



Análise de Focos de Queimadas em Paisagem Urbano-Rural: Estudo de Caso no Município de Guarulhos

Luciana de Meneses Castro

Professor Mestre em Análise Ambiental
Universidade São Judas Tadeu, Brasil
lucianameneses.eng@gmail.com.br
ORCID iD: 0009-0000-8769-0371

Fabricio Bau Dalmas

Professor Doutor em Geociências
Universidade Guarulhos, Brasil
fdalmas@prof.ung.br
ORCID iD: 0000-0001-7547-6642

Marisa Vianna Mesquita

Professora Doutora em Geociências e Meio Ambiente
Universidade Guarulhos, Brasil
marisaviannamesquita@gmail.com
ORCID iD: 0000-0002-1879-8466

Renata Cristina Araújo Costa

Professora Doutora em Agronomia
Universidade Guarulhos, Brasil
renata.cristina@prof.ung.br
ORCID iD: 0000-0003-2404-3024

1

Submissão: 24/11/2025

Aceite: 08/02/2026

CASTRO, Luciana de Meneses; DALMAS, Fabricio Bau; MESQUITA, Marisa Vianna; COSTA, Renata Cristina Araújo.

Análise de Focos de Queimadas em Paisagem Urbano-Rural: Estudo de Caso no Município de Guarulhos. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. e2518, 2026.

DOI: [10.17271/1980082722120266368](https://doi.org/10.17271/1980082722120266368). Disponível

em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/6368.

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Análise de Focos de Queimadas em Paisagem Urbano-Rural: Estudo de Caso no Município de Guarulhos

RESUMO

Objetivo - O objetivo principal deste trabalho foi investigar a distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas e incêndios (FQI) no município de Guarulhos entre os anos de 2015 e 2024, correlacionando-os com áreas urbanas, tipos de uso e cobertura do solo, e sua ocorrência em Unidades de Conservação (UC).

Metodologia - Os dados de focos de queimadas foram obtidos junto ao Sistema Ambiental Paulista – DataGEO, do Programa Queimadas do INPE, abrangendo detecções de satélites como AQUA_M-T, AQUA_M-M, GOES-16, NOAA-20, NPP-375, NPP-375D, TERRA_M-M e TERRA_M-T. A análise espacial foi conduzida utilizando o software QGIS, com técnicas de geoprocessamento.

Originalidade/relevância - Em paisagens complexas, como o município de Guarulhos (SP) caracterizado por sua alta urbanização e a presença de importantes remanescentes de vegetação nativa essa análise é fundamental para preservar o meio ambiente. Tais informações são vitais, pois subsidiam o conhecimento necessário para o cumprimento de metas ambientais, alinhando-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente os relacionados à proteção da vida terrestre (ODS 15) e as questões referentes as mudanças climáticas (ODS 13). Há possibilidade de contribuir com a educação ambiental afim de minimizar ou prevenir incêndios em áreas urbano-rural.

Resultados - A análise temporal revelou um total de 1255 FQI registrados em Guarulhos no período avaliado, com o ano de 2022 apresentando o maior índice, somando 220 FQI (17,53% do total). Sazonalmente, a maior concentração de FQI (44% da série histórica) foi observada entre julho e setembro, período que coincide com a estação mais seca e o inverno. Em termos de uso do solo, as categorias "Mosaico de Agricultura e Pastagem" e "Formação Florestal" foram as mais afetadas, representando 36% e 35% de FQI, respectivamente. Espacialmente, a Área de Proteção Ambiental Cabuçu-Tanque-Grande destacou-se como a Unidade de Conservação com o maior predomínio de focos, respondendo por 83% FQI.

Contribuições teóricas/metodológicas - Ao mapear e quantificar o problema, este trabalho fornece informações metodológicas e teóricas cruciais para o planejamento territorial e a implementação de estratégias eficazes de prevenção de incêndios e ou manejo do fogo através do diagnóstico ambiental voltado para preparação de políticas públicas municipais e medidas educacionais de preservação do meio ambiente.

Contribuições sociais e ambientais - Os resultados deste estudo, ressaltam a vulnerabilidade significativa de áreas protegidas e de interfaces urbano-rurais, específicas, em Guarulhos contribuindo diretamente para a conservação da biodiversidade e a resiliência urbana frente às mudanças climáticas, em consonância com a Agenda 2030.

PALAVRAS-CHAVE: Focos de Queimadas. Sensoriamento Remoto. Unidades de Conservação.

Analysis of Fire Hotspots in Urban-Rural Landscapes: Case Study in the municipality of Guarulhos

ABSTRACT

Objective – The main objective of this study was to investigate the spatial-temporal distribution of burn and fire hotspots (BFH) in the municipality of Guarulhos between 2015 and 2024, correlating them with urban areas, land use, and land cover types, and their occurrence in Conservation Units (UCs).

Methodology – The data on fire outbreaks were obtained from the São Paulo Environmental System – DataGEO, part of the INPE Fire Program, covering detections from satellites such as AQUA_M-T, AQUA_M-M, GOES-16, NOAA-20, NPP-375, NPP-375D, TERRA_M-M, and TERRA_M-T. Spatial analysis was conducted using QGIS software, employing geoprocessing techniques.

Originality/Relevance – In complex landscapes, such as the city of Guarulhos, São Paulo state, known for its high level of urbanization and important pockets of native vegetation, this analysis is key to protecting the environment. Such information is vital to support the knowledge needed to meet environmental goals, aligning directly with the

Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda, especially those related to protecting life on land (SDG 15) and issues related to climate change (SDG 13). This information can contribute to environmental education aimed at minimizing or preventing fires in urban-rural areas.

Results – The temporal analysis revealed a total of 1,255 BFH recorded in Guarulhos during the period assessed, with 2022 showing the highest index, totaling 220 BFH (17.53% of the total). Seasonally, the highest concentration of BFH (44% of the historical series) was observed between July and September, a period that overlaps with the driest season and winter. In terms of land use, the categories “Mix of Agricultural and Pasture” and “Forest Formation” were the most affected, representing 36% and 35% of BFH, respectively. Spatially, the Cabuçu-Tanque-Grande Environmental Protection Area stood out as the Conservation Unit with the highest prevalence of outbreaks, accounting for 83% of BFH.

Theoretical/Methodological Contributions – By mapping and quantifying the problem, this work provides crucial methodological and theoretical information for territorial planning and the implementation of effective fire prevention and/or fire management strategies through environmental diagnosis aimed at preparing municipal public policies and educational measures for environmental preservation.

Social and Environmental Contributions – The results of this study highlight the significant vulnerability of specific protected areas and urban-rural interfaces in Guarulhos, directly contributing to biodiversity conservation and urban resilience in the face of climate change, in line with the 2030 Agenda.

KEYWORDS: Burning Hotspots. Remote Sensing. Conservation Units.

Análisis de los Focos de Calor en Paisajes Urbano-Rurales: Estudio de Caso en el Municipio de Guarulhos

RESUMEN

Objetivo – El objetivo principal de este estudio fue investigar la distribución espacio-temporal de los focos de quemas e incendios (FQI) en el municipio de Guarulhos entre 2015 y 2024, correlacionándolos con áreas urbanas, tipos de uso y cobertura del suelo, y su ocurrencia en Unidades de Conservación (UC).

Metodología – Los datos de focos de incendios se obtuvieron del Sistema Ambiental Paulista – DataGEO, parte del Programa de Queimadas del INPE, abarcando detecciones de satélites como AQUA_M-T, AQUA_M-M, GOES-16, NOAA-20, NPP-375, NPP-375D, TERRA_M-M y TERRA_M-T. El análisis espacial se realizó mediante el software QGIS, empleando técnicas de geoprocesamiento.

Originalidad/Relevancia – En paisajes complejos, como el municipio de Guarulhos (estado de São Paulo), conocido por su alto nivel de urbanización e importantes remanentes de vegetación nativa, este análisis es fundamental para la protección del medio ambiente. Dicha información es vital para sustentar el conocimiento necesario para cumplir las metas ambientales, alineándose directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente los relacionados con la protección de la vida de ecosistemas terrestres (ODS 15) y la acción por el clima (ODS 13). Esta información puede contribuir a la educación ambiental orientada a minimizar o prevenir incendios en áreas urbano-rurales.

Resultados – El análisis temporal reveló un total de 1.255 FQI registrados en Guarulhos durante el período evaluado, siendo 2022 el año con el índice más alto, sumando 220 FQI (17,53% del total). Estacionalmente, la mayor concentración de FQI (44% de la serie histórica) se observó entre julio y septiembre, período que coincide con la estación más seca y el invierno. En cuanto al uso del suelo, las categorías “Mosaico de Agricultura y Pastizal” y “Formación Forestal” fueron las más afectadas, representando el 36% y el 35% de los FQI, respectivamente. Espacialmente, el Área de Protección Ambiental Cabuçu-Tanque-Grande se destacó como la Unidad de Conservación con mayor prevalencia de focos, representando el 83% de los FQI.

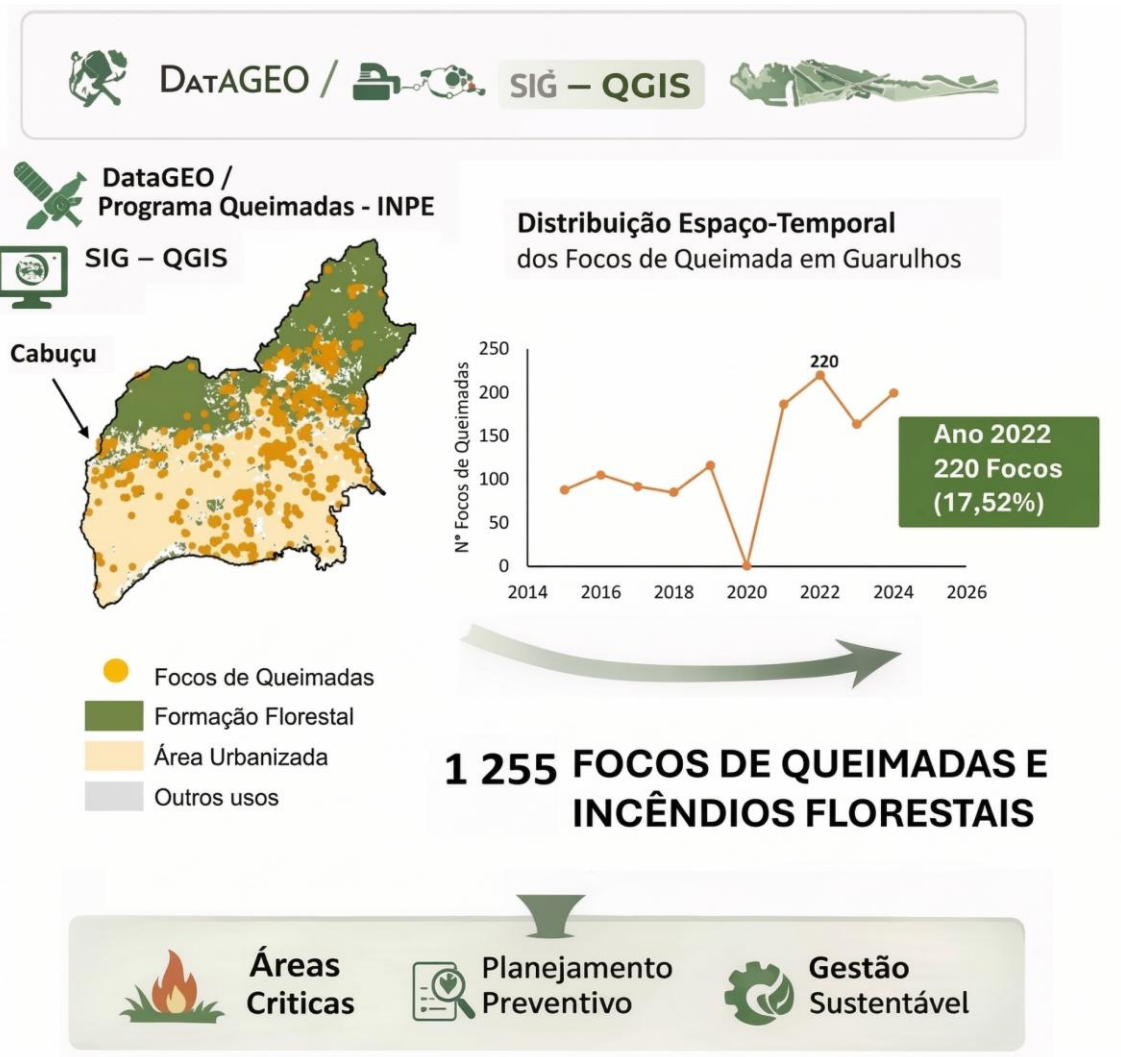
Contribuciones Teóricas/Metodológicas – Al mapear y cuantificar la problemática, este trabajo proporciona información metodológica y teórica crucial para la planificación territorial y la implementación de estrategias eficaces de prevención y/o manejo del fuego, a través de un diagnóstico ambiental orientado a la elaboración de políticas públicas municipales y medidas educativas para la preservación ambiental.



Contribuciones Sociales y Ambientales – Los resultados de este estudio resaltan la vulnerabilidad significativa de áreas protegidas específicas y de interfaces urbano-rurales en Guarulhos, contribuyendo directamente a la conservación de la biodiversidad y a la resiliencia urbana frente al cambio climático, en consonancia con la Agenda 2030.

PALABRAS CLAVE: Focos de Calor. Sensores Remotos. Unidades de Conservación.

RESUMO GRÁFICO



1 INTRODUÇÃO

Os incêndios representam um problema global persistente, impactando significativamente os territórios. O aquecimento global contínuo tem gerado incêndios que contribuem com o aumento das mudanças climáticas. Em, 2015, o Acordo de Paris propôs limitar o aumento de temperatura da terra até 1,5°C. O sexto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) prevê que o aquecimento global de 4°C, aumente de 50% a 70% a área global queimada e a frequência de incêndios aumentem em cerca de 30% em comparação com os níveis atuais. Em 2024 a temperatura chegou a 1,55°C (UNFCCC, 2015; IPCC, 2023; RAF, 2024).

O avanço tecnológico tornou possível utilizar imagens de satélites, obtidas a partir de sensores remotos a bordo de satélites, para detectar e localizar, em tempo real, focos de incêndio (Granemann; Carneiro, 2009). A observação da superfície terrestre por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar os incêndios florestais especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil (Batista, 2004).

A recorrência desses eventos demanda atenção contínua e estratégias eficazes para sua contenção e prevenção (Costa *et al.*, 2025). Entre 2023 e 2024, a área queimada no Brasil aumentou de cerca de 16 milhões de hectares para mais de 30 milhões de hectares. O ano 2024 foi considerado o segundo ano com maior área queimada desde 1985, ficando atrás apenas de 2007, que registrou 30,7 milhões de hectares queimados (RAF, 2024). O acompanhamento do número de focos de incêndio ou queimadas é um importante indicador de dados ambientais que pode identificar o nível de ocorrência de queimadas (Pirajá *et al.*, 2023).

As queimadas são mais comuns em áreas menores e de uso agropecuário. No entanto, também acontecem em vegetação nativa, podendo contribuir positivamente com a ecologia e a evolução do ecossistema em campos e savanas ou impactar de forma negativa como nas formações florestais. Nas formações florestais, o fogo causa enorme perda da biodiversidade e degradação do ecossistema (PINTO *et al.*, 2024).

Os incêndios florestais são desastres que apresentam um grande risco a seguridade do nosso meio ambiente, causando bilhões de dólares de prejuízo todos os anos devido à destruição de infraestruturas, interrupção de atividades econômicas e esforços de reconstrução (Jones *et al.*, 2024). Grande parte dos incêndios tem origem humana, contudo fatores climáticos como seca e velocidade do vento definem suas ignições, propagações e comportamentos podendo ser influenciados também por outros fatores como topografia e a vegetação (Santos; Soares; Batista, 2006; Antunes; Lopes; Oliveira, 2023). Estes incêndios florestais também contribuem para o aumento de poluentes atmosféricos que prejudica a qualidade do ar das cidades (PASQUETTI *et al.*, 2025).

Em relação a legislação no Brasil existem leis municipais e estaduais voltadas a prevenção de incêndios e desastres urbanos, integradas à política urbana e ao uso do solo (Seito *et al.*, 2008). Um exemplo central é a Lei Federal 12.608/2012, que estruturou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), determinando órgãos técnicos e exigindo mapeamento de áreas de risco, planejamento urbano seguro e controle de licenciamento ambiental. A Organização das Nações Unidas (ONU) em 2020 celebrou o Dia Internacional de Redução de

Desastres com o tema, a governança e as estratégias nacionais e locais para redução do perigo de desastres, o que inclui os riscos de incêndio. Esta comemoração uniu-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11) – Cidades e Comunidades Sustentáveis que procura tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

A análise da identificação de regiões e usos do solo que apresentam maior risco a queimadas e incêndios florestais revela que as áreas mais vulneráveis nos municípios são aquelas impactadas por ações humanas imprudentes. Tais ações, ligadas à modificação do terreno para desenvolvimento social e econômico, elevam significativamente a ocorrência desses eventos (Santos *et al.*, 2020).

A alta incidência de queimadas dentro de UCs representa uma ameaça direta à biodiversidade local, à vegetação nativa da Mata Atlântica e aos serviços ecossistêmicos vitais, como a proteção dos mananciais (especialmente na APA Cabuçu-Tanque Grande, que abastece parte de Guarulhos). O fogo pode causar degradação do solo, perda de habitat e interrupção do ciclo hidrológico (Guimarães, 2014; Martinho *et al.*, 2008). Quanto às áreas protegidas existentes no município de Guarulhos, o território analisado nesse estudo, ocupa uma posição ambientalmente significativa por abrigar o Núcleo Cabuçu, pertencente a Unidade de Conservação do Parque Estadual da Cantareira (PE Cantareira). O PE Cantareira é de gestão federal e considerado uma das maiores florestas urbanas do mundo (Santos *et al.*, 2020).

O aperfeiçoamento das técnicas de combate e prevenção dependem de políticas protecionistas adequadas às características de cada região, e para isso é necessário conhecer o perfil, ou seja, conhecer o local, o horário, a causa dos incêndios florestais e suas estatísticas, permitindo a priorização das ações em locais com maior incidência de incêndios (Oliveira *et al.*, 2004).

Dentre os fatores climáticos, a precipitação é um fator de grande importância para o controle de focos de calor ao umedecer o solo e a vegetação. No entanto, longos períodos de seca estão normalmente associados a incêndios devastadores (White; Ribeiro, 2011). Nos centros urbanos, os incêndios configuram um sério risco à saúde da população, pois a baixa umidade do ar facilita a dispersão de poluentes, intensificando a incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares (Mann, 2023)

Regiões em desenvolvimento exercem pressão significativa sobre áreas florestadas devido à necessidade de uso e ocupação do solo, o que resulta em impactos diretos e indiretos nos habitats (Batista, 2004). Monitorar incêndios no município de Guarulhos é fundamental devido à sua alta densidade populacional e áreas naturais cruciais. Isso permite proteger a saúde pública da fumaça e poluentes, salvaguardar Unidades de Conservação como a APA Cabuçu-Tanque-Grande, e auxiliar o planejamento urbano e a resposta rápida a esses eventos.

Diante desse cenário, compreender os padrões históricos de incêndios, suas relações com as variações climáticas e os impactos ambientais do fogo no Brasil torna-se essencial para desenvolver estratégias eficazes de prevenção, monitoramento e combate aos incêndios florestais.

Nos últimos dez anos, diversos estudos recentes destacam a relevância da pesquisa sobre foco de calor, esse assunto tem recebido uma atenção significativa devido à sua

importância na compreensão dos padrões de incêndios florestais e suas consequências para os ecossistemas, a biodiversidade e o clima global.

Neste contexto, avanços significativos têm sido feitos na compreensão dos padrões espaciais e temporais dos focos de calor, bem como em sua relação com fatores climáticos, como temperatura, umidade e precipitação. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias de sensoriamento remoto e modelagem computacional tem proporcionado novas oportunidades para monitorar e analisar esses eventos em diferentes escalas espaciais e temporais.

O objetivo geral é investigar a distribuição espaço-temporal dos Focos de Queimadas e Incêndios Florestais (FQI) no município de Guarulhos (SP), Brasil. Em específico, avaliar a distribuição temporal da ocorrência dos focos de queimadas no período de 10 anos (2015-2024) e identificar padrões na distribuição espacial dos focos de queimadas, nas classes de uso do solo e a sua presença em Unidades de Conservação. Criar subsídios ao poder público e aos órgãos ambientais em suas tomadas de decisão.

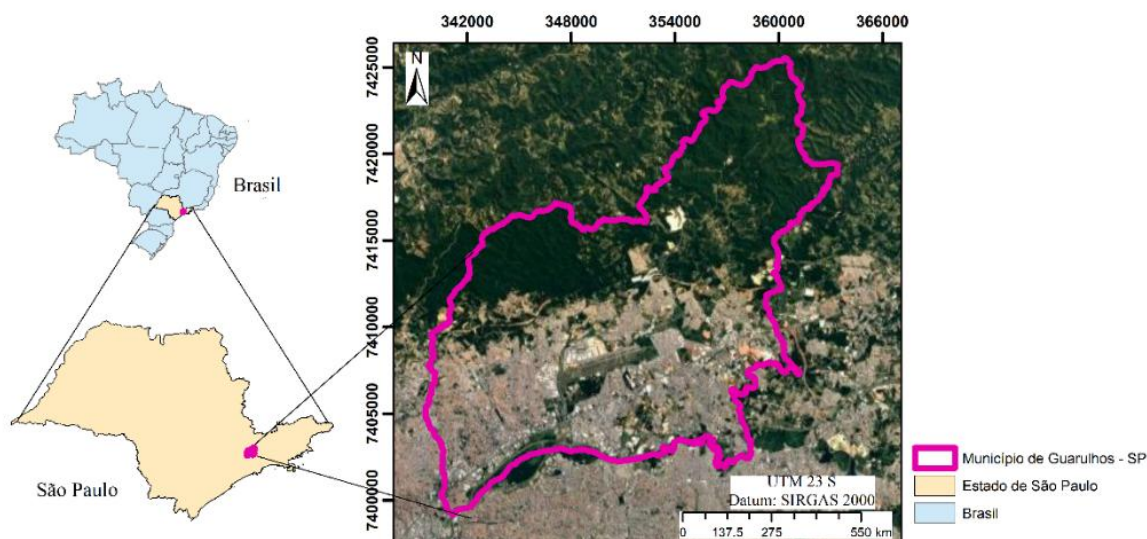
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O município de Guarulhos está estrategicamente localizado na porção nordeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sudeste do Brasil (Figura 1). Notável por sua relevância econômica, Guarulhos ocupa a 3ª posição no ranking do Produto Interno Bruto (PIB) do Estado de São Paulo, com atividades econômicas principais concentradas nos setores industrial, comercial e de prestação de serviços (IBGE, 2021).

Constituindo um território de grande expansão urbana, o município abriga uma população de 1.291.771 pessoas, o que o posiciona como a segunda maior cidade do Estado de São Paulo. O município está localizado no Bioma Mata Atlântica e possui uma área territorial de 318,675 km², dos quais 156,52 km² são classificados como área urbanizada (IBGE, 2023; IBGE, 2010).

Figura 1 - Localização da área de estudo: município de Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2024).

Apesar de sua intensa urbanização, o município de Guarulhos conserva um conjunto significativo de Unidades de Conservação (UCs) que são cruciais para a proteção de remanescentes da Mata Atlântica, mananciais e da biodiversidade local. O município se destaca na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) por possuir, em seu território, nove Unidades de Conservação (UCs) de natureza federal, estadual e municipal (Tabela 1).

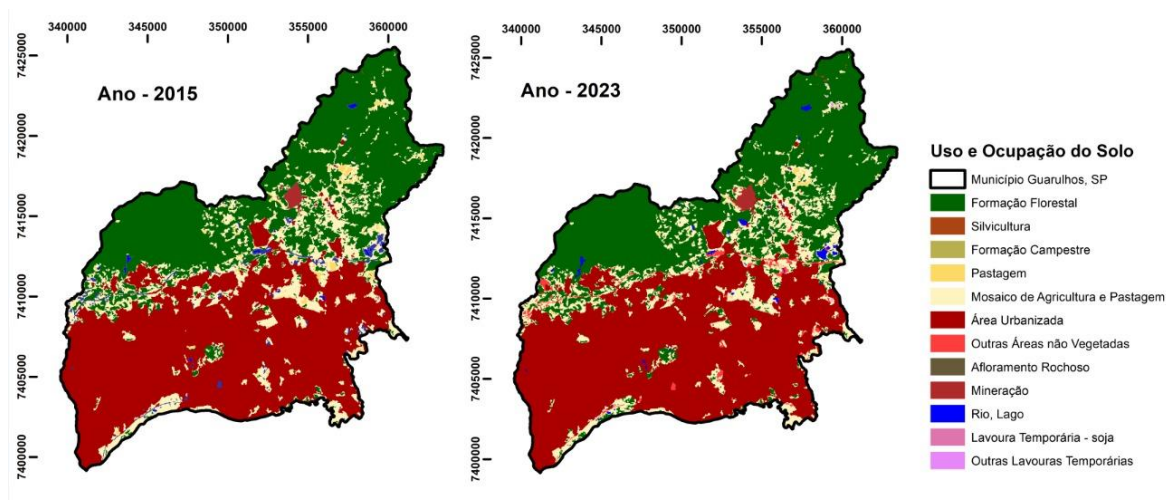
Tabela 1 - Áreas das Unidades de Conservação (UCs) no município de Guarulhos.

Unidade Conservação – UC	SIGLA	Área (km ²)	Área (%)
Parque Estadual da Itaberaba	PEI	62,23	33%
Área de Proteção Ambiental Paraíba do Sul	APAPS	60,97	32%
Área de Proteção Ambiental Cabuçu Tanque Grande	APACTG	32,23	17%
Parque Estadual da Cantareira	PEC	26,59	14%
Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê	APAVT	7,63	4%
Estação Ecológica do Tanque Grande	EETG	0,86	0,5%
Reserva Biológica Burle Marx	RBBM	0,20	0,1%
Total		190,71	100 %

Fonte: Os autores (2024).

Dentre as UCs municipais, destacam-se a Reserva Biológica Burle Marx (1990), a Estação Ecológica do Tanque Grande (2010) e a Área de Proteção Ambiental Cabuçu-Tanque Grande (2010) (Fonseca; Andrade; Oliveira, 2014). A Área de Proteção Ambiental Cabuçu-Tanque Grande (APACTG), uma das áreas mais relevantes em termos de incidência de queimadas, abrange cerca de 32,23 km², correspondendo a 17% do total das UCs (Silva; Cordeiro e Arzolla, 2022).

Figura 2 - Mapeamento dos Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) por uso e ocupação do solo, nos anos 2015 e 2023 do Município de Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2024).

Guarulhos demonstra um padrão de uso do solo dinâmico, caracterizado pela expansão urbana e pela concomitante perda de áreas de atividades agropastoris mistas. A comparação dos mapas de Uso e Ocupação do Solo de 2015 e 2023 permite observar essa dinâmica de transformação territorial. Embora a "Formação Florestal" no Norte aparenta relativa estabilidade em sua área central, há evidências de expansão das "Áreas Urbanizadas" em outras porções do município. Essa expansão, particularmente sobre áreas de "Formação Campestre" ou "Mosaico de Agricultura e Pastagem", intensifica a complexidade da interface urbano-silvestre (Figura 2). Quantitativamente, o município apresentou um aumento líquido de 3,6 Km² na sua "Área Urbanizada" entre 2015 e 2023, refletindo um padrão comum em grandes centros metropolitanos. Surpreendentemente, a "Formação Florestal" apresentou um ganho de 2,4 Km² entre 2015 e 2023, o que pode indicar processos de regeneração natural, reflorestamento ou aprimoramentos nas classificações do uso do solo (Tabela 2, Figura 2).

Tabela 2 – Classes de Uso e Ocupação do Solo do Município de Guarulhos/SP.

Uso e Ocupação do Solo	2015 Área (Km ²)	2023 Área (Km ²)	Dif (Km ²)
Área Urbanizada	146,0	149,6	3,6
Formação Florestal	116,4	118,8	2,4
Mosaico de Agricultura e Pastagem	46,8	41,4	-5,4
Outras Áreas não vegetadas	3,2	3,8	0,5
Pastagem	3,1	1,3	-1,8
Rio, Lago	1,5	1,7	0,2
Mineração	1,4	1,6	0,2
Soja	0,09	0,01	-0,08
Silvicultura	0,08	0,21	0,12
Afloramento Rochoso	0,02	0,05	0,03
Outras Lavouras Temporárias	0,01	0,17	0,15
Formação Campestre	0,006	0,006	0,000

Fonte: Os autores (2024).

A região exibe verões úmidos e chuvosos, em contraste com invernos amenos e predominantemente secos, sendo este último o período de maior risco para a ocorrência de incêndios devido à baixa umidade relativa do ar. A temperatura média anual em Guarulhos varia entre 15,9°C e 22°C, com as temperaturas mínimas sendo observadas entre os meses de abril e outubro. A precipitação em Guarulhos é uma característica marcante de seu regime climático, definindo claramente duas estações principais: uma úmida e outra mais seca. No período seco, os menores índices de precipitação são observados, com os meses de junho a agosto apresentando os menores números de dias chuvosos, geralmente abaixo de 5 dias em média (CLIMATE-DATA.ORG., 2024).

2.2 Fontes e Caracterização dos Dados de Focos de Queimadas e Incêndios Florestais (FQI)

Na elaboração da análise espaço-temporal da localização dos Focos de Queimadas e Incêndios Florestais (FQI) no município de Guarulhos, avaliados entre os anos de 2015 e 2024, utilizaram-se dados provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibilizados publicamente pelo Sistema Ambiental Paulista (DataGEO, 2021).

A detecção dos FQI foi realizada a partir de pontos georreferenciados identificados por um conjunto de oito satélites ópticos que operam na faixa termal (média de 4µm) e cujas imagens são recebidas e processadas pelo INPE. Os satélites de referência adotados para compor a série temporal de focos foram: AQUA_M-T, AQUA_M-M, GOES-16, NOAA-20, NPP-375, NPP-375D, TERRA_M-M e TERRA_M-T (DataGEO, 2021; Rodrigues et al., 2018). Esses dados governamentais são amplamente utilizados para elaboração, avaliação, planejamento e desenvolvimento de ações de prevenção, fiscalização e combate a incêndios florestais, e a partir de 2023, passaram a ser parte da "Operação SP sem Fogo" (www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cortafogo).

A expressão "Foco de Calor" refere-se a pontos registrados pelo monitoramento ambiental que apresentam temperatura igual ou superior a 47°C, captados na superfície do solo por imagens de sensores remotos e disseminados pelo Portal Queimadas do INPE (Oliveira et al., 2019). Para este estudo, adotou-se a terminologia "Focos de Queimadas e Incêndios Florestais - FQI", em conformidade com o DataGEO.

É importante ressaltar que os focos indicam a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (pixel), que pode variar de 1km x 1km até 5km x 4km; portanto, um único pixel pode representar múltiplas ocorrências de queimadas distintas (Santos, 2011). A detecção por sensoriamento remoto foi o método escolhido devido à extensão de Guarulhos e à existência de regiões remotas, como as unidades de conservação e florestas, que carecem de meios intensivos de acompanhamento in loco. Para validar a tendência dos focos, foram elaboradas estruturas de dados vetoriais (séries de tempo/espaço por coordenadas x, y) e estruturas de dados Raster (por sistema de coordenadas latitude, longitude) para representar o pico de focos e visualizar os dados digitais de imagens de satélites (Rosa; Brito, 2013).

Os mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil para o período de 1985 a 2023, incluindo os anos de 2015 e 2023 específicos para o município de Guarulhos, foram obtidos do Projeto MapBiomás – Coleção [1 a 9] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil pelo link: [<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>]. Esta coleção é resultado de

nove anos de trabalho e está em constante desenvolvimento, sendo suas informações sobre acurácia (geral e por classe de uso e cobertura para cada ano) apresentadas na página de análise de acurácia da plataforma. Os dados do MapBiomas são públicos, abertos e gratuitos. Foram também utilizados shapefiles contendo a delimitação das Unidades de Conservação (federais, estaduais e municipais) localizadas total ou parcialmente no município de Guarulhos.

2.3 Processamento e Análise Espaço-Temporal

O processamento e a análise dos dados foram conduzidos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), empregando o software QGIS para a sobreposição de camadas e a extração de informações espaciais mediante a utilização da ferramenta spatial join. Adicionalmente, planilhas eletrônicas (e.g., Microsoft Excel) foram empregadas para a organização, tabulação e realização de cálculos estatísticos descritivos dos dados, bem como para a subsequente geração de tabelas e gráficos.

A metodologia de análise da distribuição dos Focos de Queimadas e Incêndios Florestais (FQI) englobou diversas abordagens integradas. Inicialmente, foi procedida a quantificação anual e mensal do número total de focos de queimadas para o período de 2015 a 2024, visando identificar tendências, anomalias e padrões de sazonalidade.

Em relação à distribuição espacial por tipos de uso do solo, os FQI detectados anualmente (2015 - 2023) foram espacialmente sobrepostos aos mapas de Uso e Ocupação do Solo. Realizou-se a contagem anual de focos para cada classe de uso do solo, e a distribuição acumulada percentual dos focos por tipo de uso do solo foi calculada e visualizada por meio de um gráfico de setores. A evolução temporal da contribuição de cada categoria de uso do solo foi ilustrada por um gráfico de barras empilhadas, que apresentou os números de focos anuais por categoria. Por fim, para a análise da distribuição espacial nas Unidades de Conservação (UCs), os pontos de FQI foram sobrepostos à camada vetorial das Unidades de Conservação do município, e procedeu-se à contagem dos focos que ocorreram dentro dos limites de cada UC para o período total (2015-2024).

Este conjunto de análises integradas permitiu uma compreensão abrangente da distribuição, das causas potenciais e da evolução do problema das queimadas em Guarulhos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

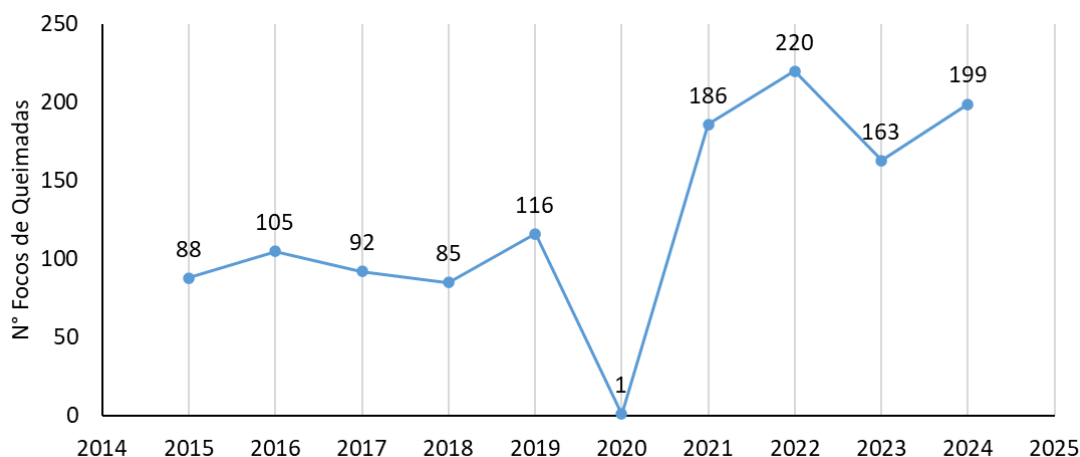
3.1 Distribuição Espaço-Temporal dos Focos de Queimadas

A investigação da distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas e incêndios (FQI) no município de Guarulhos revela um aumento expressivo nos últimos anos da série (2021-2024). A alta incidência registrada em 2022 e 2024, particular, reforça a urgência na implementação de estratégias eficazes de prevenção e combate no município.

A Figura 3, exibe a variação anual do número de focos de queimadas, revelando tendências e picos importantes ao longo da década avaliada. A análise de focos de queimadas e incêndios (FQI) contabilizou um total de 1.255 FQI entre 2015 e 2024. Os anos com os maiores índices foram 2022, com 220 FQI (17,53%), e 2024, com 199 FQI (15,86%). No período de 2015 a 2019, o número de FQI manteve-se relativamente estável, oscilando entre 85 (2018) e 116

(2019), com uma média aproximada de 97 FQI por ano. Isso sugere uma linha de base de ocorrências antes de 2020.

Figura 3 - Distribuição dos acumulados dos números de focos de queimadas e incêndios (FQI) por ano no município de Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2025).

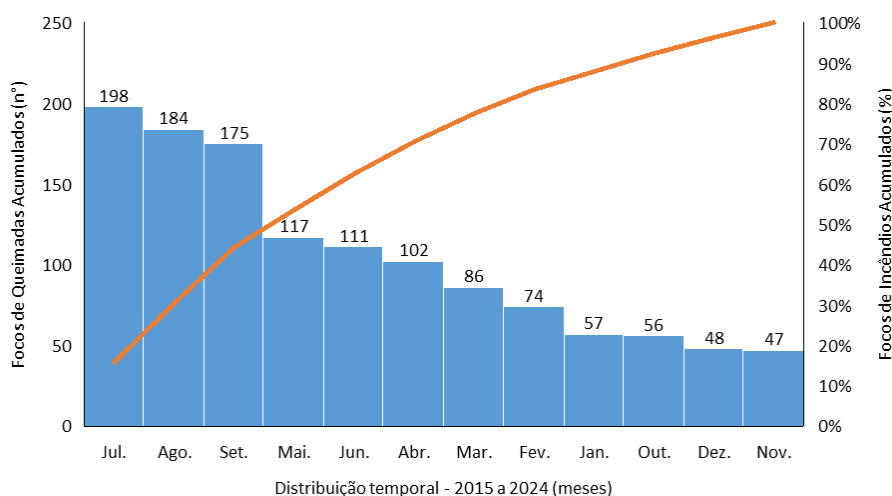
O ano de 2020 apresenta uma queda abrupta e atípica, registrando apenas 1 FQI (Figura 4). Esta é uma anomalia significativa que destoa de toda a série histórica. Uma investigação adicional seria necessária para entender as causas dessa redução drástica, que pode estar relacionada a fatores como: (i) mudanças na metodologia de detecção ou disponibilidade de dados do INPE naquele ano específico para o município de Guarulhos; (ii) condições climáticas extremamente atípicas favoráveis à não ocorrência de focos ou combate imediato; (iii) possíveis lacunas nos dados de monitoramento para o município; e/ou (iv) redução drástica de atividades antrópicas ou maior fiscalização/prevenção durante a pandemia de COVID-19 (Costa et al., 2022).

Uma investigação como foi feito na Amazônia, onde foi identificado um aumento de fragilidades no sistema de fiscalização ambiental. Entende-se, neste período, como fatores políticos e conjunturais afetam a ocorrência de incêndios (Costa et al., 2025).

Após a anomalia de 2020, há uma recuperação acentuada no número de focos em 2021 (186 FQI), superando os valores de qualquer ano anterior na série. Em 2023, houve uma leve queda para 163 FQI. Em 2024, o número de focos voltou a subir, atingindo 199 FQI, tornando-o o segundo ano com maior número de ocorrências (15,86%), aproximando-se do pico de 2022 de 220 FQI (17,53%) (Figura 4).

A análise da distribuição temporal dos focos de queimadas em Guarulhos, utilizando o princípio de Pareto (Figura 4), evidenciou uma concentração desproporcional de ocorrências. Os meses de julho, agosto e setembro, que coincidem com a estação mais seca, foram identificados como os mais críticos, respondendo por aproximadamente 44% FQI registrados no período de 2015 a 2024.

Figura 4 - Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) por Mês e Porcentagem Acumulada (2015-2024), Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2025).

A ordenação dos meses de Julho a Setembro no topo das barras reforça a correlação direta entre o período de estiagem (inverno e início da primavera) e a ocorrência de focos de queimadas em Guarulhos. Os meses que antecedem o pico (abril, maio, junho) mostram um aumento gradual de FQI: 102 (Abr), 117 (Mai) e 111 (Jun). Isso indica o início da intensificação dos riscos de incêndio à medida que a estação chuvosa termina e a seca se instala (Figura 4).

A ordenação decrescente dos meses confirma a acentuada sazonalidade na ocorrência de focos de queimadas em Guarulhos. A vegetação mais seca e a menor umidade do ar criam condições ideais para a ignição e propagação do fogo. Estudos demonstram que o período de agosto a novembro constitui a "temporada normal" de ocorrência de focos de incêndio, atingindo seus picos de intensidade em setembro e outubro (Pinto et al., 2021).

Na Tabela 3 é possível aprofundar a discussão sobre a distribuição espaço-temporal, permitindo correlacionar os focos com variáveis climáticas a nível de detalhe anual e mensal. A concentração de focos de queimadas em Guarulhos persiste notavelmente nos meses de inverno e início da primavera (julho a setembro), com destaque para a contribuição substancial desses meses nos anos de maior incidência, como Julho de 2021 (46 FQI) e Setembro de 2024 (42 FQI), que impulsionaram os totais anuais.

Por exemplo, em 2022, embora o total seja alto, Julho e Setembro foram os meses de pico, enquanto em 2024, Setembro se destacou ainda mais. A análise por mês e ano pode guiar a discussão sobre fatores climáticos e antrópicos específicos que podem ter contribuído para os picos em determinados meses de certos anos. Por exemplo, uma seca mais prolongada ou eventos de El Niño podem ser correlacionados com os picos de julho/setembro (Tabela 3).

O período entre 2015 e 2016 foi marcado por um dos eventos de El Niño mais intensos já registrados, fenômeno que sabidamente impacta os padrões climáticos globais e regionais, incluindo regimes de precipitação e temperatura. No município de Guarulhos, os dados revelam 88 FQI de queimadas em 2015 e 105 FQI em 2016. Apesar das alterações climáticas induzidas pelo El Niño, esses números, embora representem uma ocorrência contínua, não se destacam

como os picos de incidência mais elevados da série histórica analisada, que seriam observados em anos posteriores como 2021, 2022 e 2024 (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição temporal dos números de Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) acumulados por ano/mês no município de em Guarulhos/SP.

Mês/Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Janeiro	8	3	1	0	8	0	9	15	10	3	57
Fevereiro	4	7	7	5	6	0	9	28	8	0	74
Março	7	10	1	8	7	0	19	8	19	7	86
Abril	6	21	3	8	6	0	13	10	18	17	102
Maio	6	10	4	10	10	1	16	22	16	22	117
Junho	7	5	8	4	12	0	9	15	23	28	111
Julho	6	14	11	22	14	0	46	44	21	20	198
Agosto	26	13	9	4	18	0	34	15	27	38	184
Setembro	9	10	36	7	15	0	10	26	20	42	175
Outubro	4	3	3	4	15	0	4	11	1	11	56
Novembro	3	2	4	6	3	0	10	11	0	8	47
Dezembro	2	7	5	7	2	0	7	15	0	3	48
Total	88	105	92	85	116	1	186	220	163	199	1255

Fonte: Os autores (2025).

A ocorrência de um evento La Niña prolongado entre 2020 e o início de 2023, que tipicamente induz condições de menor precipitação e elevação térmica em porções do Sudeste brasileiro, como em Guarulhos, coincide com os períodos de maior incidência de queimadas observados. A tabela 3 revela que 2021 (186 FQI) e, especialmente, 2022 (220 FQI) registraram os picos mais elevados de focos de queimadas na série histórica, sugerindo uma correlação entre as anomalias climáticas da La Niña e o aumento da vulnerabilidade do município a incêndios.

Ao longo de toda a série histórica (2015-2024), a porção norte e nordeste de Guarulhos emerge como a principal área de concentração de focos de queimadas (Figura 5a e 5b). Essa região é caracterizada pela presença de importantes Unidades de Conservação (como a APA Cabuçu-Tanque-Grande e áreas do Parque Estadual da Cantareira e Itaberaba), remanescentes de Mata Atlântica e/ou manchas residuais de Cerrado (Durigan; Siqueira; Franco, 2007). Mesmo nos anos com menor número total de focos (2015-2019), a presença de pontos nessas áreas já era perceptível, indicando uma vulnerabilidade intrínseca dessa interface entre áreas naturais e ocupação humana.

Embora a concentração principal permaneça no norte/nordeste, os mapas de 2021-2024 também indicam uma maior dispersão de focos para outras áreas do município, incluindo porções mais centrais, ocidentais e até sul (Figura 5a e 5b). Isso sugere que o problema das queimadas não se limita apenas às grandes áreas de mata, mas está se tornando mais difundido, atingindo o mosaico urbano-rural e áreas de desenvolvimento periurbano.

Essa expansão pode ser resultado da pressão crescente por uso e ocupação do solo, manifestada na expansão de assentamentos irregulares, no descarte de lixo e na queima para limpeza de terrenos em busca de desenvolvimento social e econômico, somada a outras interferências humanas diretas, como vandalismo ou acidentes com fogo em áreas com vegetação seca próximas a construções (Figura 5a e 5b).

Figura 5a – Distribuição espaço - temporal dos Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) acumulados por ano no município de Guarulhos/SP (2015-2020).

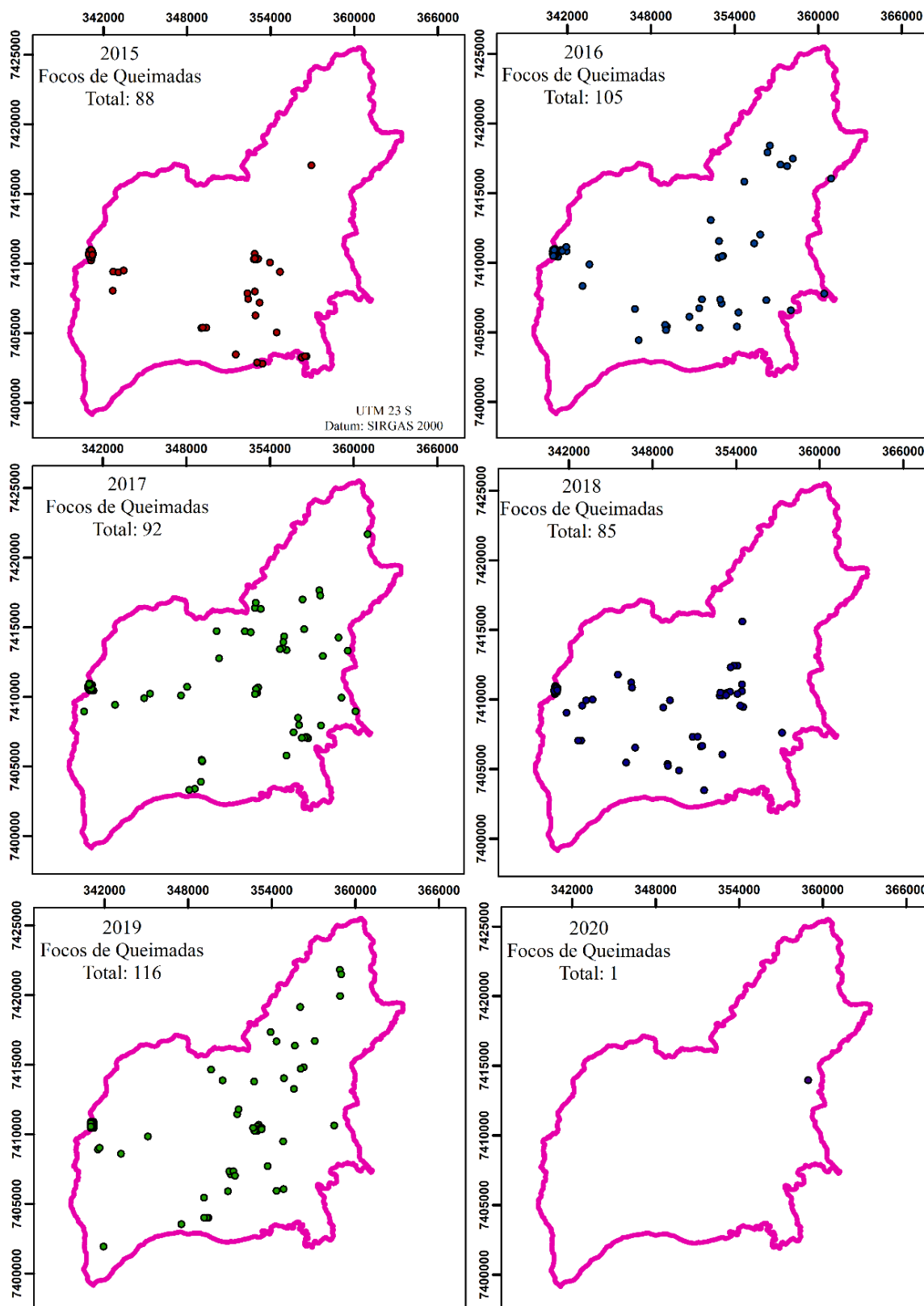
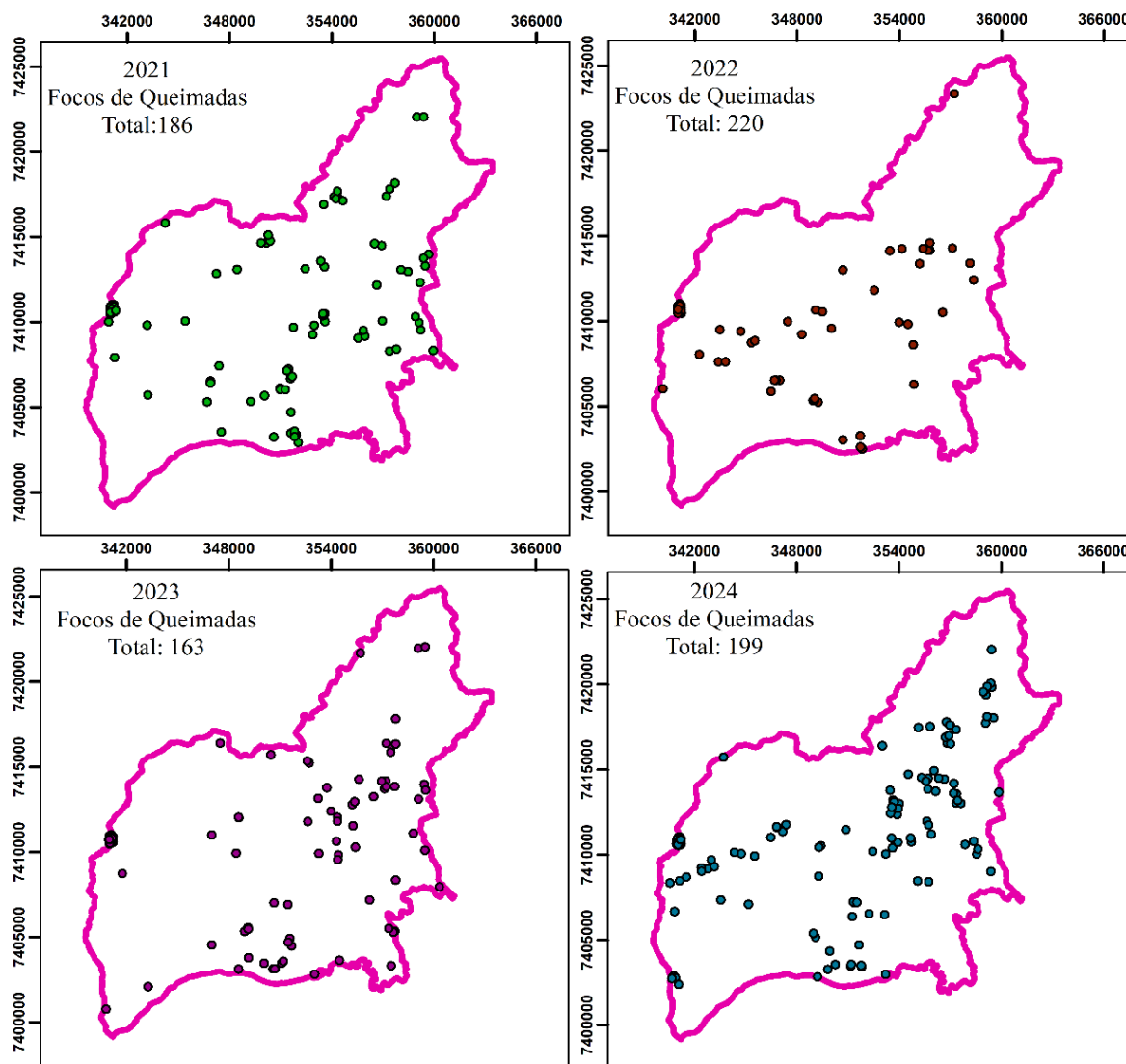


Figura 5b - Distribuição espaço - temporal dos Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) acumulados por ano no município de Guarulhos/SP (2021-2024).



Fonte: Os autores (2025).

No Brasil, a expansão da malha rodoviária tende a se intensificar, alcançando diversas regiões que concentram elevada biodiversidade e prestam serviços ecossistêmicos essenciais. Um exemplo emblemático é o traçado do Rodoanel Mário Covas, em construção no estado de São Paulo, cuja implantação tem contribuído para a fragmentação de habitats, o aumento da ocorrência de incêndios florestais e outras formas de degradação ambiental (Reis, 2014; Saavedra; Costa, 2025). Principalmente no último ano (2024), é possível verificar o aumento da incidência dos FQI nas áreas adjacentes ao trecho Norte do Rodoanel (ainda em construção), demonstrando os impactos ambientais associados a este tipo de ocupação.

3.2 Distribuição dos focos de Queimadas nas Unidades de Conservação

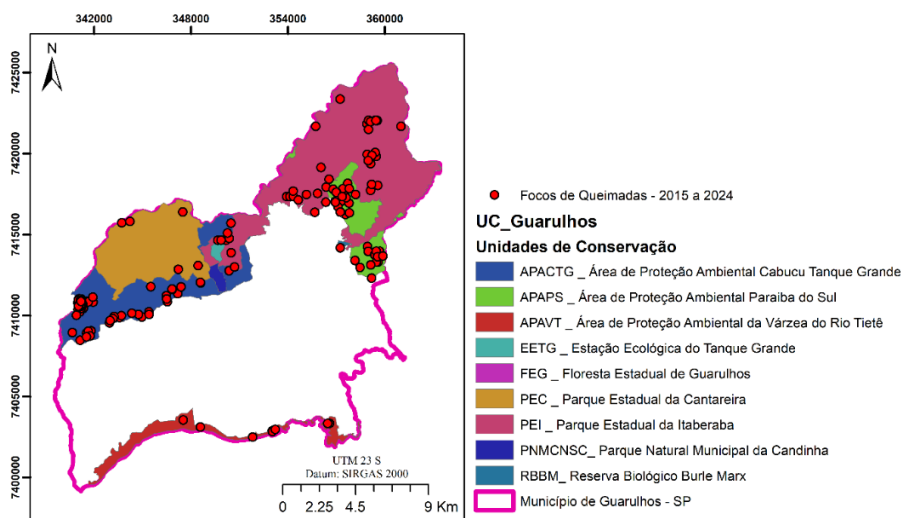
O mapa presente na Figura 6, é fundamental para contextualizar os focos de queimadas em relação às Unidades de Conservação (UCs) no município de Guarulhos. Ele

sobreposição todos os focos registrados entre 2015 e 2024 às áreas das UCs, permitindo uma análise crucial sobre a vulnerabilidade ambiental do município. Visualmente confirma a altíssima vulnerabilidade da APA Cabuçu-Tanque Grande (APACTG), que se apresenta como um epicentro de focos de queimadas e incêndios (FQI). Uma densidade muito elevada de pontos vermelhos está localizada dentro dos limites desta APA.

A concentração de focos nas UCs, especialmente em áreas de interface com o tecido urbano ou assentamentos, sugere que muitas ignições podem ter origem em atividades humanas no entorno ou dentro dessas áreas. Isso inclui descarte de lixo, uso recreativo inadequado do fogo, ou queimas para expansão irregular.

A análise da FQI em Áreas Protegidas revela uma condição alarmante para o município, visto que 52% (652 FQI) de todos os focos de queimadas no município de Guarulhos (1255 FQI) ocorreram dentro das Unidades de Conservação (Figura 6, Tabela 4). Essa alta proporção é de extrema significância, pois demonstra que mais da metade dos eventos de incêndio afetam diretamente áreas legalmente protegidas, destinadas à conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos serviços ecossistêmicos.

Figura 6 - Distribuição espacial dos Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) por Unidades de Conservação no município de Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2025).

A Tabela 4 quantifica essa observação, revelando que a APACTG registrou 543 FQI (83%) entre 2015 e 2024, o que representa a vasta maioria das ocorrências em UCs. Essa alta concentração na APACTG explica a correspondência com a identificação do bairro Cabuçu como a zona de maior ocorrência de FQI no município (Tabela 4).

Além da APA Cabuçu-Tanque Grande, outras UCs na porção norte também apresentam uma quantidade significativa de FQI, como o Parque Estadual de Itaberaba (PEI) com 37 FQI e o Parque Estadual da Cantareira (PEC) com 5 FQI. Essa correspondência numérica e visual válida a distribuição do risco entre as diversas UCs.

Tabela 4 - Focos de Queimadas e Incêndios (FQI) acumulados por Unidades de Conservação (UC) no município de Guarulhos.

Unidade Conservação - UC	Sigla	FQI	FQI (%)
Área de Proteção Ambiental Cabuçu Tanque Grande	APACTG	543	83%
Área de Proteção Ambiental Paraíba do Sul	APAPS	55	8%
Parque Estadual da Itaberaba	PEI	37	6%
Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê	APAVT	10	2%
Parque Estadual da Cantareira	PEC	5	1%
Estação Ecológica do Tanque Grande	EETG	1	0%
Reserva Biológica Burle Marx	RBBM	1	0%
Total Geral		652	100%

Fonte: Os autores (2025).

O fenômeno da pressão antrópica (notadamente a expansão urbana) sobre as ZAs de UCs e o conseqüente aumento na incidência de incêndios florestais não é uma particularidade brasileira. Similarmente, a China tem registrado um aumento significativo de incidentes na última década, onde a expansão urbana em proximidade a reservas naturais é citada como um fator contribuinte direto (ZHANG et al., 2019). Soma-se a isso o fato de que periferias marcadas por carências habitacionais e de infraestrutura apresentam maior vulnerabilidade climática, o que pode elevar a probabilidade de incêndios (GODOY, BENINI, SILVA et al., 2025). Esta correlação reforça a necessidade de investigar a relação entre a urbanização acelerada e o risco de incêndios em áreas de interface.

Nesta perspectiva, a análise da expansão urbana nas Zonas de Amortecimento de áreas protegidas no município de Guarulhos e a identificação dos riscos de incêndios associados torna-se fundamental. Este estudo visa verificar a hipótese de que os incidentes de incêndio observados no município decorrem (ou são exacerbados) pelo avanço da fronteira urbana sobre estas áreas de transição ecológica e legal.

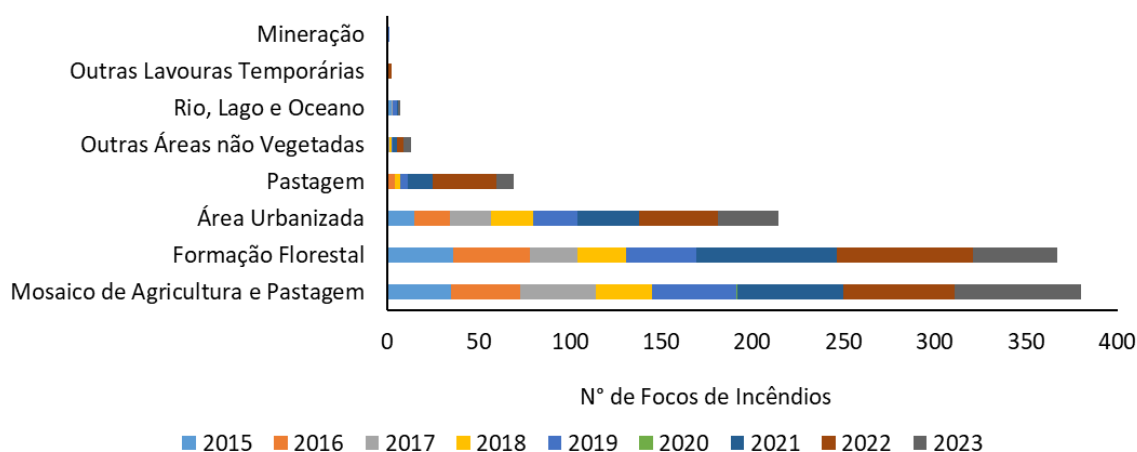
3.3 Distribuição focos de Queimadas nos Usos de Solo.

A análise do gráfico de barras empilhadas (Figura 7) apresenta a distribuição anual do número de focos de queimadas por categoria de uso e ocupação do solo entre 2015 e 2023 mostra um aumento geral no número de focos anuais a partir de 2021. As categorias "Formação Florestal" (35%) e "Mosaico de Agricultura e Pastagem" (36%) são as maiores contribuintes para esse aumento. O gráfico mostra um salto dramático na contribuição a partir de 2021 e 2022, com barras significativas nesses anos, indicando que as áreas de vegetação nativa foram particularmente afetadas nos períodos de maior seca e incidência geral de queimadas.

O gráfico (Figura 7) permite inferir as principais áreas de vulnerabilidade ao fogo. O gráfico revela uma forte concentração dos focos de queimadas em um número limitado de categorias de uso do solo. As quatro principais categorias – Mosaico de Agricultura e Pastagem, Formação Florestal, Área Urbanizada e Pastagem – somam impressionantes 98% do total de ocorrências, indicando onde os esforços de prevenção e combate devem ser prioritariamente direcionados. Esta classe de uso do solo está localizada principalmente em zonas de transição, onde se mesclam atividades agrícolas e de pastagem, frequentemente marcadas pelo avanço da

fronteira urbana. Tais regiões periféricas são particularmente suscetíveis à expansão de assentamentos informais devido à menor fiscalização e ao custo de solo mais acessível.

Figura 7 - Distribuição espacial dos acumulados de focos de Queimadas e Incêndios (FQI) por uso do solo (2015 a 2023), em Guarulhos/SP.



Fonte: Os autores (2024).

A influência da ocupação irregular no aumento dos focos de queimadas pode ser compreendida por diversos fatores interligados: primeiramente, a utilização do fogo para a limpeza rápida e econômica da vegetação densa para a implantação de novas moradias ou pequenos cultivos, é uma prática comum em áreas de assentamento informal, frequentemente resultando na propagação descontrolada de incêndios. Em segundo lugar, a carência de serviços básicos de infraestrutura, como a coleta regular de resíduos em ocupações irregulares, induz à queima de lixo a céu aberto, prática que, especialmente em períodos de estiagem e ventos, pode facilmente levar à propagação do fogo para a vegetação adjacente.

Adicionalmente, a expansão das áreas urbanizadas e a criação de assentamentos informais em regiões de "Mosaico de Agricultura e Pastagem" resultam em uma ampliação da interface urbano-silvestre (UWIS); com o aumento da presença humana em contato direto com a biomassa combustível, eleva-se a probabilidade de ignições acidentais ou intencionais. Por fim, a natureza não planejada da ocupação irregular dificulta a implementação de medidas preventivas, como aceiros ou manejo de combustível, e a fiscalização ambiental torna-se mais complexa, perpetuando as práticas de risco.

Considerando que "Mosaico de Agricultura e Pastagem" constitui a categoria com a maior contribuição percentual para os focos de queimadas (36%) e que a "Área Urbanizada" também apresentou expansão significativa, a correlação entre a ocupação irregular nessas áreas de transição e o aumento dos focos é altamente plausível, configurando um desafio substancial para a gestão do fogo no município de Guarulhos.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que a ocorrência de focos de queimadas no município de Guarulhos no período de 2015 a 2024 não é aleatória, mas sim fortemente determinada por padrões espaço-temporais bem definidos. A análise temporal revelou que o risco de incêndio está intrinsecamente ligado à sazonalidade climática, com uma concentração crítica de aproximadamente 44% dos eventos nos meses de julho a setembro, que corresponde ao período mais seco e ao inverno. Este achado, somado à tendência de aumento expressivo na incidência nos anos mais recentes (2021–2024), indica a urgência de concentrar as ações de prevenção e combate na janela estratégica de maio a setembro.

No que se refere à análise espacial, foram identificados padrões claros de distribuição que sublinham a vulnerabilidade das interfaces urbano-rurais e a criticidade das áreas protegidas do norte/nordeste do município. A Área de Proteção Ambiental (APA) Cabuçu-Tanque-Grande destaca-se como zona de atenção, reforçando a forte correlação dos focos com a presença de Unidades de Conservação e com as categorias de uso do solo em transição.

Em conclusão, este trabalho fornece um diagnóstico ambiental essencial que permite a alocação otimizada de recursos ao indicar com precisão onde (UCs críticas) e quando (nos meses de maior risco) o fogo é mais provável de ocorrer. Os resultados servem como subsídio vital para a formulação de políticas públicas proativas e a implementação de estratégias de manejo do fogo eficazes e direcionadas em Guarulhos, contribuindo diretamente para a proteção da biodiversidade e a resiliência urbana.

5 REFERÊNCIAS

ANTUNES, M.J.S.B.M.; LOPES, D.; OLIVEIRA, C. **Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas**. Coimbra: Instituto Jurídico da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 117p. 2023.

BATISTA, A.C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v.34, n.2, p.237-241, 2004.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Publicado no **Diário Oficial da União** em 19/7/2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 12 abr. 2024.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate: Guarulhos**. 2024. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/guarulhos-764109/>. Acesso em: 13 out. 2025.

COSTA, J.V.D.C. *et al.* Explorando os padrões de incêndios florestais: uma análise das queimadas no território brasileiro. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v.11, n.1, p.1-2, 2025.

COSTA, M.C.L. *et al.* COVID-19 e mudanças ambientais: o impacto da pandemia no contexto amazônico. **Research, Society and Development**, v.11, n.13, p.1-7, 2022.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C. Threats to the Cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agricola**, v.64, p.355-363, 2007.

FONSECA, S.G.F.; ANDRADE, M.R.M.; OLIVEIRA, A.M.S Unidades de Conservação do Município de Guarulhos: avaliação com base em aspectos geoambientais e instrumentos de gestão. **Boletim Goiano de Geografia**, v.34, n.1, p.55-72, 2014.

GODOY, J. A. R.; BENINI, S. M.; SILVA, A. L. C. Segregação socioespacial e vulnerabilidade climática nas periferias urbanas. **Periódico Eletrônico Ambiental da Alta Paulista**. v.21, n. 3, 2025.

GRANEMANN, D.C.; CARNEIRO, G.L. Monitoramento de focos de incêndio e áreas queimadas com a utilização de imagens de sensoriamento remoto. **Revista de engenharia e tecnologia**, v.1, n.1, p.55-62, 2009.

GUIMARÃES, P. *et al.* Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal. **Agrarian Academy**, v.1, n.01, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**: resultados gerais da população, área territorial e biomas. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros – 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/guarulhos.html>. Acesso em: 11 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios 2010–2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9084-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>. Acesso em: 11 out. 2025.

JONES, M. W. *et al.* Global rise in forest fire emissions linked to climate change in the extratropics. **Science**, v. 386, n. 6719, 2024.

MANN, K.C. **Sintomas respiratórios e função pulmonar em indivíduos expostos ao incêndio na Boate Kiss: um estudo longitudinal**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2023.

MAPBIOMAS. **RAF 2024: Relatório Anual do Fogo – Resultados da Coleção 4 (1985 a 2024)**. São Paulo: MapBiomias, 2025. 72p. DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/JKWSW7>.

MARTINHO, N.; OLIVEIRA, M. M. (org.). POCI/AGR/59180/2004–Avaliação do impacto de fogos florestais nos recursos hídricos subterrâneos. Estudo do impacto dos fogos florestais na parte quantitativa do ciclo hidrológico. **Relatório LNEC**. 429/2008-AS, p.138. 2008.

NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNITED). **Paris Agreement, 2015 - Status of Ratification**. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>. Acesso em: 10/nov. 2025.

OLIVEIRA, D.S.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná. **Revista Floresta**, v.34, n.2, p.217-221.2004.

OLIVEIRA, T.M. **Monitoramento dos focos de calor e do risco de incêndios florestais no município de Ituiutaba-MG**. 2019. 127f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais. 2019.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA (IPCC). **Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese**. Sexto Relatório. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 6 fev. 2025.

PASQUETTI, L.; SCHMITZ, G. P.; NECKEL, A.; SILVA, C. C. O. A.; CARDOSO, G. T. Uso do sensor TROPOMI na detecção de poluentes atmosféricos originados em incêndios florestais que se movimentam para o Sul do Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum da Alta Paulista**. v. 21, n. 2, 2025.

PINTO, D. L. *et al.* Periods of highest occurrence of forest fires in Brazil. **Floresta**, v. 51, n. 2, p. 484–491, 2021.

PINTO, L.F.G. *et al.* **Dinâmica do Fogo na Mata Atlântica entre 1985 e 2023 e o caso de 2024**. SOS/IPAM. 2024.

PIRAJÁ, R. V. *et al.* Sistemas de geotecnologias para monitoramento de queimadas: viabilidade de utilização de sensores orbitais e geoestacionários para identificar incêndios florestais, utilizando como modelo uma área do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 72, p. 30-30, 2023.

REIS, P.L. **Estudos de impactos ambientais nas rodovias do estado de São Paulo: uma revisão crítica.** 2014. 1CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu (SP). 2014.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Mapeamento de áreas queimadas em Unidades de Conservação da região serrana do Rio de Janeiro utilizando o satélite Landsat-8 durante a seca de 2014. **Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ**, v.41, n.1, p.318-327, 2018.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. **Introdução ao geoprocessamento.** Instituto de Geografia: Apostila. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2013.

SAAVEDRA, J. S.; COSTA, R. C. A. Avaliação dos impactos ambientais em remanescentes florestais mediante à implantação de estradas. In: DALMAS, F.B. *et al.* (org.). **Tópicos em Governança Socioambiental: Mestrado em Análise Ambiental-UNG.** Editora Científica Digital, p.93-106. 2025.

SANTOS, A.S.I.D. *et al.* Desafios da governança da biodiversidade em Guarulhos a partir do planejamento integrado para as para as áreas protegidas locais. **Revista Geociências-UNG-Ser**, v.19, n.2, p.45-58, 2020.

SANTOS, C.A.P.; SOUZA, U.B.; SILVA, W.L. Quantificação dos focos de calor na Meso-região do Extremo Oeste Baiano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. INPE: Curitiba. PR. **Anais...** Curitiba. 2011.

SANTOS, J.F.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. Perfil dos Incêndios Florestais no Brasil em Áreas Protegidas no Período de 1998 a 2002. **Revista Floresta, Curitiba**, v.36, n.1, p.93-100. 2006.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL). **DATAGEO:** Sistema Ambiental Paulista. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SEITO, A.I.; GILL, A.A.; PANNONI, F.D.; ONO, R.; SILVA, S.B.D.; DEL CARLO, U.; SILVA, V.P. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, R.D.V.; CORDEIRO, I.; ARZOLLA, F.A.R.D.P. Florestas secundárias do Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, SP, Brasil: Variações florísticas e estruturais. **Hoehnea**, v. 49, p.1-19. 2022.

WHITE, B.L.A.; RIBEIRO, A.S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.6, n.1, p.148-156, 2011.

ZHANG, Y. *et al.* How fire safety management attended during the urbanization process in China?. **Journal of Cleaner Production**, v. 236, p.117686, 2019.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Luciana de Meneses Castro: Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Redação - Rascunho Inicial

Fabricio Bau Dalmas: Investigação, Metodologia, Redação - Revisão Crítica

Marisa Vianna Mesquita: Investigação, Metodologia, Redação - Revisão Crítica

Renata Cristina Araújo Costa: Concepção e Design do Estudo, Curadoria de Dados, Análise Formal, Supervisão, Revisão e Edição Final

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Luciana de Meneses Castro, Fabricio Bau Dalmas, Marisa Vianna Mesquita, Renata Cristina Araújo Costa, declaro(amos) que o manuscrito intitulado " Análise de Focos de Queimadas em Paisagem Urbano-Rural: Estudo de Caso no Município de Guarulhos":

1. **Vínculos Financeiros:** Este trabalho foi financiado por Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Programa Emergencial de Consolidação Estratégica dos Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu Acadêmicos com notas 3 e 4 – Processo nº 88881.709665/2022-01.
 2. **Relações Profissionais:** Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possuímos conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-