Classificação de densidade de edifícios irregulares

Densidade de Edificações Irregulares	Porcentagem (%)	Área (Km <sup>2</sup> )
Muito baixo	58,52	24,72
Baixo	24,51	10,36
Moderado	11,23	4,74
Alto	3,63	1,53
Muito alto	2,11	0,89
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>42,24</b>

Fonte: Os autores.

Com isso, sugestões de ações parametrizadas foram propostas a seguir, concentrando esforços inicialmente em regiões de maior gravidade, ou seja, de maior concentração de edificações irregulares, conforme Figura 2 e Tabela 3. Dessa forma, seriam priorizadas ações presenciais e fiscalizadoras em áreas que, em tese, oferecessem maior risco devido à proximidade entre si, além da possibilidade de atender a um grande número de edificações em menor tempo, permitindo maior eficiência e eficácia das

ações. Além disso, ações para áreas de baixa concentração também são previstas; porém, como medidas preventivas, como entrega de impressos e palestras. Com isso, os recursos públicos estarão estrategicamente distribuídos, otimizando os trabalhos realizados.

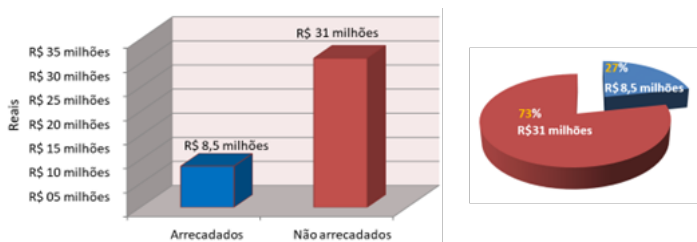
Tab. 2 – Parametrização de ações de prevenção de incêndio

Classificação	Ações	Exemplos
Muito baixo	Divulgação de impressos	Pôsteres, Panfletos
Baixo	Divulgação de impressos Palestras	Pôsteres, Panfletos Prevenção, SIAT
Moderado	Fiscalizações	Vistorias
Alto	Fiscalizações	Vistorias
Muito alto	Divulgação de impressos Palestras Fiscalizações	Pôsteres, Panfletos Prevenção, SIAT Vistorias

Fonte: Os autores.

Em seguida, para a avaliação da repercussão financeira do índice estadual de segurança contra incêndio, aplicou-se a metodologia descrita no item 2.6, obtendo-se o valor estimado em cerca de 31 milhões de reais em taxas não arrecadadas. Esse valor anual apurado, caso passasse a ser arrecadado, além de fazer parte dos recursos do Governo, poderia, posteriormente, ser aplicado na área de segurança. De forma comparativa, os valores arrecadados oficialmente naquele ano para a realização de vistorias em edificações foram de cerca de 8,5 milhões de reais, segundo relatório do SIAT, e corresponderam a cerca de 27% do valor total da demanda reprimida apurada, conforme Figura 9.

Fig. 9 - Taxas arrecadadas e não arrecadadas.



Fonte: Os autores.

Cumprido destacar que, como abordado anteriormente, o software QGIS, open source, de código aberto, e Google Earth são de acesso gratuito, ou seja, para utilização de tais ferramentas geotecnológicas não seriam necessários investimentos de grande monta por

parte dos órgãos competentes. Talvez apenas no treinamento de seu recurso humano, caso não haja pessoas que já possuam expertise no assunto.

Sendo assim, por meio do diagnóstico, foi possível confirmar a hipótese de que havia, à época da coleta de dados, um grande número de edificações irregulares no Estado. Além disso, utilizando as ferramentas propostas, os órgãos competentes poderiam estabelecer estratégias mais eficazes, reduzindo despesas e custos com a otimização de ações em áreas de maior criticidade e número de edificações irregulares.

Além do mais, outra importante razão do emprego de tais dados se deve à criação do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP) e a Política Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (PNSPDS) a partir da Lei 13.675, de 11 de junho de 2018, que, de maneira geral, fomentou operações combinadas e compartilhamento de informações de forma integrada dos órgãos de segurança pública no país. Assim, a utilização de ferramentas para análise da segurança contra incêndio das edificações por mais entes federados, contribuirá para a gestão mais eficiente e eficaz para a segurança de toda população.

#### 4 Considerações finais

De maneira geral, as ferramentas propostas neste estudo foram suficientemente capazes de diagnosticar a situação das edificações no estado do Espírito Santo no ano de 2017, quanto às normas de segurança contra incêndio vigentes à época. Tanto a abordagem de visão da distribuição geográfica por meio de mapas quanto à avaliação financeira da permanência de edificações à margem da legislação trouxeram argumentos relevantes para a implementação de ferramentas de SIG nos serviços de prevenção, já que podem oferecer informações capazes de potencializar a eficácia da legislação de SCI.

Mostraram-se viáveis por não exigirem altos investimentos financeiros (já que utilizaram softwares livres e gratuitos), por terem caráter inovador, por reduzirem significativamente o tempo para obtenção de dados para tomada de decisão (já que empregaram ferramentas computacionais) e também por serem



aplicáveis a outras áreas.

Cumprido frisar que o estudo apresentou algumas limitações, como a necessidade das edificações terem sido anteriormente cadastradas no SIAT. Além disso, outra limitação encontrada foi a falta de georreferenciamento das edificações na plataforma de gestão dos serviços de prevenção, momento de registro no CBMES.

Por fim, devido à implantação do SUSP pelo Governo Federal no ano de 2018, no qual, além de outras atribuições, é promovida a padronização nacional e o registro de dados de segurança pública, entende-se ser oportuna a adesão por parte dos Corpos de bombeiros a tais tecnologias, contribuindo para a melhoria da segurança contra incêndio em todos os estados da federação.

## 5. Referências

ALEXANDRE, F. et al. Georreferenciamento postal de casos de COVID-19 na cidade de Uberaba, Minas Gerais. *Metodologias e Aprendizado*, v. 3, p. 231–247, 30 nov. 2020.

ALMEIDA JÚNIOR, I. Análise de risco de incêndio em espaço urbano revitalizados: Uma abordagem no Bairro de Recife. 2002. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

ALMEIDA, R. M. Análise de densidade de eventos pontuais utilizando o QGIS – Parte 1. Disponível em: <https://rodolfoalmeida.net/2020/05/29/analise-de-densidade-de-eventos-pontuais-utilizando-o-qgis-parte-i/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

ALONSO, M. Custos no serviço público. *Revista do Serviço Público*, v. 50, n. 1, p. 37–63, 1999.

ALVES, A. B. C. G. Incêndio em edificações: a questão do escape em prédios altos em Brasília-DF. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2005.

BARBOSA, N. F. M. et al. Kernel smoothing dos dados de chuva no Nordeste. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 7, p. 742–747, jul. 2014.

BEATO, C.; ASSUNÇÃO, R. Sistemas de informação georreferenciados em segurança. In: *Compreendendo e avaliando: projetos de segurança pública*. Belo Horizonte: UFMG, 2008. p. 11–62.

BRENTANO, T. A Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações. 3a ed. Porto Alegre: [s.n.], 2015.

BREWER, G.; HUPE, P. Working both sides of the street: Bringing together policy and organizational perspectives on public service performance. Arizona: 9th Public Management Research Association Conference, University of Arizona, October, 2007. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/ad?doi=10.1.1.667.4403&rep=rep1&type=pdf>

CAEMMERER, B.; WILSON, A. An exploration of the service orientation discrepancy phenomenon in a public sector context. *The Service Industries Journal*, v. 31, n. 3, p. 355–370, fev. 2011.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial e geoprocessamento. In: SUZANA DRUCK, MARÍLIA SÁ CARVALHO, GILBERTO CÂMARA, A. M. V. M. (Ed.). *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: Livraria Virtual da EMBRAPA, 2004. p. 26.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMARA, G. Análise espacial de superfícies. In: SUZANA DRUCK, MARÍLIA SÁ CARVALHO, GILBERTO CÂMARA, A. M. V. M. (Ed.). *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, DF: Livraria Virtual da EMBRAPA, 2005. p. 37.

CAVATORTA, M. G.; PEREIRA, J. M.; CALDANA, N. F. DA S. A importância e utilidades do geoprocessamento para o poder público: o exemplo de caso sobre o Sistema de Informações Geográficas de Londrina (SIGLON). Congresso Brasileiro da Guerra do Contestado; Colóquio de Geografias Territoriais Paranaenses e Semana de Geografia da UEL. Congresso Brasileiro da Guerra do Contestado; Colóquio de Geografias Territoriais Paranaenses e Semana de Geografia da UEL, 2020. Disponível em: <http://anais.uel.br/portal/index.php/contestado/article/view/931>.

CORRÊA, C. et al. Mapeamento de Incêndios em Edificações: um estudo de caso na cidade do Recife. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v. 2, n. 3, p. 15–34, 2015.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: Quais são as diferenças. *Leituras introdutórias em sistemas de informação geográfica*. [s.l.: s.n.], 1990.

CUNHA, I. O. P.; LUGON, A. P.; BONA, B. M. Estudo das causas e consequências dos curtos-circuitos residenciais: uma revisão de procedimentos para auxiliar a investigação de incêndio. *Revista FLAMMAE*, v. 6, n. 15, p. 55, mar. 2020.

DAFT, R. L. Teoria e Projetos das Organizações. LTC ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

DEMING, W. E. Qualidade: A revolução da administração. Tradução d ed. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

ESPIRITO SANTO. Lei Estadual nº 7.001, de 27 de dezembro de 2001. Disponível em: <http://www.sefaz.es.gov.br/LegislacaoOnline/lpext.dll/InfobaseLegislacaoOnline/leis/2001/lei.n.%B07.001.htm?fn=document-frame.htm&f=templates&2.0>. Acesso em: 18 jun. 2020.

ESPIRITO SANTO. Lei Estadual no 9.269, de 21 de julho de 2009. 2009 a. Disponível em: <https://cb.es.gov.br/Media/CBMES/PDF's/CAT/Lei.pdf>. Acesso em: 10 ju1. 2022.

ESPIRITO SANTO. Decreto Estadual no 2.423-R, de 15 de dezembro de 2009. 2009 b. Disponível em: <https://cb.es.gov.br/Media/CBMES/PDF's/CAT/Decreto%202423-R%20de%2015%20de%20dezembro.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

FABIAN, T. B.; SOUZA, J. C. Prevenção contra incêndios em residências de madeira em áreas rurais. Revista FLAMMAE, v. 6, n. 17, p. 69, out. 2020.

KOUTSIAS, N.; BALATSOS, P.; KALABOKIDIS, K. 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, 2 out. 2014.

LOIOLA, G. A evolução histórica do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo: 1912-2009. 1a ed. Vitória: Editora Canela Verde, 2010.

LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M., MAGUIRE, D., RHIND, D. Geographical Information Systems and Science. Second ed. [s.l.: s.n.], 2005.

LUGON, A. P. et al. Livro SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações. 2. ed. Vitória: Firek, 2018. Disponível em: <https://www.firek.com.br/files/ugd/9f88df-ed0b4cf4ea6b47e0b648bc5aeb70223a.pdf>

MAINARDES, E. W.; CERQUEIRA, A. DOS S.; VASSOLER, H. Simplification and Digitalization Practices on Fire Inspection Service: Case Study in a State Fire Department in Brazil. In: [s.l.] Springer International Publishing, 2016. p. 203–215.

MORAIS, D. F. de. O poder de regularização e fiscalização da seção de vistorias do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Sergipe em relação à demanda das empresas com registro ativo. Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gerenciamento em Segurança Pública, p. 26, 2013.

NEVES, F. P. das. Análise da eficácia da legislação de segurança contra incêndio no Espírito Santo. 2018. Monografia (Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Policial Militar e Segurança Pública - Academia de Polícia Militar do Espírito Santo, Cariacica, 2018.

NEVES, F. P.; PORTO, A. Uma análise das “causas não apuradas” no serviço de investigação pericial no Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo. Revista FLAMMAE, v. 3, n. 7, p. 41, jul. 2017.

OLIVEIRA, A. M.; BRITO, C. A. O.; OLIVEIRA, L. N. A. Análise da distribuição espacial urbana das unidades de saúde da família e unidade básica de saúde em feira de Santana. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, p. 8534–8543, 2019.

OLIVEIRA, M. DE. Estudo Sobre Incêndios de Progresso Rápido. 2005. Monografia (Especialização em Planejamento e Gestão em Defesa Civil) - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2005.

PINHEIRO, R. Sistema de aeronave remotamente pilotada: estudo sobre viabilidade do emprego na Polícia Militar do Espírito Santo. Monografia (Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Policial Militar e Segurança Pública) - Academia de Polícia Militar do Espírito Santo, Cariacica, 2017.

SANT'ANA, R. M. S.; CARVALHO, S. S. DE; JESUS, A. B. DE. Espacialização das ocorrências da Companhia de Polícia de Proteção Ambiental – COPPA, através do uso de geotecnologias. Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território / Eletronic Magazine: Time - Technique - Territory, v. 5, n. 1, 28 jun. 2016.

SANTANA, L. F. Gestão orçamentária e financeira: 4a edição. Cariacica: [s.n.], 2018.

SEITO, A. I. et al. A Segurança contra incêndio no Brasil. 1. ed. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Monographs on Statistics and Applied Probability. Londres: Chapman and Hall, 1986.

SLUTER, C. R.; IESCHECK, A. LOPES; BRAVO, J. V. M. Capítulo 3 Mapas Coropléticos. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2011/10/Mapas-Coropleticos-v1.pdf>. Acesso em: 1 out. 2018.

SOUZANETO, L. T. DE et al. O uso do mapa de Kernel como subsídio para identificação da dispersão dos focos de queimadas no município de Mossoró (RN). Revista de Geografia, v. 38, n. 2, p. 244, 23 jul. 2021.

TORRES, M. D. DE F. Estado, democracia e administração pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

TURCHETTO, N. L. et al. O uso do Quantum GIS (QGIS) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tentente Portela (RS). Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, n. 2, 31 ago. 2014.

ZAGO, C. DA S.; JUNIOR, A. L. M.; MARIN, M. C. Considerações sobre o desempenho de estruturas de concreto pré-moldado em situação de incêndio. Ambiente Construído, v. 15, n. 1, p. 49–61, mar. 2015.

ZHANG, Z. et al. Spatial distribution of grassland fires at the regional scale based on the MODIS active fire products. International Journal of Wildland Fire, v. 26, n. 3, p. 209, 2017.