

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SAÚDE HUMANA NO ESTADO DE SÃO PAULO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE TESES E DISSERTAÇÕES

AIR POLLUTION AND HUMAN HEALTH IN THE STATE OF SÃO PAULO: A SYSTEMATIC REVIEW OF THESES AND DISSERTATIONS

Bianca Regina de Souza Gonçalves

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária – Instituto Doctum de Educação e Tecnologia
biancagoncalves0@outlook.com

Núbia Beatriz Fonseca Rodrigues

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária – Instituto Doctum de Educação e Tecnologia
nubiafrodb@hotmail.com

Christian Ricardo Ribeiro

Doutor em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Docente do Colégio de Aplicação João XXIII – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
christianric@hotmail.com

RESUMO

A poluição atmosférica é um problema que vem se agravando nas últimas décadas diante da intensificação dos processos de industrialização e de urbanização, acarretando graves danos à saúde e à qualidade de vida dos habitantes das cidades. Levando em conta essa realidade, o objetivo geral deste estudo foi o de realizar uma revisão sistemática das teses de doutorado e das dissertações de mestrado que avaliaram a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no estado de São Paulo, defendidas e publicadas entre os anos de 2010 e 2019 em nove Instituições de Ensino Superior (IESs). Para tanto, foi realizado um levantamento nos bancos de teses e dissertações das IESs, tendo sido identificados 66 trabalhos, que foram posteriormente lidos e analisados segundo um conjunto de critérios previamente estabelecido. O trabalho identificou um número significativo de estudos referentes aos municípios que constituem a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a maior aglomeração urbano-industrial brasileira, mas também em inúmeros centros urbanos de médio porte espalhados em todo o território estadual. Entre os poluentes mais estudados, estão o dióxido de enxofre (SO₂), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o ozônio (O₃), o material particulado (MP_{2.5} e MP₁₀) e o monóxido de carbono (CO). Há uma expressiva diversidade de doenças investigadas, que não se limitaram às doenças respiratórias e cardiovasculares. Um número expressivo dos trabalhos investigou os efeitos da poluição do ar sobre as crianças e os idosos, considerados como grupos etários sensíveis. A quase totalidade dos estudos identificados evidenciou uma correlação positiva entre a concentração desses poluentes atmosféricos nas cidades analisadas, em seus diferentes níveis, e a saúde humana, levando-se em conta as diversas doenças mencionadas. Por isso mesmo, os resultados encontrados reforçam a importância dos trabalhos de revisão sistemática para a produção de subsídios que orientem a elaboração e a implementação de políticas públicas de monitoramento e de controle da poluição do ar.

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Estado de São Paulo. Saúde humana.

ABSTRACT

Air pollution is a problem that has been getting worse in recent decades due to the intensification of industrialization and urbanization processes, causing serious damage to the health and quality of life of city dwellers. Taking this reality into account, the general objective of this study was to carry out a systematic review of doctorate theses and master's dissertations that evaluated the relationship between air pollution and human health in the State of São Paulo, defended and published among the years 2010 and 2019 in nine Higher Education Institutions (HEIs). Therefore, a survey was carried out in the banks of theses and dissertations of the HEIs, with 66 works being identified, which were later read and analyzed according to a set of previously established criteria. The work identified a significant number of studies referring to the municipalities that constitute the Metropolitan Region of São Paulo

Recebido em: 11/02/2022

Aceito para publicação em: 21/10/2022.

(RMSP), the largest Brazilian urban-industrial agglomeration, but also in numerous medium-sized urban centers spread throughout the state territory. Among the most studied pollutants are sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), ozone (O₃), particulate matter (MP_{2,5} and MP₁₀) and carbon monoxide (CO). There is an expressive diversity of investigated diseases, which were not limited to respiratory and cardiovascular diseases. A significant number of works investigated the effects of air pollution on children and the elderly, considered to be sensitive age groups. Almost all of the studies identified showed a positive correlation between the concentration of these atmospheric pollutants in the cities analyzed, at their different levels, and human health, taking into account the various diseases mentioned. For this reason, the results found reinforce the importance of systematic review works for the production of subsidies that guide the preparation and implementation of public policies for monitoring and controlling air pollution.

Keywords: Air pollution. State of São Paulo. Human health.

INTRODUÇÃO

A poluição do ar é um problema frequente e grave especialmente nos grandes e médios centros urbanos, diretamente vinculado à expansão urbana e ao crescimento econômico, já que estes fatores são responsáveis pela intensificação gradual das emissões de poluentes atmosféricos oriundos tanto das fontes móveis (veículos) como das fontes estacionárias (indústrias), ocasionando o acúmulo de gases e de partículas na atmosfera da cidade. Essa poluição resulta na degradação da qualidade do ar e provoca efeitos diversos na saúde humana, trazendo inúmeros males para quem inala esses poluentes, até mesmo quando estes se encontram em concentrações inferiores aos limites estipulados pela legislação de controle vigente (DAPPER, SPOHR e ZANINI, 2016).

A Primeira Revolução Industrial, ocorrida a partir da primeira metade do século XVIII, constituiu-se, conforme ressaltam Dapper, Spohr e Zanini (2016), em um marco fundamental para o incremento da poluição atmosférica, na medida em que deu origem a novas fontes de poluentes atmosféricos, tais como a queima de combustíveis fósseis pelos motores, a combustão e a expansão da indústria siderúrgica. A expansão e a intensificação dos processos de industrialização e de urbanização levariam, já em meados do século XX, à ocorrência de episódios excepcionais de poluição atmosférica nas grandes cidades que se constituíam na Europa e nos Estados Unidos da América, tal como em Londres, em 1952, quando um episódio de inversão térmica provocou a permanência de uma quantidade demasiada de poluentes sobre a cidade durante três dias e resultou no aumento de quatro mil mortes em relação à média do mesmo período. A partir de então, ressaltam os autores, os estudos realizados no campo da Epidemiologia, visando analisar os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana, ganharam força, e diversos países passaram a adotar os padrões de qualidade do ar, estabelecendo limites máximos para a concentração de alguns poluentes na atmosfera.

A poluição atmosférica pode ser definida como “a introdução na atmosfera de quaisquer substâncias diferentes dos seus constituintes naturais” (AYOADE, 2012, p. 304). O poluente atmosférico, por sua vez, é definido como “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade” (BRASIL, 2018).

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados, quanto à sua origem, em naturais – pólenes, bactérias, esporos, partículas de poeira sólidas oriundas das erupções vulcânicas ou carregadas do solo pelo vento e partículas de fumaça oriundas de incêndios causados por raios – ou artificiais. Os poluentes artificiais são aqueles produzidos e introduzidos na atmosfera em decorrência das atividades humanas, a partir de quatro fontes principais – combustão, processos industriais, tráfego viário e queima de resíduos sólidos (AYOADE, 2012) –, sendo comumente adotados como a referência para a elaboração e a implementação dos padrões de qualidade do ar.

Os padrões de qualidade do ar são definidos como um “valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica” (BRASIL, 2018). A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 491, de 19 de novembro de 2018, que dispõe sobre os padrões nacionais de qualidade do ar no Brasil, leva em consideração os seguintes poluentes atmosféricos: material particulado, que pode ser desmembrado em partículas inaláveis (MP₁₀) e partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), dióxido de enxofre

(SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), fumaça, monóxido de carbono (CO), partículas totais em suspensão (PTS) e chumbo (Pb). Estes poluentes atmosféricos também foram adotados como a referência para a definição dos padrões de qualidade do ar do estado de São Paulo, estabelecidos no Decreto Estadual n.º 59.113, de 23 de abril de 2013.

Um grande número de trabalhos acadêmicos de natureza aplicada, ligados a diversas áreas do conhecimento, tais como a Epidemiologia, a Saúde Pública, a Geografia e a Engenharia Ambiental e Sanitária, tem demonstrado que os danos causados à saúde humana pela exposição prolongada à poluição atmosférica, com destaque para as doenças respiratórias e as doenças cardiovasculares, podem ocorrer tanto quando os poluentes artificiais se apresentam em concentrações elevadas na atmosfera como quando se encontram em níveis inferiores aos limites máximos determinados pela legislação. Por isso mesmo, tem aumentado, no mundo todo, a preocupação com a qualidade do ar.

O estado de São Paulo se caracteriza justamente como o mais populoso, o mais urbanizado, o mais industrializado e como aquele que possui a maior frota de veículos do país. Além disso, conta com uma ampla e densa rede de monitoramento da qualidade do ar, cobrindo a Região Metropolitana de São Paulo, o interior e o litoral, além de grandes centros de pesquisa e universidades dedicados ao estudo da temática. Uma decorrência disso é o elevado número de estudos, ligados a diversas áreas do conhecimento, que têm como objeto de investigação a associação entre a poluição atmosférica e a saúde humana. Nesse contexto, o objetivo geral do presente trabalho foi de realizar uma revisão sistemática das teses de doutorado e das dissertações de mestrado que avaliaram a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no estado de São Paulo, defendidas e publicadas entre os anos de 2010 e 2019 em Instituições de Ensino Superior (IES) paulistas públicas e privadas, identificando as cidades e regiões, os poluentes, as doenças e as faixas etárias mais estudados, bem como os resultados gerais obtidos por estes trabalhos acadêmicos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa constituiu-se em uma revisão sistemática, cuja primeira etapa consistiu na definição dos critérios de inclusão e de exclusão dos trabalhos a serem analisados. O critério geral de inclusão foi o de dissertações e teses que tratam da relação entre a poluição atmosférica em ambientes externos e a saúde humana no estado de São Paulo, defendidas e publicadas entre 2010 e 2019. A partir disso, os critérios de exclusão abrangeram as teses e dissertações que tratavam exclusivamente de um ou mais dos seguintes temas: i. impacto da poluição atmosférica sobre a saúde humana a partir de fenômenos que se manifestam em escalas geográficas mais amplas que a intraurbana e a metropolitana, como no caso do recrudescimento de determinadas doenças em um contexto de mudanças climáticas e de aquecimento global; ii. doenças diretamente relacionadas à poluição atmosférica, mas cuja análise se volta exclusivamente à influência das variáveis climatológicas (temperatura, umidade etc.) sobre a sua prevalência e distribuição espacial; iii. doenças cuja prevalência e cuja distribuição espacial estão sujeitas à influência das variáveis climatológicas (temperatura, umidade etc.), mas que não estão associadas à poluição atmosférica, como no caso da dengue; iv. avaliação da poluição atmosférica por meio de variáveis indiretas, como a densidade de tráfego veicular, por exemplo, e não a partir da concentração de poluentes propriamente dita; ou v. relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana a partir dos impactos causados por fontes de poluição situadas em ambientes fechados (poluição *indoor*) ou seja, que não se refiram ao ar ambiente.

A segunda etapa consistiu no levantamento dos trabalhos a serem analisados. A busca dos trabalhos foi realizada nos bancos de teses e dissertações de Instituições de Ensino Superior (IESs) públicas e privadas do estado de São Paulo. A seleção das instituições obedeceu à seguinte categorização: i. Públicas Estaduais: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP); ii. Públicas Federais: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Federal do ABC (UFABC); e iii. Privadas: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) e Universidade Presbiteriana Mackenzie. A busca dos trabalhos nos bancos foi realizada a partir da utilização dos descritores “poluição atmosférica”, “doenças respiratórias”, “qualidade do ar” e “saúde humana”. As teses e dissertações situadas no escopo do trabalho foram selecionadas, então, para a sua leitura integral.

A terceira etapa consistiu na leitura integral dos trabalhos selecionados e na análise dos trabalhos. Para tanto, os trabalhos foram organizados em dois quadros, sendo o primeiro com os dados gerais (autor, cidade, ano, IES e título) e o segundo com os dados específicos (autor, ano, doenças, poluentes e faixas etárias). Estes quadros, por sua vez, subsidiaram a elaboração de gráficos apresentando a distribuição dos poluentes atmosféricos, das faixas etárias, das doenças e das regiões administrativas

a que pertencem os municípios analisados nas teses e dissertações selecionadas. Foi elaborado também um mapa que apresenta a distribuição geográfica dos trabalhos, segundo os municípios estudados e as regiões administrativas a que pertencem. Os gráficos e o mapa foram posteriormente analisados, subsidiando assim a revisão sistemática das teses e dissertações que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica urbana em ambientes externos e a saúde humana no estado de São Paulo no período considerado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento incluiu os trabalhos acadêmicos publicados em língua portuguesa, disponíveis nos bancos de teses e dissertações de universidades paulistas públicas federais, públicas estaduais e privadas selecionadas. Foram identificados 66 trabalhos, sendo 37 teses e 29 dissertações, de acordo com os critérios apresentados anteriormente. A distribuição dos trabalhos por universidade foi a seguinte: 62 teses e dissertações nas universidades públicas estaduais, sendo 48 na Universidade de São Paulo (USP), 9 na Universidade Estadual Paulista e 5 na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); e 4 teses e dissertações nas universidades federais, todos eles referentes à Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Não foram encontradas teses e dissertações versando sobre a relação entre a poluição atmosférica urbana e a saúde humana no estado de São Paulo na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e nas universidades privadas selecionadas.

O Quadro 1 apresenta os dados gerais das teses e dissertações selecionadas: autor, cidade a qual se refere, ano de publicação, instituição de ensino superior em que foi desenvolvida e título. O Quadro 2, por sua vez, apresenta os dados específicos dos trabalhos: autor(es), ano de publicação, doenças estudadas, poluentes atmosféricos avaliados e faixa etária analisada. A partir das informações apresentadas nesses dois quadros foram elaborados quatro gráficos, expressos na Figura 1, que apresenta a distribuição dos poluentes atmosféricos analisados pelas teses e dissertações; na Figura 2, que apresenta a distribuição das faixas etárias analisadas pelas teses e dissertações; na Figura 3, que apresenta a distribuição das doenças analisadas pelas teses e dissertações; e na Figura 4, que apresenta a distribuição das regiões administrativas a que pertencem os municípios analisados pelas teses e dissertações. Também foi elaborado um mapa (Figura 5) que apresenta a distribuição das cidades analisadas pelas teses e dissertações, segundo a Região Administrativa em que se localizam.

Quadro 1 – Dados gerais das teses de doutorado e das dissertações de mestrado selecionadas, que versam sobre a temática da relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no estado de São Paulo (2010-2019)

| Autor(es) | Cidade(s) analisada(s) | Ano de publicação | IES | Título |
|-----------|---|-------------------|---------|--|
| Andrietta | Região Metropolitana de São Paulo | 2010 | USP | Influência da exposição ocupacional à poluição atmosférica de origem veicular nos parâmetros seminais de controladores de tráfego na Região Metropolitana de São Paulo |
| Beneli | São Paulo, Jundiaí e Campinas | 2010 | USP | Associação entre fatores meteorológicos, poluentes atmosféricos e ocorrência de viroses respiratórias em crianças: destaque ao Parainfluenza Vírus Humano (HPIV) |
| Bittar | Piracicaba | 2010 | UNICAMP | Estudo ecológico dos efeitos do material particulado atmosférico inalável sobre a população do Município de Piracicaba – SP |
| Romão | Santo André | 2010 | USP | Relação entre o baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de Santo André, SP |
| Toledo | São Paulo | 2010 | USP | Avaliação da exposição da população à poluição relacionada ao tráfego no Município de São Paulo |
| Barbosa | Cerquilha | 2011 | USP | Avaliação cardiovascular e respiratória em um grupo de trabalhadores cortadores de cana-de-açúcar queimada no estado de São Paulo |
| Carneseca | Ribeirão Preto | 2011 | USP | Problemas respiratórios e fatores ambientais: uma análise Bayesiana para dados de Ribeirão Preto |
| Guanabara | Atibaia e Cubatão | 2011 | USP | Associação da função pulmonar em estudantes do ensino fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão |
| Guanabara | Cubatão e Bertioga | 2011 | USP | Associação da função pulmonar de indivíduos fumantes e não fumantes com a qualidade do ar, nas cidades de Cubatão e Bertioga |
| Jesus | Atibaia, Bragança Paulista, Joanópolis, | 2011 | UNICAMP | Estimativa da emissão de poluentes pelo setor de transporte e análise das ocorrências de doenças respiratórias na Área de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira |

| | | | | |
|--------------|---|------|---------|--|
| | Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia e Vargem | | | |
| Novaes | São Paulo e Divinolândia | 2011 | USP | Efeitos da poluição atmosférica na superfície ocular |
| Prado | Mendonça | 2011 | USP | Impactos cardiopulmonares e inflamatórios da exposição à poluição da queima de biomassa em cortadores de cana queimada e em voluntários saudáveis do Município de Mendonça |
| Ribeiro | São Paulo | 2011 | USP | Estudo de correlação das internações hospitalares por câncer, poluição relacionada ao tráfego e nível socioeconômico no Município de São Paulo |
| Silva | Araraquara | 2011 | UNESP | Influência da queima da palha de cana-de-açúcar na constituição do material particulado atmosférico (MP _{2,5} e MP ₁₀) e as suas implicações potenciais sobre a saúde humana |
| Aleixo | Ribeirão Preto | 2012 | UNESP | Pelas lentes da Climatologia e da Saúde Pública: doenças hídricas e respiratórias na Cidade de Ribeirão Preto/SP |
| Bando | São Paulo | 2012 | USP | Sazonalidade, efemérides e a mortalidade por doença coronariana, AVC, insuficiência cardíaca, acidente de transporte, suicídio e homicídio na Cidade de São Paulo, 1996 a 2009 |
| Goto | Mendonça | 2012 | USP | Avaliação de <i>clearance</i> nasal, propriedades físicas do muco, celularidade e citocinas em lavado nasal de trabalhadores cortadores de cana-de-açúcar queimada no estado de São Paulo |
| Leão | Botucatu | 2012 | UNICAMP | Estudo espaço-temporal da mortalidade e morbidade por doenças respiratórias no Município de Botucatu, São Paulo |
| Santos | Ribeirão Preto | 2012 | USP | Biomonitoramento vegetal da qualidade do ar em Ribeirão Preto – SP |
| Tadano | Região Metropolitana de Campinas | 2012 | UNICAMP | Simulação da dispersão dos poluentes atmosféricos para aplicação em análise de impacto |
| Alveno | São Paulo | 2013 | USP | O efeito da poluição na variabilidade da frequência cardíaca de controladores de tráfego e taxistas na Cidade de São Paulo |
| Chaves | São José dos Campos | 2013 | UNESP | Modelos computacionais fuzzy e neuro-fuzzy para avaliarem os efeitos da poluição do ar |
| Faccini | Região de Araraquara | 2013 | USP | Queimadas de cana-de-açúcar e condições climáticas: mapeamento e estudo das relações com a saúde da população na região de Araraquara – SP |
| Lima | Ourinhos | 2013 | UNICAMP | Dinâmica climática regional associada à qualidade do ar na atmosfera urbana de Ourinhos/SP |
| Pinheiro | São Paulo | 2013 | USP | Clima e mortalidade: uma abordagem observacional ecológica na Cidade de São Paulo |
| Torricelli | São Paulo | 2013 | USP | Efeitos de níveis elevados de poluição atmosférica na superfície ocular de controladores de tráfego e taxistas na Cidade de São Paulo |
| Camargo-Cruz | Adamantina, Dracena e Presidente Prudente | 2014 | USP | Internações por doenças respiratórias, causadas por poluição atmosférica, na região de Presidente Prudente – SP, no período de 2008 a 2011 |
| Cintra | São Paulo | 2014 | USP | Biomonitoramento da poluição atmosférica em domicílios de um distrito da Cidade de São Paulo: uma associação entre peso ao nascer, acúmulo de elementos-traço e danos mutagênicos em <i>Tradescantia pallida</i> |
| Cruz | Noroeste do estado de São Paulo | 2014 | USP | Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no noroeste do estado de São Paulo |
| Cuissi | Presidente Prudente | 2014 | UNESP | Efeitos da poluição atmosférica no sistema respiratório de indivíduos praticantes de exercício físico aeróbico em ambiente aberto e fechado |
| Mauro | São José dos Campos | 2014 | USP | Polução, internação e renda: uma abordagem espacial no Município de São José dos Campos |
| Milhorança | São Paulo | 2014 | USP | Modelos paramétricos para séries temporais de contagem |
| Orione | Região Metropolitana de São Paulo | 2014 | USP | Avaliação da exposição a poluentes inalatórios ambientais no período gestacional como fator de risco para dermatomiosite juvenil |
| Pastro | Região Metropolitana de São Paulo | 2014 | USP | Avaliação da espirometria de gestantes expostas à poluição atmosférica da Região Metropolitana de São Paulo |

| | | | | |
|-------------|---|------|---------|--|
| Roman | Taubaté | 2014 | UNESP | Efeitos da exposição aos poluentes do ar com base nas internações por doenças cardiovasculares e respiratórias no Município de Taubaté, SP |
| Sá | São Paulo | 2014 | UNIFESP | Efeitos da poluição do ar de São Paulo nas vias aéreas superiores de jovens praticantes de corrida |
| Carvalho | São Paulo | 2015 | USP | Efeitos da exposição materna à poluição na biometria e hemodinâmica fetais |
| Fernandes | Região Metropolitana de São Paulo | 2015 | USP | Avaliação da influência da exposição à poluição atmosférica sobre o escore de atividade do lúpus eritematoso sistêmico (SLEDAI-2K) em crianças e adolescentes |
| Ferreira | São José dos Campos | 2015 | USP | Efeito da massa e dos constituintes químicos do material particulado inalável sobre admissões hospitalares por doenças respiratórias e circulatórias em cidade de porte médio |
| Pestana | Presidente Prudente | 2015 | UNESP | Relação entre poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares em uma cidade do interior do estado de São Paulo |
| Aragão | São Caetano do Sul | 2016 | USP | Efeito da exposição à poluição atmosférica nos atendimentos de emergência por hipertensão arterial sistêmica ou doenças respiratórias em adultos residentes em São Caetano do Sul – SP |
| Cardoso | São Paulo | 2016 | USP | Exposição à poluição de origem veicular, exercício físico e efeitos na proteína CC16 e na função renal em adultos jovens |
| Garcia | São Paulo | 2016 | USP | Temperatura e mortalidade cardiovascular e respiratória em idosos de São Paulo e Bogotá |
| Hettfleisch | São Paulo | 2016 | USP | Avaliação da relação entre os índices vasculares placentários e a exposição individual à poluição atmosférica no primeiro trimestre |
| Mantovani | São José do Rio Preto | 2016 | UNESP | Estudo dos poluentes do ar em um município de médio porte por meio dos dados estimados pelo modelo CCATT-BRAMS |
| Paceli | São Paulo | 2016 | USP | Exercício físico e variabilidade da frequência cardíaca em diferentes locais e concentrações de poluição do ar em São Paulo, Brasil |
| Prioli | São Paulo, Campinas, Ribeirão Preto, Bauru e Presidente Prudente | 2016 | USP | Estimativa da concentração de material particulado inalável (MP ₁₀) através de variáveis meteorológicas e seus efeitos na saúde em áreas urbanas brasileiras |
| Vilas Boas | São Paulo | 2016 | USP | Trabalhadores da Cidade de São Paulo expostos à poluição atmosférica: avaliação da genotoxicidade |
| Vieira | São Paulo | 2016 | USP | Filtro respiratório reduz efeitos cardiovasculares associados à poluição: estudo randomizado, duplo-cego, controlado e cruzado em pacientes com insuficiência cardíaca (FILTER-HF trial) |
| França | Região Metropolitana de São Paulo | 2017 | USP | Avaliação da influência de fatores ambientais sobre o diagnóstico de artrite idiopática juvenil em crianças e adolescentes |
| Pasqua | São Paulo | 2017 | USP | Poluição atmosférica e exercício aeróbio: efeitos da duração e intensidade sobre o sistema cardiorrespiratório, perfil inflamatório e metaboloma |
| Santos | São José dos Campos | 2017 | UNESP | Efeitos da exposição materna a poluentes do ar e baixo peso ao nascer, segundo sexo |
| Souza | Estado de São Paulo | 2017 | USP | Estimativas de emissões de gases poluentes por veículos automotores rodoviários nos municípios paulistas e sua relação com a saúde |
| Alves | Região Metropolitana de São Paulo | 2018 | USP | Influência da poluição do ar na inflamação das vias aéreas e na atividade de doença de pacientes com lúpus eritematoso sistêmico juvenil |
| Base | Cubatão e Peruíbe | 2018 | UNIFESP | O efeito da poluição atmosférica na modulação autonômica da frequência cardíaca em indivíduos com excesso de peso |
| Cirino | Campinas, Cubatão, Santos, São José dos Campos, São José do Rio Preto e Santo André | 2018 | USP | Efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde de crianças em seis municípios com diferentes perfis de fontes de poluentes |

| | | | | |
|----------|-----------------------------------|------|---------|--|
| Leite | Martinópolis | 2018 | USP | Impacto das condições de trabalho no corte de cana-de-açúcar queimada em marcadores inflamatórios pulmonares, sistêmicos e na função renal |
| Leirião | Região Metropolitana de São Paulo | 2018 | UNIFESP | Avaliação do impacto do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e da frota em desacordo com o programa na saúde pública da Região Metropolitana de São Paulo |
| Moraes | São Paulo | 2018 | USP | Internações de crianças por doenças respiratórias em São Paulo e suas relações com as condições climáticas e o contexto socioeconômico |
| Pereira | São Paulo | 2018 | USP | Caracterização molecular e ocorrência de HPA, oxi, nitro-HPA, íons inorgânicos e traçadores de queima de biomassa em três sítios urbanos latino-americanos |
| Carvalho | São Paulo | 2019 | USP | Associação entre exposição materna à poluição na Cidade de São Paulo e desfechos na gestação |
| Castro | São Paulo | 2019 | USP | Influência da poluição no padrão de crescimento fetal: um estudo de coorte de gestantes do Município de São Paulo |
| Coripio | Presidente Prudente | 2019 | UNESP | Efeitos da poluição atmosférica em marcadores inflamatórios pulmonares e sistêmicos de indivíduos submetidos ao exercício físico em ambiente aberto e fechado |
| Cruz | São Paulo | 2019 | USP | Exercício intervalado de alta intensidade e poluição atmosférica: análise dos efeitos para o sistema cardiovascular, perfil inflamatório e metabólica |
| Goulart | Região Metropolitana de São Paulo | 2019 | USP | Influência da poluição do ar sobre a atividade renal nos pacientes com lúpus eritematoso sistêmico juvenil |
| Oliveira | Cubatão e Peruíbe | 2019 | UNIFESP | Análise da modulação autonômica da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis expostos à poluição atmosférica por tempo prolongado |

Elaboração: os autores

Quadro 2 – Dados específicos das teses de doutorado e das dissertações de mestrado selecionadas, que versam sobre a temática da relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no estado de São Paulo (2010-2019)

| Autor(es) e ano de publicação | Doenças(s) analisada(s) | Poluente(s) analisado(s) | Faixa(s) etária(s) analisada(s) (em anos) |
|-------------------------------|--|--|---|
| Andrietta (2010) | infertilidade masculina | NO ₂ , O ₃ e MP _{2,5} | 27 a 46 |
| Beneli (2010) | virose respiratórias | NO ₂ , O ₃ e MP ₁₀ | <15 |
| Bittar (2010) | respiratórias e circulatórias | MP ₁₀ | todas |
| Romão (2010) | baixo peso ao nascer | MP ₁₀ e O ₃ | recém-nascidos |
| Toledo (2010) | respiratórias | CO, NO _x e MP ₁₀ | 0 a 18 |
| Barbosa (2011) | respiratórias e cardiovasculares | MP _{2,5} | 20 a 50 |
| Carneseca (2011) | respiratórias | MP _{2,5} | todas |
| Guanabara (2011) | alteração da função pulmonar | PTS, MP ₁₀ e O ₃ | 6 a 12 |
| Guanabara (2011) | alteração da função pulmonar | PTS, MP ₁₀ e O ₃ | 29 a 59 |
| Jesus (2011) | respiratórias | CO, MP, NO _x , e HCs | <9 e >60 |
| Novaes (2011) | ocular | NO ₂ | adultos |
| Prado (2011) | cardiovasculares | MP _{2,5} | 20 a 40 |
| Ribeiro (2011) | câncer total e neoplasias respiratórias e hematológicas | MP _{2,5} , MP ₁₀ e NO ₂ | todas |
| Silva (2011) | neoplasias | M _{2,5} | todas |
| Aleixo (2012) | respiratórias | MP ₁₀ | todas |
| Bando (2012) | coronariana, AVC, homicídio, acidente de transporte e insuficiência cardíaca | MP ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ , CO e O ₃ | todas |
| Goto (2012) | respiratórias | CO | 18 a 43 |
| Leão (2012) | respiratórias | NO _x , MP, HCs e CO | todas |
| Santos (2012) | respiratórias | MP ₁₀ , NO ₂ , CO e O ₃ | <5 e >60 |
| Tadano (2012) | respiratórias | CO e MP ₁₀ | todas |
| Alveno (2013) | cardíacas | MP _{2,5} | >65 |
| Faccini (2013) | respiratórias e cardiovasculares | CO e MP _{2,5} | <4 e >40 |
| Chaves (2013) | asma e pneumonia | MP ₁₀ , SO ₂ e O ₃ | todas |
| Lima (2013) | respiratórias | HPAs, CO, CO ₂ e O ₃ | todas |
| Pinheiro (2013) | cardiovasculares e respiratórias | MP ₁₀ , NO ₂ e O ₃ | >40 |
| Torricelli (2013) | ocular | NO ₂ e MP _{2,5} | 31 a 65 |
| Camargo-Cruz (2014) | respiratórias | MP _{2,5} | 0 a 4 e >60 |
| Cintra (2014) | baixo peso ao nascer | NO ₂ , O ₃ e MP _{2,5} | recém-nascidos |
| Cruz (2014) | respiratórias | MP _{2,5} | todas |

| | | | |
|--------------------|---|--|------------------------|
| Cuissi (2014) | alteração da transportabilidade mucociliar nasal | MP ₁₀ , NO ₂ e O ₃ | 40 a 60 |
| Mauro (2014) | respiratórias e cardiovasculares | CO, SO _x , COV, NO _x e MP | ≥60 |
| Milhorança (2014) | respiratórias | MP, CO e O ₃ | >65 |
| Orione (2014) | dermatomiosite juvenil | MP ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO | 3 a 20 e 11 meses |
| Pastro (2014) | alteração da função pulmonar | NO ₂ , O ₃ e MP ₁₀ | 15 a 41 |
| Roman (2014) | respiratórias e cardiovasculares | CO, O ₃ , NO _x e MP _{2,5} | todas |
| Sá (2014) | respiratórias | O ₃ , MP _{2,5} e NO ₂ | 18 a 22 |
| Carvalho (2015) | efeitos sobre a vida intrauterina | NO ₂ e O ₃ | 13 a 48 |
| Fernandes (2015) | lúpus eritematoso sistêmico | CO, NO ₂ , O ₃ , SO ₂ e MP ₁₀ | 10 a 19 |
| Ferreira (2015) | respiratórias, circulatórias e cardiovasculares | MP _{<2} , MP ₂₋₁₀ e MP ₁₀ | ≤5 e ≥60 |
| Pestana (2015) | respiratórias e cardiovasculares | MP ₁₀ e NO ₂ | >20 |
| Aragão (2016) | respiratória e hipertensão arterial sistêmica | MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ e NO ₂ | ≥20 |
| Cardoso (2016) | inflamação sistêmica e alteração da função renal | MP _{2,5} | 19+/-1 |
| Garcia (2016) | respiratórias e cardiovasculares | MP ₁₀ e O ₃ | ≥65 |
| Hettfleisch (2016) | efeitos sobre os índices vasculares e volume placentários | NO ₂ e O ₃ | Adultos |
| Mantovani (2016) | cardíacas | O ₃ , CO, MP _{2,5} e NO ₂ | todas |
| Paceli (2016) | alterações da frequência cardíaca | MP _{2,5} | 18 a 24 |
| Prioli (2016) | respiratórias e cardiovasculares | MP ₁₀ | ≤5 e ≥65 |
| Vieira (2016) | insuficiência cardíaca | MP, CO, NO _x | >18 |
| Vilas Boas (2016) | alterações no perfil de metilação das citocinas IL-10 e TNF-alfa | PM _{2,5} e NO ₂ | 28 a 66 |
| França (2017) | artrite idiopática juvenil | MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ , CO e NO ₂ | <20 |
| Pasqua (2017) | alteração da pressão arterial, inflamação e alterações no metaboloma | MP _{2,5} e MP _{total} , NO e NO ₂ | 22 a 28 |
| Santos (2017) | baixo peso ao nascer | SO ₂ , MP ₁₀ , CO, NO ₂ e O ₃ | recém-nascidos |
| Souza (2017) | respiratórias | CO, HC, NMHC, CH ₄ , NO _x , RCHO, CO ₂ e MP | todas |
| Alves (2018) | lúpus eritematoso sistêmico | MP _{2,5} e NO ₂ | <18 |
| Base (2018) | obesidade | CO ₂ e MP _{2,5} | 18 a 49 |
| Cirino (2018) | respiratórias | MP ₁₀ , SO ₂ , O ₃ e NO ₂ | 0 a 6 |
| Leite (2018) | renais | MP _{2,5} | 18 a 60 |
| Leirião (2018) | cardiopulmonares e respiratórias | MP _{2,5} e MP ₁₀ | <5 e >30 |
| Moraes (2018) | respiratórias | MP ₁₀ | 0 a 9 |
| Pereira (2018) | câncer | MP _{2,5} e MP ₁₀ | todas |
| Carvalho (2019) | baixo peso ao nascer | NO ₂ , O ₃ e MP ₁₀ | fetos e recém-nascidos |
| Castro (2019) | alterações do crescimento fetal | NO ₂ e O ₃ | fetos |
| Coripio (2019) | cardiovasculares | MP ₁₀ e NO ₂ | >18 |
| Cruz (2019) | cardiovasculares e inflamação sistêmica | MP _{2,5} , MP ₁₀ , NO ₂ , NO | 22 a 34 |
| Goulart (2019) | alterações da atividade renal nos pacientes com lúpus eritematoso sistêmico juvenil | NO ₂ , MP _{2,5} | <18 |
| Oliveira (2019) | alterações da modulação autonômica da frequência cardíaca | CO ₂ e partículas de 0,3 a 3µm | 18 a 49 |

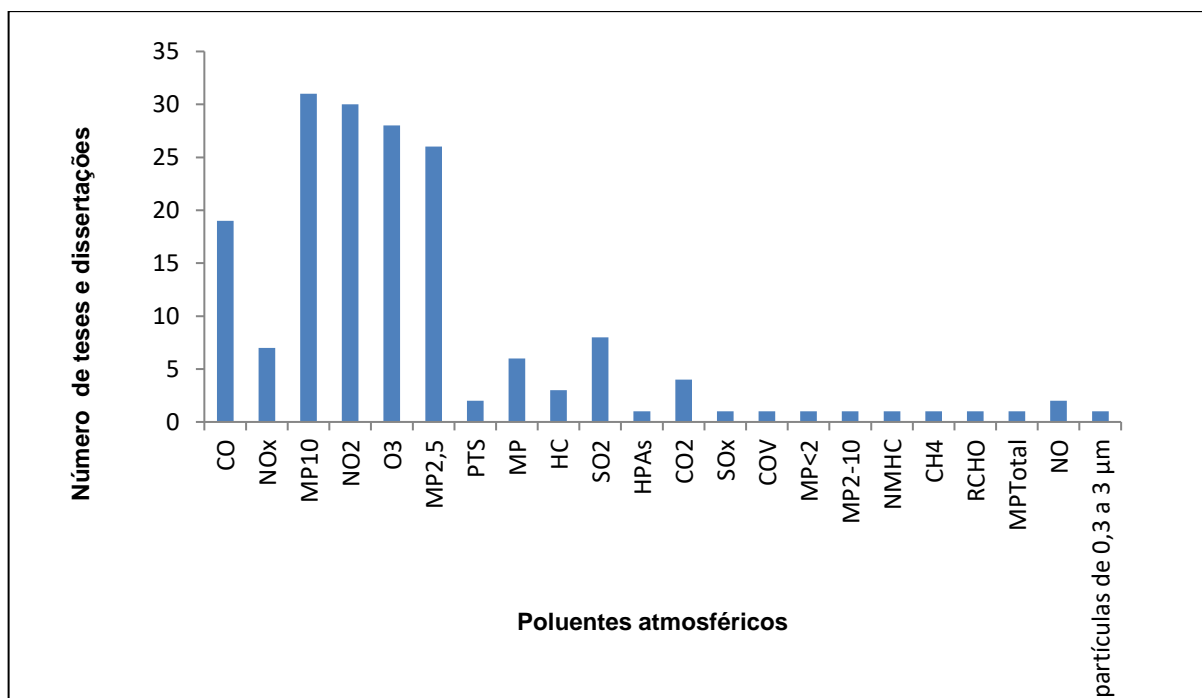
Elaboração: os autores

A análise da Figura 1 demonstra que há uma grande variedade de poluentes atmosféricos analisados nas 66 teses e dissertações selecionadas. Contudo, há uma clara predominância de alguns destes poluentes, entre os quais podem ser citados, por ordem decrescente da quantidade de trabalhos, o material particulado 10 (MP₁₀), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o ozônio (O₃), o material particulado 2,5 (MP_{2,5}), o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de enxofre (SO₂). A análise das teses e dissertações selecionadas demonstrou que estes seis poluentes se destacam entre aqueles que apresentam uma correlação positiva com a ocorrência de determinadas doenças, mesmo quando se encontram presentes na atmosfera urbana em concentrações inferiores aos níveis máximos estabelecidos pela legislação de controle. Deve-se ressaltar ainda que o expressivo número de trabalhos que se concentram na análise de tais poluentes reflete o fato de que estes são adotados como referência para a definição dos padrões de qualidade do ar tanto na legislação nacional (Resolução CONAMA n.º 491, de 19 de novembro de 2018) quanto na legislação estadual de São Paulo (Decreto Estadual n.º 59.113, de 23 de abril de 2013). A determinação sistemática da qualidade do ar é frequentemente limitada, por questões de ordem prática, a um número restrito de poluentes, que são definidos em razão de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De uma forma geral, o grupo de poluentes consagrados universalmente como os indicadores mais abrangentes da qualidade do ar é composto

por poluentes como o monóxido de carbono, a dióxido de enxofre, o material particulado, o ozônio e o dióxido de nitrogênio. Nesse sentido, CETESB (2021, p. 25) ressalta que “a razão da escolha desses parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam à saúde e ao meio ambiente”. Por extensão, esses são também os poluentes mais comumente analisados nos trabalhos acadêmicos.

Alguns efeitos da presença e da ação dos diversos poluentes atmosféricos sobre o organismo humano são bem conhecidos, tal como descrito por Branco e Murgel (2004) e por Lora (2002). O monóxido de carbono (CO), por exemplo, se combina rapidamente com a hemoglobina do sangue durante o processo de respiração, formando a carboemoglobina. Assim, ao tomar o lugar do oxigênio que deveria ser transportado pela hemoglobina até as células, pode levar à asfixia. O dióxido de enxofre (SO₂), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares; em concentrações mais altas, ocasiona inflamações graves nas mucosas, aumento de suas secreções nas vias aéreas superiores e redução significativa do movimento dos cílios nas vias respiratórias. O dióxido de nitrogênio (NO₂) provoca a irritação dos olhos e das mucosas em geral, provoca um tipo de lesão denominada de enfisema pulmonar e constitui o precursor, nos pulmões, de certas substâncias cancerígenas como as nitrosaminas. Uma vez transferido ao sangue, pode causar a metaemoglobinemia, uma forma particularmente grave de anemia. O ozônio (O₃) provoca a irritação severa dos olhos, do nariz e da garganta, podendo ocasionar também, sob determinadas condições, outros efeitos em grupos etários específicos: irritação da garganta, tosse e dor de cabeça em crianças e jovens, e decréscimo da função pulmonar mesmo em homens jovens e saudáveis. As altas concentrações de material particulado (MP) provocam o aumento da incidência de doenças respiratórias, como a bronquite crônica, a constrição dos brônquios, a diminuição da função pulmonar e o aumento da mortalidade. Os compostos orgânicos voláteis (COVs), finalmente, provocam a irritação dos olhos e da pele e tosse. Alguns deles são cancerígenos e podem provocar a leucemia.

Figura 1 – Distribuição dos poluentes atmosféricos analisados nas teses e dissertações que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no Estado de São Paulo (2010-2019)

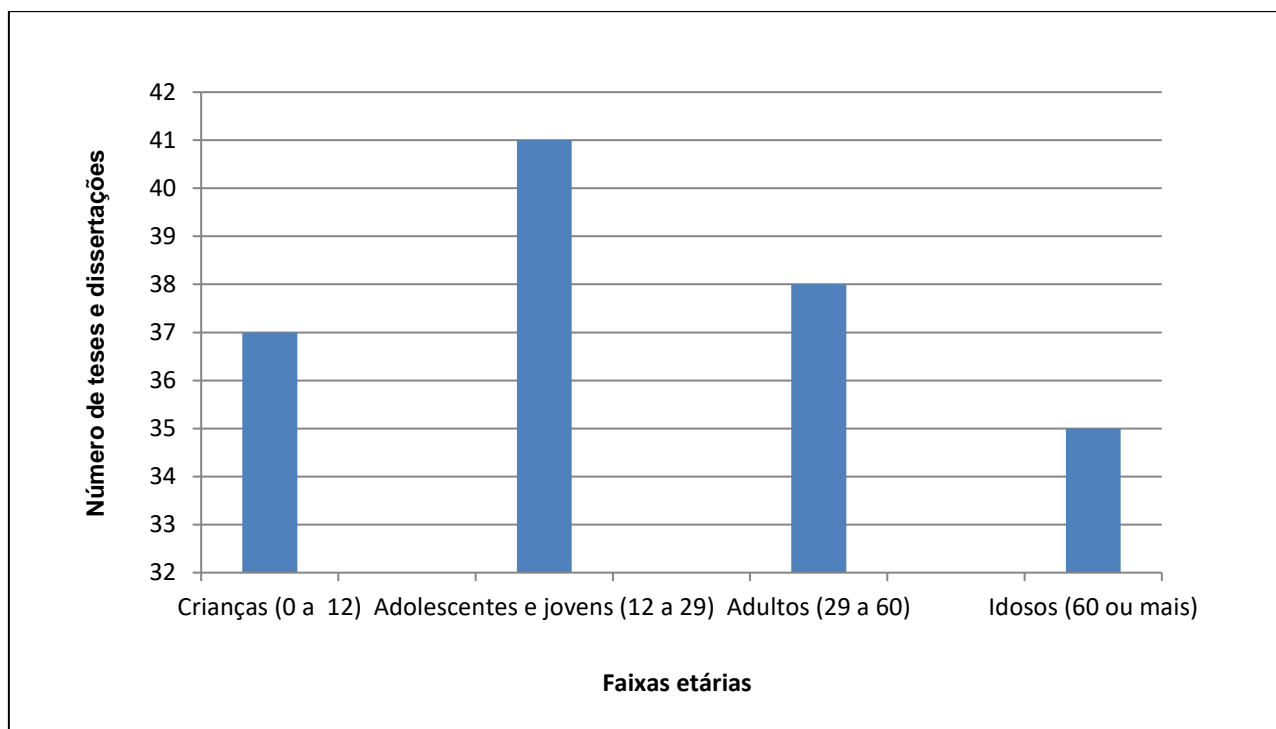


Fonte: elaboração própria

A análise da Figura 2 demonstra a distribuição das teses e dissertações entre quatro grupos ou faixas etárias, assim definidas: crianças, entre 0 e 12 anos de idade; adolescentes e jovens, com mais de 12 e até 29 anos de idade; adultos, com mais de 29 e até 60 anos de idade; e idosos, com 60 anos ou mais de idade. A definição dessas faixas etárias foi baseada nas seguintes leis: i. Lei Federal n.º 8.069, de 13 de julho de 1990, que dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e que considera como criança a pessoa até 12 anos de idade incompletos, e como adolescente aquela entre 12 e 18

anos de idade (Artigo 2.º); ii. Lei Federal n.º 12.852, de 05 de agosto de 2013, que institui o Estatuto da Juventude e que considera jovens as pessoas com idade entre 15 e 29 anos de idade (§ 1.º do Artigo 1.º); e iii. Lei Federal n.º 10.741, de 01.º de outubro de 2003, que dispõe sobre o Estatuto da Pessoa Idosa e que considera como idosas as pessoas com idade igual ou superior a 60 anos. Muitos trabalhos analisaram mais de uma faixa etária; por isso, o somatório dos trabalhos referentes a cada uma das faixas etárias é maior do que o número total de trabalhos selecionados. Os quatro grupos etários foram contemplados em um número expressivo de trabalhos, sendo 37 trabalhos para as crianças, 41 trabalhos para os adolescentes e os jovens, 38 trabalhos para os adultos e 35 trabalhos para os idosos. Entre os trabalhos que se dedicaram à investigação da relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana em faixas etárias específicas, merecem destaque os trabalhos voltados à análise das crianças (incluindo os recém-nascidos) e dos idosos. As crianças e os idosos estão entre os grupos etários mais afetados pela deterioração da qualidade do ar. A esse respeito, Arbex *et al.* (2012) ressaltam que as crianças apresentam uma maior ventilação minuto devido ao metabolismo basal acelerado e à maior atividade física quando comparadas aos adultos, além de permanecerem por mais tempo em ambientes externos; os idosos, por sua vez, são mais suscetíveis aos efeitos adversos da poluição atmosférica por apresentarem um sistema imunológico menos eficiente, pelo progressivo declínio na função pulmonar, que pode levar à obstrução das vias aéreas, e pelas limitações à atividade física. As crianças e os idosos, juntamente com as pessoas com doenças respiratórias e cardíacas, são consideradas por CETESB (2021) como “grupos sensíveis” no que se refere à qualidade do ar. Esses grupos apresentam efeitos mais graves sobre a sua saúde quando submetidos a uma qualidade do ar enquadrada como “moderada”, “ruim”, “muito ruim” ou “péssima”. Isso se verifica tanto quando se considera o índice geral de qualidade do ar, incluindo os vários poluentes considerados na legislação (MP10, MP2,5, O3, CO, NO2, SO2 e fumaça), como quando se considera os poluentes individualmente.

Figura 2 – Distribuição das faixas etárias analisadas nas teses e dissertações selecionadas que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no Estado de São Paulo (2010-2019)

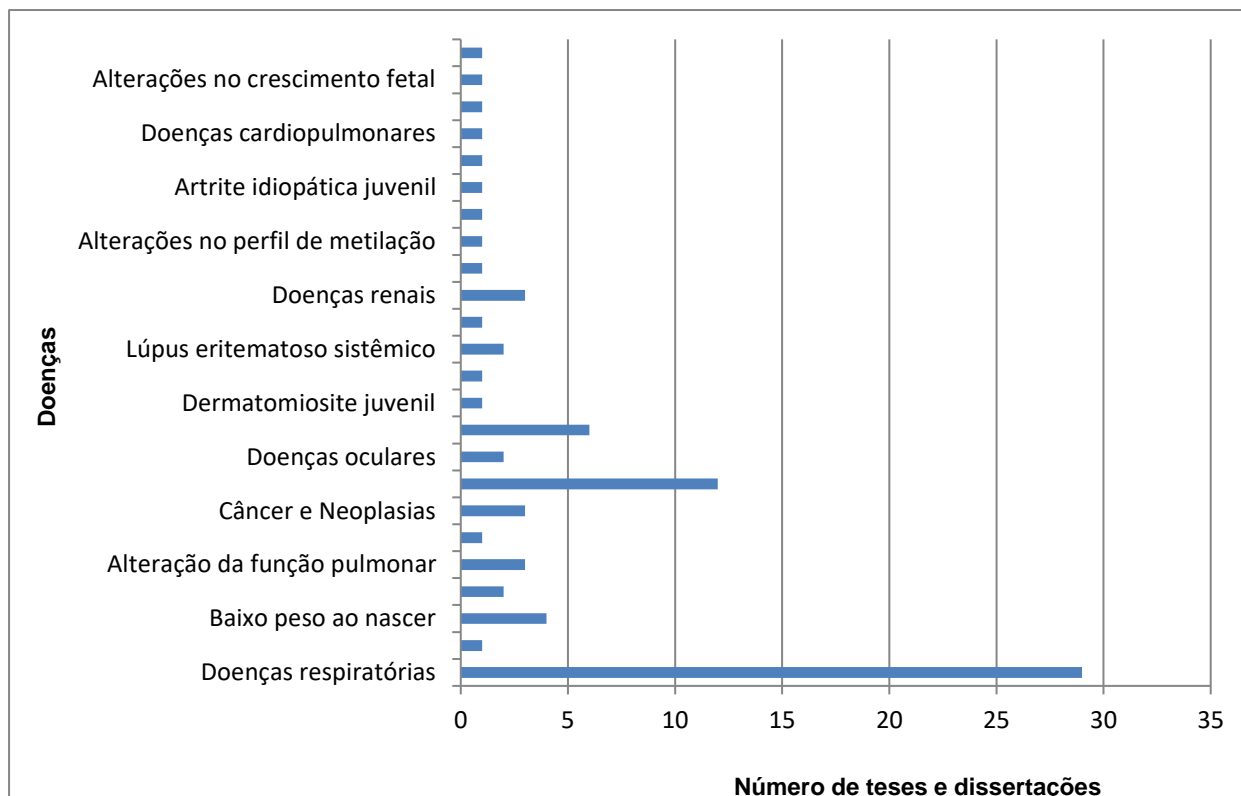


Fonte: elaboração própria

A análise da Figura 3 demonstra que há uma grande variedade de doenças analisadas pelas teses e dissertações selecionadas; contudo, verifica-se um evidente predomínio das doenças respiratórias e das doenças cardiovasculares. Os poluentes atmosféricos comumente considerados como indicadores da qualidade do ar nas legislações estaduais e nacionais podem causar efeitos diversos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Entre os efeitos gerais provocados pelos poluentes atmosféricos no meio

ambiente, podem ser citados (CETESB, 2021, p. 26): partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), partículas inaláveis (MP₁₀), fumaça e partículas totais em suspensão (PTS): danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água; dióxido de enxofre (SO₂): pode levar à formação de chuva ácida, causar a corrosão aos materiais e provocar danos à vegetação (folhas e colheitas); dióxido de nitrogênio (NO₂): pode levar à formação de chuva ácida e provocar danos à vegetação e à colheita; e ozônio (O₃): danos às colheitas, à vegetação natural, às plantações agrícolas e às plantas ornamentais. As doenças respiratórias e cardiovasculares são aquelas associadas mais diretamente à poluição atmosférica, o que explica a sua predominância nas teses e dissertações selecionadas. Os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana estão direta e intensamente associados ao sistema respiratório e ao sistema cardiovascular, o que justifica o fato de serem os mais frequentemente investigados nos estudos acadêmicos. Quando se considera o índice geral de qualidade do ar, os efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana são os seguintes (CETESB, 2021, p. 31): i. qualidade do ar “moderada”: pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço, ao passo que a população, em geral, não é afetada; ii. qualidade do ar “ruim”: toda a população pode apresentar sintomas, como tosse seca, cansaço e ardor nos olhos, nariz e garganta, ao passo que as pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde; iii. qualidade do ar “muito ruim”: toda a população pode apresentar o agravamento dos sintomas (tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta, falta de ar e respiração ofegante) e efeitos ainda mais graves podem incidir sobre a saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas); e iv. qualidade do ar “péssima”: toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares e aumentam as mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Figura 3 – Distribuição das doenças analisadas nas teses e dissertações que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no Estado de São Paulo (2010-2019)



Fonte: elaboração própria

A análise da Figura 4 e da Figura 5 demonstra uma expressiva concentração das teses e dissertações selecionadas na análise de municípios integrantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), umas das 16 Regiões Administrativas que em se agrupam os municípios do estado de São Paulo. O

“Mapa da Economia Paulista”², elaborado pelo Desenvolve SP, uma instituição financeira do Governo do Estado de São Paulo, apresenta as características econômicas das 16 Regiões Administrativas do estado. Segundo este mapa, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é composta por 39 municípios e concentra quase metade dos mais de 43 milhões de habitantes do estado de São Paulo. Destaca-se como a capital financeira do continente latino-americano e pela marcante dos setores industrial e de serviços, o que faz dessa região o principal arranjo econômico do Brasil e da América Latina. A região abrange dez polos de desenvolvimento, que foram criados pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo (SDE) para incentivar os setores produtivos da região. São eles: alimentos e bebidas; automotivo; biocombustíveis; derivados do petróleo e petroquímicos; metal-metalúrgico, máquinas e equipamentos; químico, borracha e plástico; saúde e fármacos; *tech* (*agritech*, aeroespacial, serviços tecnológicos); e têxtil, vestuário e acessórios.

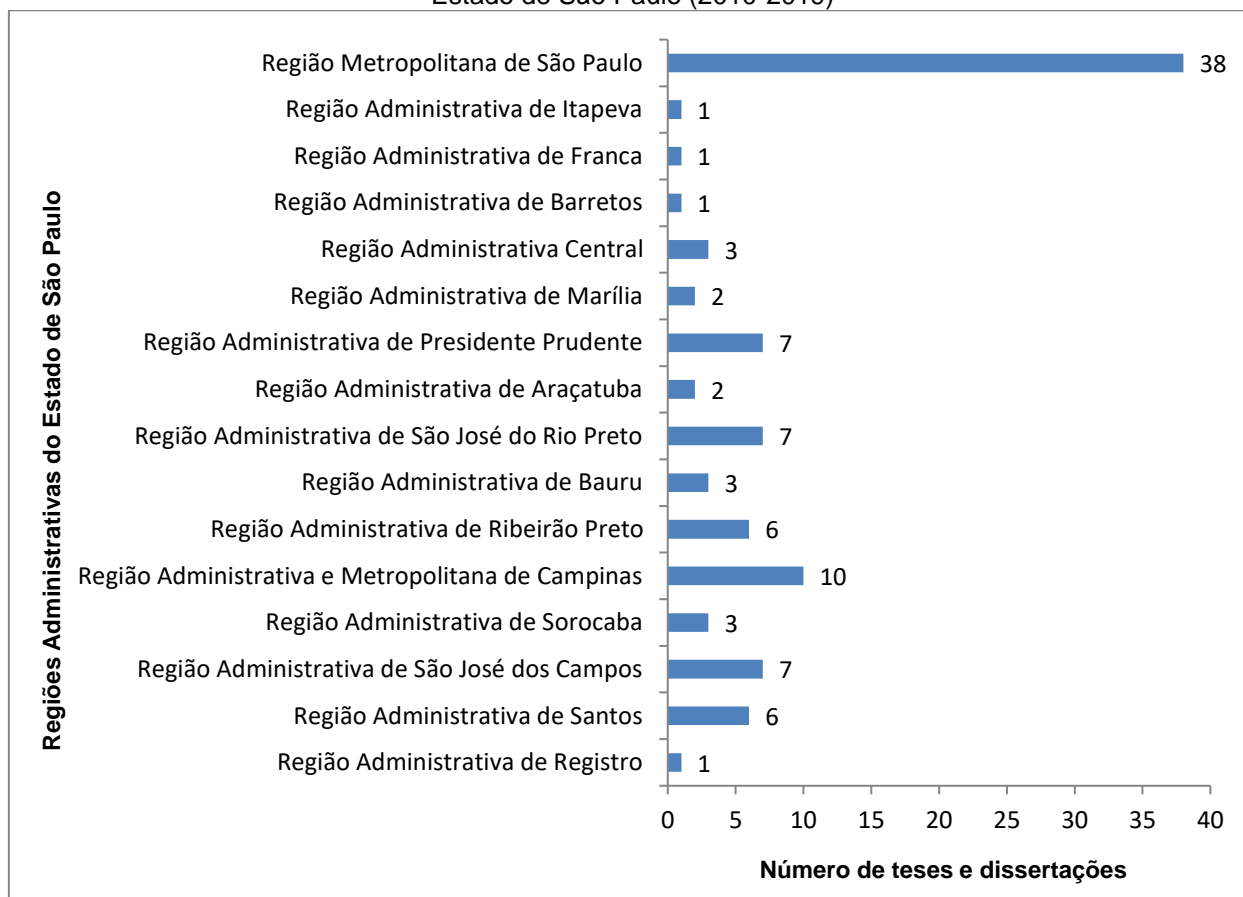
Além da RMSP, várias outras Regiões Administrativas do estado se destacaram pelo número expressivo de teses e dissertações selecionadas: Campinas, Presidente Prudente, São José do Rio Preto e São José dos Campos. No caso da Região Administrativa de Campinas, esta destaca-se pela estrutura econômica bastante diversificada e pela base industrial que contempla desde as atividades tradicionais até as mais especializadas. Além disso, conta com uma agricultura moderna e integrada à indústria, bem como como um sofisticado setor de serviços associado à dinâmica urbano-industrial regional. A Região Administrativa de Presidente Prudente, além de contar com uma estrutura industrial voltada para a agroindústria, muito ligada à produção de açúcar e ao biocombustível, também se destaca pelas atividades pecuárias, como o abate bovino e os seus derivados, situando a região como uma das maiores exportadoras nacionais do produto. A presença de aglomerados produtivos nos setores de confecção, de vestuário, de couro, de calçados e de móveis são outros destaques da economia local. A Região Administrativa de São José do Rio Preto é marcada por uma economia baseada na produção agropecuária integrada à atividade industrial, com uma produção expressiva de cana-de-açúcar, de carne bovina e de laranja na agropecuária, enquanto na indústria destacam-se os segmentos de alimentos, biocombustível, móveis, produtos de metal, artigos de borracha, material de transporte e têxtil. Essa região é também a maior produtora de látex do estado, o que estimulou a implantação do setor de borracha na região. Finalmente, a Região Administrativa de São José dos Campos destaca-se pela diversificação da indústria ao longo da Rodovia Presidente Dutra. A região abriga um dos mais modernos complexos aeronáuticos do mundo, que tem como núcleo a Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER) e um conjunto de centros de pesquisa de alto nível, como o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), além das atividades de refino de petróleo, de produção de automóveis, de equipamentos de transporte e de papel e celulose. A região é referência na exportação de aviões, de automóveis, de partes de motores e geradores, de acumuladores elétricos de chumbo e de embreagens e suas partes para tratores.

Pode-se concluir, portanto, que as regiões administrativas com um maior número de teses e dissertações versando sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana são aquelas que apresentam um elevado nível de industrialização – como Campinas, São José dos Campos e São Paulo – e aquelas que se destacam por uma forte presença da produção agropecuária, principalmente da cana-de-açúcar, como Presidente Prudente e São José do Rio Preto. As “vocações regionais”, portanto, são um aspecto fundamental a ser considerado na explicação da distribuição das cidades estudadas pelas teses e dissertações que versam sobre a relação entre a saúde humana e a poluição atmosférica no estado de São Paulo. Outros dois aspectos importantes referem-se à existência de grandes centros de pesquisa e universidades dedicados ao estudo da temática da poluição atmosférica e de uma expressiva rede de monitoramento da poluição atmosférica e da qualidade do ar, cobrindo a Região Metropolitana de São Paulo, o interior e o litoral. A rede automática é composta por 62 estações fixas e por duas estações móveis, que monitoram um total de 36 municípios, pertencentes a 12 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs) do estado de São Paulo. Os municípios da Região Metropolitana de São Paulo, pertencentes à UGRHI 6, contavam com 29 estações fixas e uma estação móvel, enquanto as outras 11 UGRHs contavam com 33 estações fixas e uma estação móvel. A rede manual de monitoramento da qualidade do ar é composta por 23 locais de amostragem distribuídos em 17 municípios do estado, pertencentes a sete UGRHs (CETESB, 2020). A Figura 6 apresenta a localização das estações da rede automática em 2019. A parte superior apresenta a divisão do estado de São Paulo em UGRHs, de acordo com a Lei Estadual n.º 16.337, de 14 de dezembro de 2016. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, segundo o qual os recursos hídricos convergem para um corpo d’água principal. Além disso, as UGRHs aparecem agrupadas em quatro

² Mapa da Economia Paulista. Disponível em: <<https://www.desenvolvesp.com.br/mapadaeconomia paulista/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

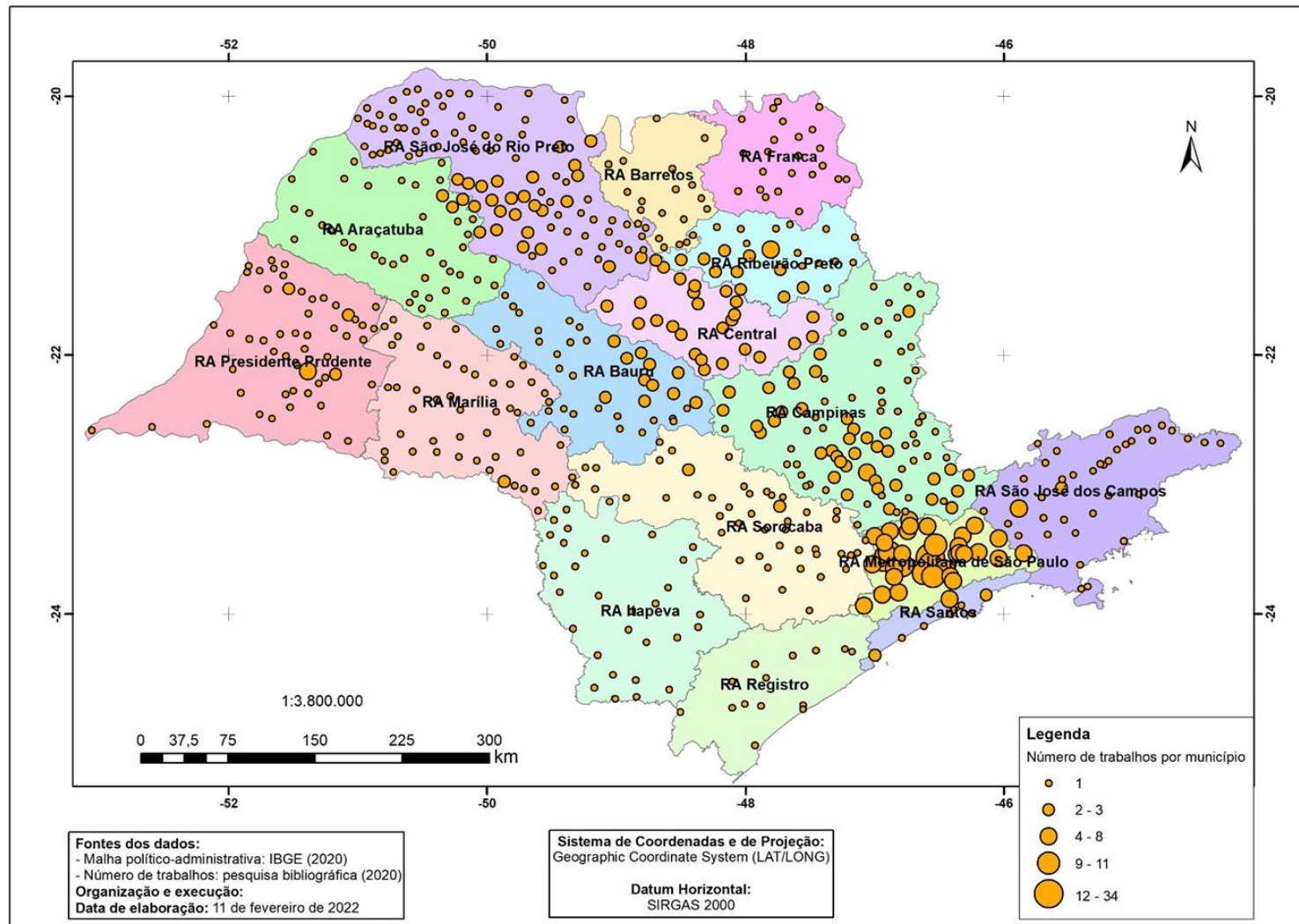
unidades vocacionais: industrial, em industrialização, agropecuária e conservação. Ainda que o presente trabalho tenha adotado as Regiões Administrativas como a referência territorial para a sua análise, verifica-se que há uma forte correspondência entre as UGRHIs com uma maior densidade da rede de monitoramento da qualidade do ar e de vocação industrial (de maneira muito especial no caso da Região Metropolitana de São Paulo) ou de vocação agropecuária (principalmente em decorrência da queima da palha de cana-de-açúcar) e as Regiões Administrativas para as quais se registrou um maior número de teses e dissertações sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana.

Figura 4 – Distribuição das regiões administrativas a que pertencem os municípios analisados nas teses e dissertações que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no Estado de São Paulo (2010-2019)



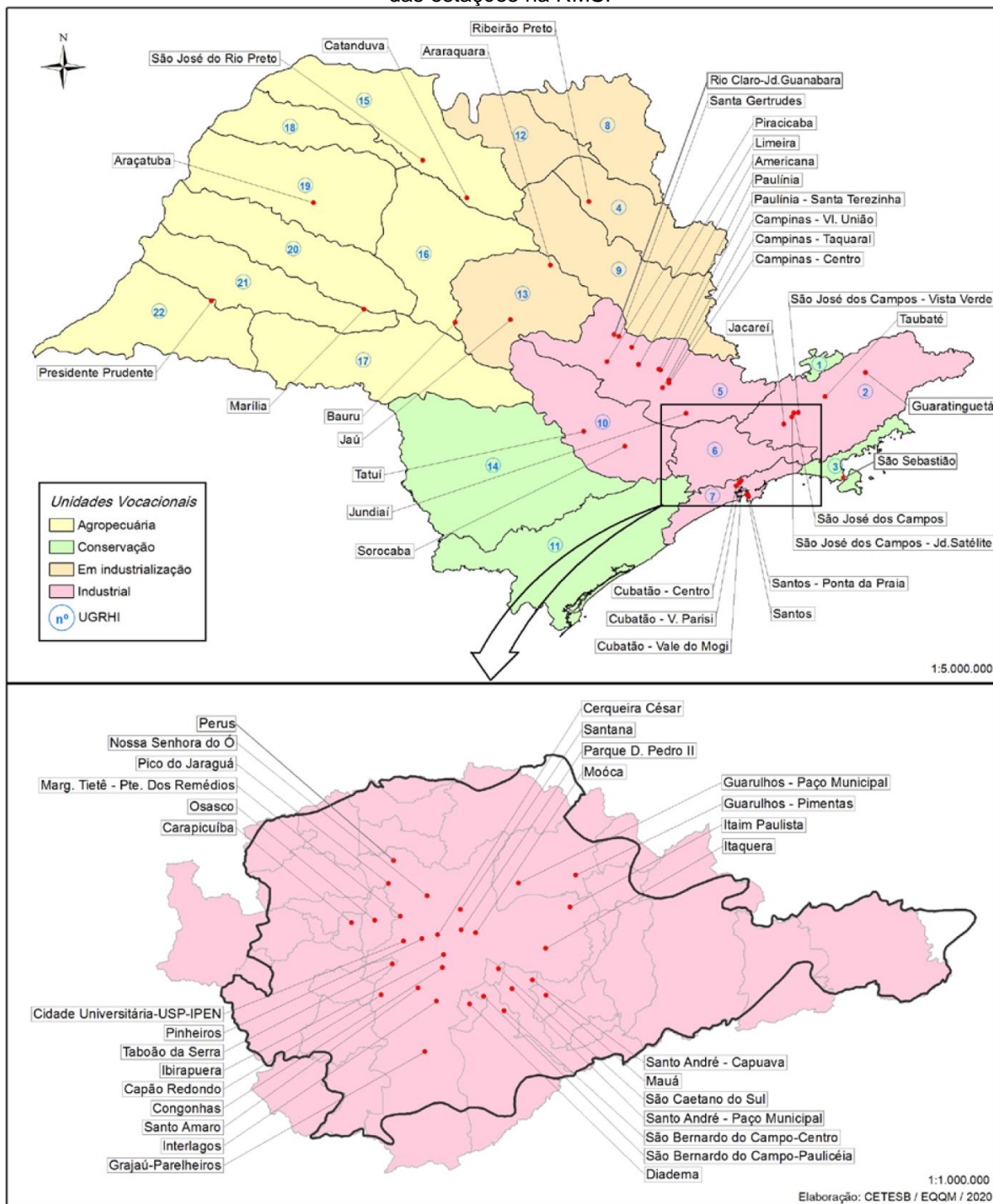
Fonte: elaboração própria

Figura 5 – Estado de São Paulo: distribuição das teses e dissertações que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana segundo as Regiões Administrativas a que pertencem os municípios analisados (2010-2019)



Fonte: Malha político-administrativa: IBGE (2010); número de trabalhos publicados: pesquisa bibliográfica dos autores (2020). Organização e elaboração: os autores

Figura 6 – Parte superior: localização das estações da rede automática de monitoramento da qualidade do ar nas unidades vocacionais do estado de São Paulo (2019); parte inferior: localização das estações na RMSP



Fonte: CETESB (2020, p. 40)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição atmosférica está diretamente relacionada à deterioração da qualidade do ar e, conseqüentemente, aos efeitos deletérios sobre a saúde humana e à perda da qualidade de vida da população, especialmente nos grandes centros urbanos, tais como aqueles presentes no estado de São Paulo, que abriga não apenas a mais populosa região metropolitana do país (Região Metropolitana de São Paulo), mas também outras cinco regiões metropolitanas e dezenas de cidades médias, no

litoral e no interior, com uma forte expressão demográfica e econômica. Assim, a revisão sistemática realizada identificou um total de 66 teses de doutorado e dissertações de mestrado que versam sobre a relação entre a poluição atmosférica e a saúde humana no estado de São Paulo, publicadas em universidades públicas deste estado no período de 2010 a 2019. Entre as universidades privadas selecionadas, não foram encontradas teses ou dissertações publicadas no período analisado.

A análise das teses e dissertações selecionadas demonstrou que, entre os poluentes que apresentam uma correlação positiva com a ocorrência de determinadas doenças, destacam-se o dióxido de enxofre (SO₂), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o ozônio (O₃), o material particulado 2,5 (MP_{2,5}), o material particulado 10 (MP₁₀) e o monóxido de carbono (CO), mesmo quando estes se encontram na atmosfera urbana em concentrações inferiores aos níveis máximos estabelecidos pela legislação de controle. Além disso, concluiu-se que há uma expressiva diversidade de doenças investigadas, já que foram identificados trabalhos que tratam da correlação da poluição atmosférica não apenas com as doenças respiratórias e cardiovasculares, mas também com o baixo peso ao nascer, aos problemas na gravidez, às neoplasias (tumores), às doenças oculares e aos problemas no sistema circulatório. Um número expressivo dos trabalhos investigou os efeitos da poluição do ar sobre as crianças e os idosos, apontados pela literatura específica como os grupos etários mais sensíveis à poluição atmosférica.

A maioria dos trabalhos publicados refere-se às cidades integrantes da Região Metropolitana de São Paulo, entre as quais se incluem Carapicuíba, Diadema, Guarulhos, Mairiporã, Mauá, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Paulo e Taboão da Serra, mas também a um grande número de centros urbanos de médio porte, espalhados por todo o território estadual. A demanda pela realização desses estudos e, conseqüentemente, a sua distribuição no estado, está relacionada ao porte demográfico das cidades e à dinâmica econômica regional. As regiões administrativas da Região Metropolitana de São Paulo, de Campinas e de Santos, por exemplo, constituem importantes aglomerações metropolitanas, com forte concentração demográfica e intensa atividade industrial. Já as regiões administrativas de Presidente Prudente, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto se destacam pela presença de importantes centros urbanos de médio porte e pelo importante papel da agroindústria em suas economias, com destaque para a cana-de-açúcar. Contudo, deve-se ressaltar ainda que a possibilidade de realização desses estudos está diretamente vinculada ao fato de o estado de São Paulo contar com uma ampla e densa rede de monitoramento da poluição atmosférica e da qualidade do ar, cobrindo a Região Metropolitana de São Paulo, o interior e o litoral, além de possuir grandes centros de pesquisa e universidades dedicados ao estudo da temática.

A constatação de que as elevadas concentrações de diversos tipos de poluentes atmosféricos, geralmente encontradas nos centros urbano-industriais de médio e grande portes e nos municípios em que se destaca a produção da cana-de-açúcar destinada a abastecer o setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo, têm causado impactos expressivos sobre a saúde dos indivíduos, especialmente aqueles pertencentes às faixas etárias mais vulneráveis (crianças e idosos), coloca em evidência a relevância de trabalhos de revisão sistemática, tais como este, como um ponto de partida para a realização de futuras investigações que tenham como objetivo a produção de subsídios para a elaboração e a implementação de políticas públicas voltadas ao monitoramento e ao controle da poluição atmosférica urbana e à conseqüente minimização dos impactos decorrentes da deterioração da qualidade do ar.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da Climatologia e da Saúde Pública: doenças hídricas e respiratórias na Cidade de Ribeirão Preto/SP**. 2012. 329 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- ALVENO, D. A. **O efeito da poluição na variabilidade da frequência cardíaca de controladores de tráfego e taxistas na Cidade de São Paulo**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Movimento, Postura e Ação Humana) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ALVES, A. G. F. **Influência da poluição do ar na inflamação das vias aéreas e na atividade de doença de pacientes com lúpus eritematoso sistêmico juvenil**. 2018. 63 f. Tese (Doutorado em Pediatria) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- ANDRIETTA, J. **Influência da exposição ocupacional à poluição atmosférica de origem veicular nos parâmetros seminais de controladores de tráfego na Região Metropolitana de São Paulo**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Urologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

- ARAGÃO, C.C.V. **Efeito da exposição à poluição atmosférica nos atendimentos de emergência por hipertensão arterial sistêmica ou doenças respiratórias em adultos residentes em São Caetano do Sul – SP**. 2016. 165 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- ARBEX, A. M.; SANTOS, U. de P.; MARTINS, L. C.; SALDIVA, P. H. N.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. **A poluição do ar e o sistema respiratório**. In: *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. Brasília: Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2012, v. 38, n.º 5, p. 643-655.
<https://doi.org/10.1590/S1806-37132012000500015>
- AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 16.^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 332 p.
- BANDO, D. H. **Sazonalidade, efemérides e a mortalidade por doença coronariana, AVC, insuficiência cardíaca, acidente de transporte, suicídio e homicídio na Cidade de São Paulo, 1996 a 2009**. 2012. 106 f. Tese (Doutorado em Educação e Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BARBOSA, C. M. G. **Avaliação cardiovascular e respiratória em um grupo de trabalhadores cortadores de cana-de-açúcar queimada no estado de São Paulo**. 2011. 151 f. Tese (Doutorado em Pneumologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BASE, L. H. **O efeito da poluição atmosférica na variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com excesso de peso**. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Cardiologia) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2018.
- BENELI, P. C. **Associação entre fatores meteorológicos, poluentes atmosféricos e ocorrência de viroses respiratórias em crianças: destaque ao Parainfluenza Vírus Humano (HPIV)**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- BITTAR, T. O. **Estudo ecológico dos efeitos do material particulado atmosférico inalável sobre a população do Município de Piracicaba – SP**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, 2010.
- BRANCO, S. M.; MURGEL, E. **Poluição do ar**. 2.^a ed. São Paulo: Moderna, 2004. 112 p.
- BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- CAMARGO-CRUZ, P. E. A. **Internações por doenças respiratórias, causadas por poluição atmosférica, na região de Presidente Prudente – SP, no período de 2008 a 2011**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CARDOSO, A. **Exposição à poluição de origem veicular, exercício físico e efeitos na proteína CC16 e na função renal em adultos jovens**. 2016. 115 f. Tese (Doutorado em Pneumologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- CARNESECA, E. C. **Problemas respiratórios e fatores ambientais: uma análise Bayesiana para dados de Ribeirão Preto**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Saúde na Comunidade) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.
- CARVALHO, M. A. **Associação entre exposição materna à poluição na Cidade de São Paulo e desfechos da gestação**. 2019. 127 f. Tese (Doutorado em Obstetrícia e Ginecologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- CARVALHO, M. A. **Efeitos da exposição materna à poluição na biometria e hemodinâmica fetais**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Obstetrícia e Ginecologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- CASTRO, A. L. S. **Influência da poluição no padrão de crescimento fetal: um estudo de coorte de gestantes do Município de São Paulo**. 2019. 119 f. Tese (Doutorado em Obstetrícia e Ginecologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

- CHAVES, L. E. **Modelos computacionais fuzzy e neuro-fuzzy para avaliarem os efeitos da poluição do ar**. 2013. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.
- CINTRA, C. M. **Biomonitoramento da poluição atmosférica em domicílios de um distrito da Cidade de São Paulo: uma associação entre peso ao nascer, acúmulo de elementos-traço e danos mutagênicos em *Trades cantiapallida***. 2014. 214 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CIRINO, F. S. **Efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde de crianças em seis municípios com diferentes perfis de fontes de poluentes**. 2019. 92 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2020. Série Relatórios.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2020**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2021. Série Relatórios.
- CORIPPIO, I. C. **Efeitos da poluição atmosférica em marcadores inflamatórios pulmonares e sistêmicos de indivíduos submetidos ao exercício físico em ambiente aberto e fechado**. 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.
- CRUZ, R. **Exercício intervalado de alta intensidade e poluição atmosférica: análise dos efeitos para o sistema cardiovascular, perfil inflamatório e metabólico**. 2019. 106 f. Tese (Doutorado em Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- CRUZ, T. A. **Plantio de cana-de-açúcar e seus impactos na saúde respiratória de moradores no noroeste do estado de São Paulo**. 105 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CUISSI, R. C. **Efeito da poluição atmosférica no sistema respiratório de indivíduos praticantes de exercício físico aeróbio em ambiente aberto e fechado**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.
- DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. In: **Estudos Avançados**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016, v. 30, n.º 86, p. 83-97. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>
- FACCINI, L. G. **Queimadas de cana-de-açúcar e condições climáticas: mapeamento e estudo das relações com a saúde da população na região de Araraquara – SP**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- FERNANDES, E. G. C. **Avaliação da influência da exposição à poluição atmosférica sobre o escore de atividade dos lúpus eritematoso sistêmico (SLEDAI-2K) em crianças e adolescentes**. 2015. 88 f. Tese (Doutorado em Pediatria) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- FERREIRA, T. M. **Efeito da massa e dos constituintes químicos do material particulado inalável sobre admissões hospitalares por doenças respiratórias e circulatórias em cidade de porte médio**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- FRANÇA, C. M. P. **Avaliação da influência de fatores ambientais sobre o diagnóstico de artrite idiopática juvenil em crianças e adolescentes**. 2017. 72 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- GARCIA, S. D. O. **Temperatura e mortalidade cardiovascular e respiratória em idosos de São Paulo e Bogotá**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- GOTO, D. M. **Avaliação de clearance nasal, propriedades físicas do muco, celularidade e citocinas em lavado nasal de trabalhadores cortadores de cana-de-açúcar queimada no estado**

de São Paulo. 2012. 161 f. Tese (Doutorado em Fisiopatologia Experimental) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GOULART, M. F. G. **Influência da poluição do ar sobre a atividade renal nos pacientes com lúpus eritematoso sistêmico juvenil**. 2019. 81 f. Tese (Doutorado em Pediatria) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

GUANABARA, A. P. S. **Associação da função pulmonar em estudantes do ensino fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GUANABARA, L. C. R. **Associação da função pulmonar de indivíduos fumantes e não fumantes com a qualidade do ar, nas cidades de Cubatão e Bertoga**. 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

HETTFLAISCH, K. **Avaliação da relação entre os índices vasculares placentários e a exposição individual à poluição atmosférica no primeiro trimestre**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Obstetrícia e Ginecologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

JESUS, C. R. **Estimativa da emissão de poluentes pelo setor de transporte e análise das ocorrências de doenças respiratórias na área de proteção ambiental do Sistema Cantareira**. 2011. 119 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

LEÃO, G. S. **Estudo espaço-temporal da mortalidade e morbidade por doenças respiratórias no Município de Botucatu, São Paulo**. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

LEIRIÃO, L. F. L. **Avaliação do impacto do programa de controle da poluição do ar por veículos automotores e da frota em desacordo com o programa na saúde pública da Região Metropolitana de São Paulo**. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental Integrada) – Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2018.

LEITE, M. R. **Impacto das condições de trabalho no corte de cana-de-açúcar queimada em marcadores inflamatórios pulmonares, sistêmicos e na função renal**. 2018. 118 f. Tese (Doutorado em Pneumologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

LIMA, B. R. O. **Dinâmica climática regional associada à qualidade do ar na atmosfera urbana de Ourinhos/SP**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. 2.^aed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. 481 p.

MANTOVANI, K. C. C. **Estudo dos poluentes do ar em um município de médio porte por meio dos dados estimados pelo Modelo CCATT-BRAMS**. 2016. 92 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

MAURO, A. C. C. **Poluição, internação e renda: uma abordagem espacial no Município de São José dos Campos**. 2014. 112 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MILHORANÇA, I. A. **Modelos paramétricos para séries temporais de contagem**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MORAES, S. L. **Internações de crianças por doenças respiratórias em São Paulo e suas relações com as condições climáticas e o contexto socioeconômico**. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

NOVAES, P. **Efeitos da poluição atmosférica na superfície ocular**. 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Oftalmologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

- OLIVEIRA, J. R. C. **Análise da modulação autonômica da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis expostos à poluição atmosférica por tempo prolongado**. 2019. 134 f. Tese (Doutorado em Cardiologia) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2019.
- ORIONE, M. A. M. **Avaliação da exposição a poluentes inalatórios ambientais no período gestacional como fator de risco para dermatomiosite juvenil**. 2014. 73 f. Tese (Doutorado em Pediatria) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PACELI, R. B. **Exercício físico e variabilidade da frequência cardíaca em diferentes locais e concentrações de poluição do ar em São Paulo, Brasil**. 2016. 85 f. Tese (Doutorado em Pneumologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- PASQUA, L. A. **Poluição atmosférica e exercício aeróbico: efeitos da duração e intensidade sobre o sistema cardiorrespiratório, perfil inflamatório e metabóloma**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Movimento Humano) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- PASTRO, L. D. M. **Avaliação da espirometria de gestantes expostas à poluição atmosférica da Região Metropolitana de São Paulo**. 2014. 200 f. Tese (Doutorado em Obstetrícia e Ginecologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PESTANA, P. R. S. **Relação entre poluição do ar e internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares em uma cidade do interior do estado de São Paulo**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.
- PINHEIRO, S. L. L. A. **Clima e mortalidade: uma abordagem observacional ecológica na cidade de São Paulo**. 2014. 109 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- PEREIRA, G. M. **Caracterização molecular e ocorrência de HPA, oxi, nitro-HPA, íons inorgânicos e traçadores de queima de biomassa em três sítios urbanos latino-americanos**. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- PRADO, G. F. **Impactos cardiopulmonares e inflamatórios da exposição à poluição da queima de biomassa em cortadores de cana queimada e em voluntários saudáveis do Município de Mendonça**. 2011. 126 f. Tese (Doutorado em Pneumologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- PRIOLI, G. **Estimativa da concentração de material particulado inalável (PM10) através de variáveis meteorológicas e seus efeitos na saúde em áreas urbanas brasileiras**. 2016. 189 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- RIBEIRO, A. A. **Estudo de correlação das internações hospitalares por câncer, poluição relacionada ao tráfego e nível socioeconômico no Município de São Paulo**. 2011. 171 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- ROMAN, V. V. L. **Efeitos da exposição aos poluentes do ar com base nas internações por doenças cardiovasculares e respiratórias no Município de Taubaté, SP**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Interunidades, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.
- ROMÃO, R. **Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de Santo André, SP**. 2010. 106 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SÁ, M. C. **Efeitos da poluição do ar de São Paulo nas vias aéreas superiores de jovens praticantes de corrida**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SANTOS, A. P. M. **Biomonitoramento vegetal da qualidade do ar em Ribeirão Preto – SP**. 2012. 164 f. Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012. <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2013.v37.n1.a447>

SANTOS, D. A. S. **Efeitos da exposição materna a poluentes do ar e baixo peso ao nascer, segundo sexo**. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

SILVA, F. S. **Influência da queima da palha de cana de açúcar na constituição do material particulado atmosférico (MP_{2,5} e MP₁₀) e as suas implicações potenciais sobre a saúde humana**. 2011. 141 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2011.

SOUZA, K. R. **Estimativas de emissões de gases poluentes por veículos automotores rodoviários nos municípios paulistas e sua relação com a saúde**. 2017. 181 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

TADANO, Y. S. **Simulação da dispersão dos poluentes atmosféricos para aplicação em análise de impacto**. 2012. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

TOLEDO, G. I. F. M. **Avaliação da exposição da população à poluição relacionada ao tráfego no Município de São Paulo. 2010**. 110 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TORRICELLI, A. A. M. **Efeitos de níveis elevados de poluição atmosférica na superfície ocular de controladores de tráfego e taxistas na Cidade de São Paulo**. 2013. 112 f. Tese (Doutorado em Oftalmologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VIEIRA, J. L. **Filtro respiratório reduz efeitos cardiovasculares associados à poluição: estudo randomizado, duplo-cego, controlado e cruzado em pacientes com insuficiência cardíaca (FILTER-HF trial)**. 2016. 130 f. Tese (Doutorado em Cardiologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

VILAS BOAS, D. S. **Trabalhadores da Cidade de São Paulo expostos à poluição atmosférica: avaliação da genotoxicidade**. 2016. 161 f. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.