

RELAÇÃO ENTRE INCÊNDIOS FLORESTAIS E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

FOREST FIRES AND HOSPITALIZATIONS FOR RESPIRATORY DISEASES IN THE STATE OF SÃO PAULO

Egle Gabriele Castanha de Souza¹, Bruno Iartelli Silva², Luis Felipe de Almeida Duarte¹.

¹ Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências da Saúde, Curso de Biomedicina

² Universidade Santa Cecília, Pós-graduação, Ciência e Tecnologia Ambiental

E-mail para contato: eglegabriele.castanha@hotmail.com

RESUMO – Em 2024, São Paulo (Estado) registrou o maior número de focos de incêndio em 14 anos e a fuligem gerada agrava patologias respiratórias. O nosso objetivo foi analisar o impacto dos incêndios florestais na saúde respiratória da população paulista. Foram integrados dados do DATASUS e do INPE (2018 a 2024, exceto 2020 e 2021 devido à pandemia). O mapeamento foi feito no Ambiente R e a busca da literatura nas plataformas PubMed, Dimensions e SciELO. Os resultados indicam que, embora as regiões de São Paulo e Campinas tenham o maior número de internações, as regiões Noroeste e Norte apresentam a maior taxa de internação por habitante. Essas regiões também registram o maior número de incêndios. Os dados sugerem uma possível associação entre a incidência de incêndios e o aumento das internações.

Palavras-chave: Incêndios florestais; Doenças respiratórias; São Paulo.

ABSTRACT – In 2024, São Paulo State recorded the highest number of fire outbreaks in 14 years, and the resulting soot worsened respiratory diseases. Our goal was to analyze the impact of forest fires on the respiratory health of São Paulo's population. We integrated data from DATASUS and INPE (2018–2024, excluding 2020–2021 due to the pandemic). Mapping was performed in R environment, and the literature search was conducted on PubMed, Dimensions, and SciELO. Results indicate that although São Paulo and Campinas regions show the highest number of hospitalizations, the Northwest and North regions have the highest hospitalization rates per inhabitant. These same regions also recorded the most fires, suggesting a possible association between fire incidence and increased hospitalizations.

Keywords: Wildland fires; Respiratory diseases; São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

Em 2024, o Brasil registrou o maior número incêndios florestais dos últimos 14 anos. Desde 1999, quando o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) passou a monitorar as queimadas de janeiro a dezembro em todo o território nacional, o menor número de focos de incêndio ocorreu em 2000, com 101.530 focos ativos. O pico histórico ocorreu em 2007, com 393.915, enquanto 2013 teve o menor número da última década (128.145). Após 2010 (319.383 focos de incêndio), 2024 apresentou o maior número de queimadas, com 278.299 registros (INPE, 2025a).

Estima-se que o número de incêndios florestais aumente em frequência e extensão em diversos continentes por influência das mudanças climáticas e comportamento humano, comprometendo a qualidade do ar e a saúde humana. Estudos comprovam que a fumaça inalada dos incêndios impacta negativamente a saúde do homem, afetando os sistemas respiratório, cardiovascular e o nervoso (Rizzo e Rizzo, 2025). A fumaça decorrente de incêndios florestais é diferente da poluição proveniente de outras fontes, pois a fumaça gerada pode apresentar perfil toxicológico diferente (Gould *et al.*, 2024).

O estudo de Wang *et al.* (2025) constatou que a fumaça de incêndios florestais está associada a doenças cardiorrespiratórias em internações hospitalares, idas ao pronto-socorro e óbitos por todas as causas, enquanto a associação com doenças cardiovasculares foi menos clara. Além disso, ainda segundo estes autores, diferenças culturais e comportamentais dos indivíduos, bem como o comportamento do vento e do fogo influenciam a exposição à fumaça e a ocorrência de doenças respiratórias. Indivíduos que já sofrem de doenças respiratórias crônicas, idosos, crianças, mulheres grávidas e fetos representam a população de alto risco (Cascio, 2018). Esses achados, demonstram a relevância de estudar os impactos da fumaça de incêndios florestais na saúde humana.

O Brasil possui 203.080.756 habitantes (IBGE, 2022), dos quais 44 milhões habitam o Estado de São Paulo (IBGE, 2025). Por essa razão, optou-se por restringir o presente estudo à população paulista e analisar a relação entre os incêndios e seus impactos na saúde respiratória. Em 2024, foram registrados 8.712 focos de incêndio no Estado, sendo o maior número desde o início do monitoramento do INPE, superando 2010 (7.291) e contrastando com os anos de 2022 e 2023, que tiveram os menores índices da série, 1.599 e 1.666, respectivamente (INPE, 2025b).

Diante desse cenário, o objetivo geral é verificar se o número elevado de incêndios registrado em 2024 no Estado de São Paulo apresenta associação com o aumento no número de internações hospitalares decorrentes de problemas respiratórios. Os objetivos específicos são: a) mapeamento de regiões foco de internação por doenças respiratórias; b) mapeamento de regiões foco de incêndios.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em apoio às análises quantitativas, foi utilizado o método de revisão integrativa para compor uma chave interpretativa para a análise dos dados. As plataformas utilizadas para busca de artigos foram o PubMed, Dimensions e SciELO. Os descritores utilizados para essa revisão foram: “*forest fires*”, “*respiratory diseases*”, “*wildfires*”, “*fire smoke*”, “*airway diseases*”, “*smoke exposure*”, “*airway health*”, “*bushfire smoke*”, “*climate changes*”, “*smoke pollutants*”, “*smoke toxicity*” e “*air pollutants*”.

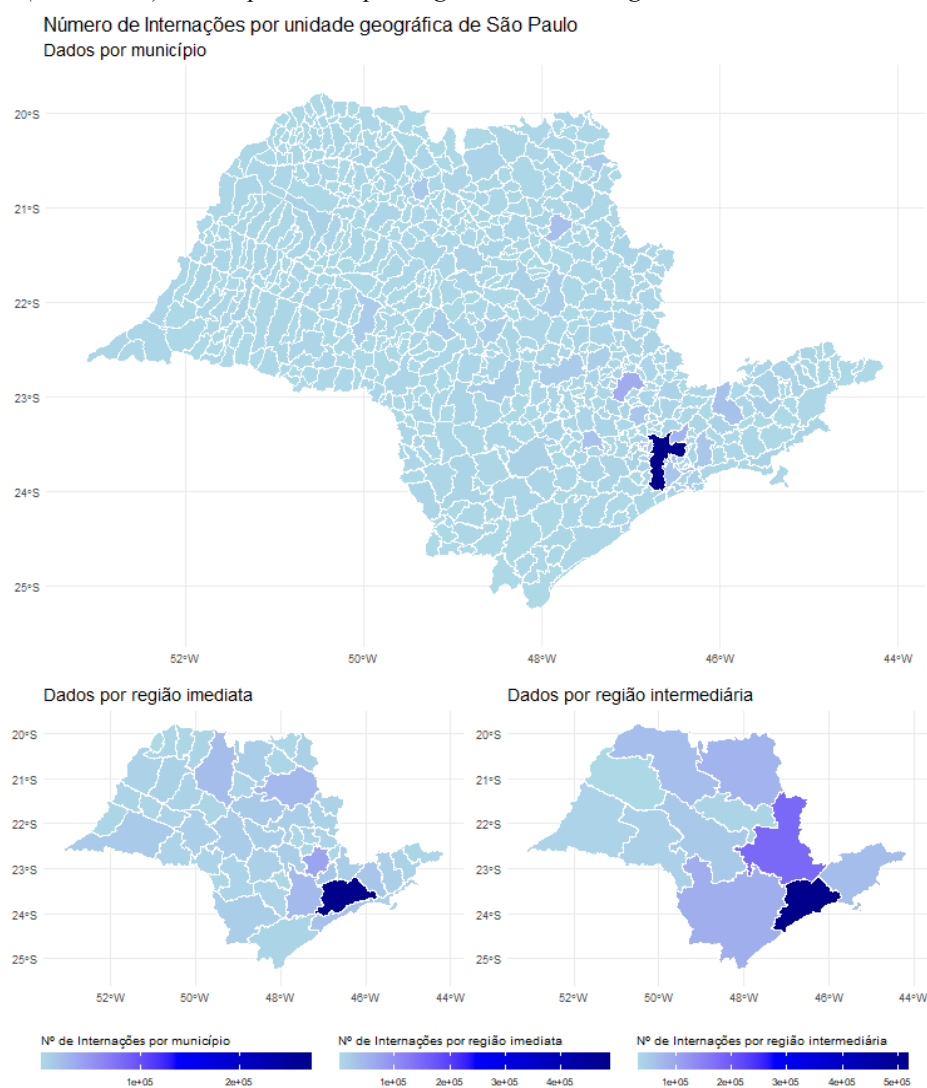
Os dados epidemiológicos referentes às internações hospitalares foram obtidos a partir do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), utilizando-se registros de morbidade hospitalar por causas relacionadas ao trato respiratório, estratificados por sexo, idade e grupos vulneráveis. Os dados ambientais e espaciais foram obtidos no Banco de Dados de Queimadas (BD Queimadas) do INPE, contemplando o período de 2018 a 2024, com a exclusão dos anos de 2020 e 2021 devido à interferência da pandemia de COVID-19 nos padrões de internação.

Para a integração e análise dos dados, foram utilizados procedimentos estatísticos e ferramentas computacionais no *Ambiente R* com a utilização dos pacotes “*geobr*” (Pereira *et al.*, 2019) e “*ggplot2*” (Wickham, 2016), incluindo a elaboração de mapas temáticos de distribuição espacial dos focos de incêndio e das internações hospitalares. Essa abordagem permitiu o mapeamento das regiões com maior concentração de queimadas e a sobreposição geográfica com áreas de maior incidência de hospitalizações por doenças respiratórias, possibilitando verificar padrões de coincidência espacial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três mapas presentes na Figura 1, referentes ao período avaliado, apresentam o número absoluto das internações por doenças respiratórias no Estado de São Paulo (dados por município, região imediata e região intermediária de residência) e evidenciam que essas internações não estão distribuídas espacialmente de forma relativamente homogênea. Observa-se, no entanto, uma maior concentração nos centros urbanos do estado, especialmente na capital, indicando que a cidade de São Paulo, além de reunir 11.904.961 habitantes, atua como principal centro de saúde do estado.

Figura 1: Distribuição espacial do número absoluto das internações por doenças respiratórias no Estado de São Paulo (2018–2024): dados por município, região imediata e região intermediária de residência.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo DATASUS.

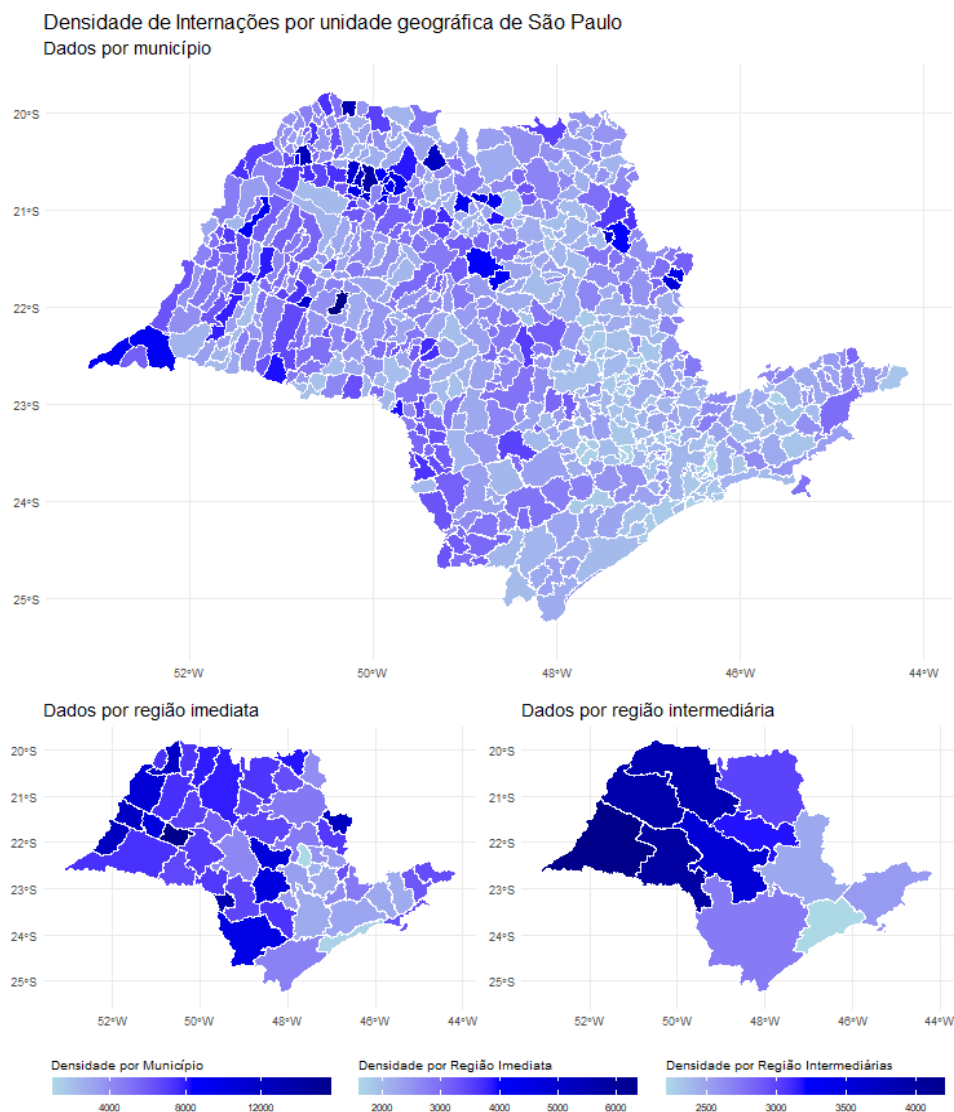
No mapa de município por residência, observa-se a presença de internações por doenças respiratórias em todos os municípios, com destaque novamente para a capital paulista.

A região imediata de São Paulo registrou 487.054 internações, ou seja, aproximadamente 40,71% do total estadual. Esse resultado indica que a região concentra uma parcela muito significativa das internações do Estado, possivelmente em razão do tamanho da população e do papel da capital como polo de serviços de saúde. Por outro lado, 69.993 das internações do Estado são de residentes da região de Campinas, o que corresponde a aproximadamente 5,85%.

Considerando os dados de internações por doenças respiratórias no Estado de São Paulo do DATASUS (2018–2024), dentre as 11 regiões intermediárias de residência (São Paulo, Sorocaba, Bauru, Marília, Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Araraquara, Campinas e São José dos Campos) a região intermediária de São Paulo concentra o maior número de internações (518.923), o que representa aproximadamente 43,37% do total estadual. Em seguida vem Campinas, com 177.707 internações (cerca de 14,85%). Juntas, as regiões intermediárias de São Paulo e Campinas somam mais da metade das internações por doenças respiratórias do estado (aproximadamente 58,22%). Isso se deve, possivelmente, ao fato dessas regiões serem densamente populosas.

Os mapas disponíveis na Figura 2 mostram algo bem diferente do que foi visto nos mapas de valor absoluto. Analisando a influência de incêndios nas internações, é necessário verificar onde elas ocorrem mais por habitante, portanto, a contagem por densidade considera o número de internações a cada 100 mil habitantes, o que tira o foco das regiões intermediárias de São Paulo e Campinas, assim como das imediatas e capital paulista. O mapa de densidade visualmente se assemelha mais aos mapas dos incêndios que veremos mais à frente. Essa modificação permite uma distribuição mais homogênea das internações por residência.

Figura 2: Distribuição espacial do número de internações a cada 100 mil habitantes por doenças respiratórias no Estado de São Paulo (2018–2024), segundo município, região imediata e região intermediária de residência.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo DATASUS.

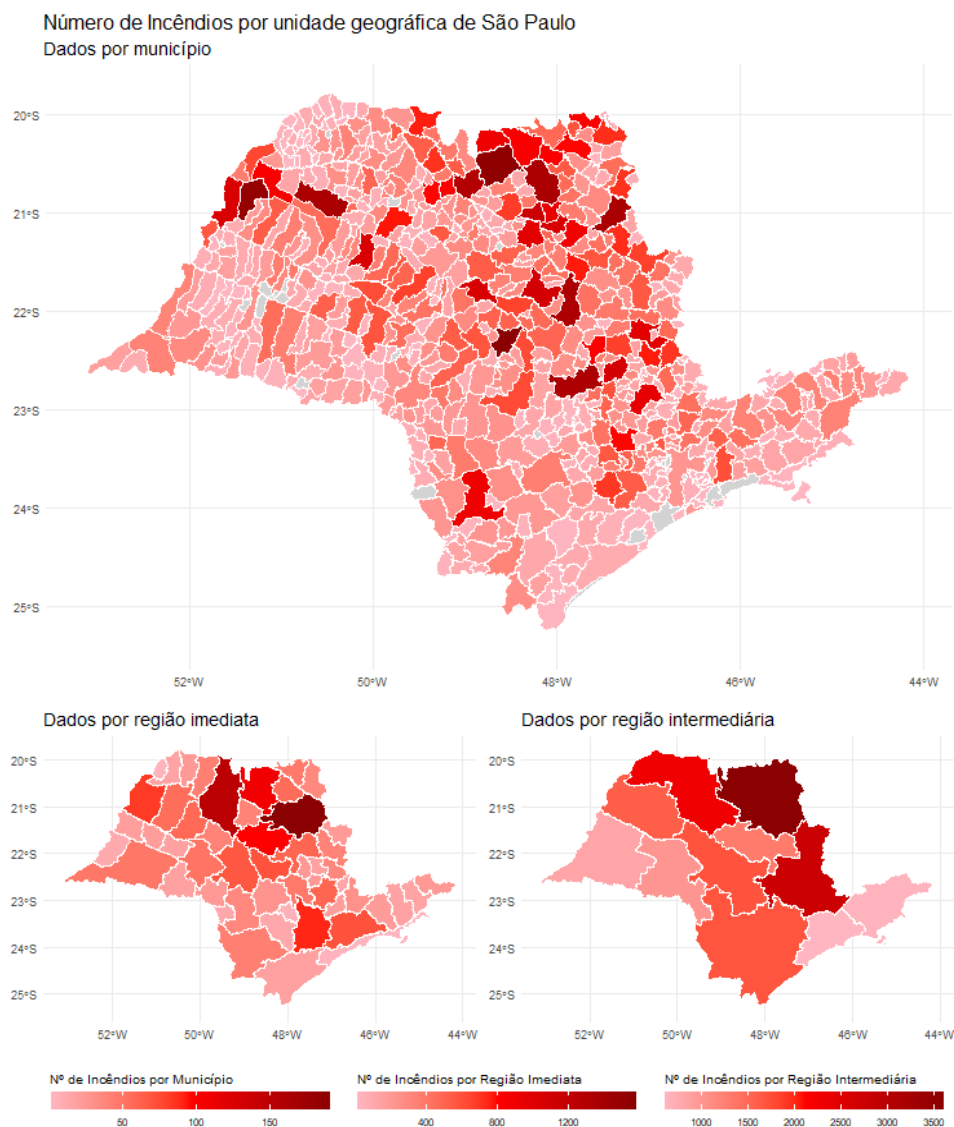
A Figura 3 mostra três mapas. No mapa de incêndios por municípios é possível observar alguns municípios em cinza, indicando que, no período avaliado, não houve incêndios/não foram notificados incêndios nessas áreas. Nota-se ainda que esse mapa se assemelha, em termos de padrão espacial, ao mapa agregado por região imediata. De modo geral, as maiores ocorrências de incêndios se concentram no norte e nordeste do Estado de São Paulo.

O mapa de incêndios por região imediata facilita a identificação das regiões do estado com os maiores números registrados. Assim como no mapa da região intermediária, a região imediata de Ribeirão Preto mantém a liderança, com 1.583 incêndios registrados (aproximadamente 8,76% do total estadual). A região imediata de São José do Rio Preto vem em seguida com 1.253 focos, aproximadamente 6,93% do total. A terceira região imediata é Barretos, que compõe a região intermediária de Ribeirão Preto, com 882 focos de incêndio, aproximadamente 4,88%. Somando os registros das três regiões imediatas mencionadas, temos 3.718 do total de 18.070 do estado, o que corresponde a 20,57%. Isso indica que, ao dividir os focos de incêndios por região imediata, os registros ficam mais distribuídos do que na divisão por região intermediária.

O mapa de incêndios por região intermediária evidencia a distribuição dos incêndios florestais a partir das regiões intermediárias do Estado de São Paulo. Analisando visualmente o mapa, observa-se que as regiões norte e nordeste são as regiões com tons mais intensos, o que mostra que são regiões intermediárias com os principais registros de incêndios do estado. A região intermediária de Ribeirão Preto registrou 3.599 incêndios florestais durante o período estudado, correspondendo a aproximadamente 19,92% das ocorrências no estado. A região intermediária de Campinas vem em segundo lugar, com 2.771 registros, ou seja, aproximadamente 15,33%. A terceira região intermediária com o maior registro foi São José do Rio Preto, com 2.286, ou seja, cerca de 12,65%. As regiões intermediárias com os maiores registros de incêndios somam 8.656, esse valor equivale a 47,90% de todos os incêndios do Estado de São Paulo.

No período avaliado, os meses com os maiores números de ocorrência de incêndios foram os primeiros três meses do segundo semestre. O mês de julho registrou 2.560 incêndios. Já o mês de agosto registrou 5.371 incêndios, sendo o mês com o maior registro do período. Por último, o mês de setembro registrou 4.625. Os meses de novembro a abril registraram os menores números de incêndios, sendo o mês de novembro o menor de todos, com 204 ocorrências registradas.

Figura 3: Número absoluto de incêndios florestais no Estado de São Paulo (2018-2024), segundo município, região imediata e região intermediária.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo BD Queimadas.

No presente estudo não foi possível usar informações a respeito da qualidade do ar e poluentes presentes no ar no período avaliado, pois não há redes de monitoramento em todos os municípios do Estado de São Paulo, de 645 municípios no estado, há somente 61 estações de monitoramento. Para tal, seria necessário fazer como Jasinski *et al.* (2011), que escolheram

somente a cidade de Cubatão para o estudo, que possui duas estações de monitoramento da qualidade do ar.

Esse fato impossibilitou correlacionar os dados de qualidade do ar nos dias de incêndio e número de internações por doenças respiratórias. Sugere-se, portanto, que o Ministério do Meio Ambiente amplie, por meio do sistema “MonitorAr”, as redes de monitoramento, para que estudos futuros possam verificar se há relação direta entre o número de internações e atendimentos médicos e a poluição do ar decorrente da fumaça de incêndios florestais.

Outra limitação do estudo diz respeito ao número real de pessoas afetadas pelos incêndios florestais. Como levantamos apenas dados de internações, que refletem os casos mais graves, não foi possível estimar quantas pessoas buscaram atendimento médico em decorrência dos incêndios no mesmo período.

4. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que, em números absolutos, as regiões intermediárias e imediatas de São Paulo e Campinas concentram o maior número de internações por doenças respiratórias. Contudo, quando se considera a população de cada unidade geográfica, as regiões do Noroeste e do Norte paulista apresentam uma maior taxa de internação por habitante e também os maiores números de incêndios, tanto em valores absolutos quanto relativos. Os dados sugerem uma possível correlação entre a incidência de incêndios e o aumento das internações. Ademais, recomenda-se que estudos futuros usem modelos mais complexos, adequados para análise de múltiplos dados.

5. REFERÊNCIAS

Cascio, WE. Wildland fire smoke and human health. *The Science of the Total Environment*, v. 624, p. 586–595, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.086>

Gould CF, Heft-Neal S, Johnson M, Aguilera J, Burke M, Nadeau K. Health effects of wildfire smoke exposure. *Annual Review of Medicine*, v. 75, p. 277–292, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. [Base de dados do SIAB – Sistema de Informação da Atenção Básica]. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <<http://siab.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?acao=11&id=31330&tp=1>> Acesso em: 1 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. [Disseminação pública de informações em saúde – FTP]. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <<ftp://ftp.datasus.gov.br/dissemin/publicos/>>. Acesso em: 1 mar. 2025.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cidades e estados. 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp.html>>. Acesso em: 6 maio 2025.

IBGE. Panorama do Censo 2022. 2020. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 6 maio 2025.

INPE. Monitoramento dos Focos Ativos por Estado. 2025b. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/estatisticas/estatisticas_estados/>. Acesso em: 11 maio 2025.

INPE. Monitoramento dos Focos Ativos por Países. 2025a. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/estatisticas/estatisticas_paises/>. Acesso em: 11 maio 2025.

Jasinski R, Pereira LAA, Braga LAF. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, p. 2242-2252. 2011.

Pereira RHM, Gonçalves CN. *et al.* (2019) geobr: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil. GitHub repository. Disponível em: <https://github.com/ipeaGIT/geobr>. Acesso em: 15 set. 2025.

Rizzo LV, Rizzo MCFV. Wildfire smoke and health impacts: A narrative review. *Jornal de Pediatria*, v. 101, Suppl. 1, p. S56–S64, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.11.006>

Wang YY, Chenb J, Huangc Y, Wang J, Xiong Y, Xue T, Yue X, Wang M. Associations of wildfire-derived particulate matter with hospitalization, emergency department visits and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, v. 273, p. 121221, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121221>

Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer-Verlag, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>. Acesso em: 15 set. 2025.