

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

ANA LUÍSA CURADO

EXPOSIÇÃO À POLUIÇÃO AMBIENTAL E A SAÚDE DOS BRASILEIROS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA

UBERABA

2020

Ana Luísa Curado

Exposição à poluição ambiental e a saúde dos brasileiros: uma revisão sistemática

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Milla dos Santos Senhuk

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anhô

Uberaba

2020

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

C984e Curado, Ana Luísa
Exposição à poluição ambiental e a saúde dos brasileiros: uma
revisão sistemática / Ana Luísa Curado. -- 2020.
81 p. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) --
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2020
Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Milla dos Santos Senhuk
Coorientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anhô

1. Epidemiologia. 2. Saúde ambiental. 3. Ar - Poluição. 4. Água –
Poluição. 5. Poluição sonora. 6. Produtos químicos agrícolas. 7. Me -
tais – Toxicologia. I. Senhuk, Ana Paula Milla dos Santos. II. Univer -
sidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 616-036.22:614.7

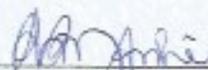
ANA LUÍSA CURADO

EXPOSIÇÃO À POLUIÇÃO AMBIENTAL E A SAÚDE DOS BRASILEIROS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA

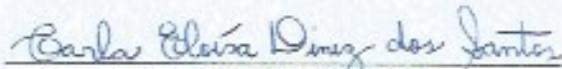
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 18 de agosto de 2020

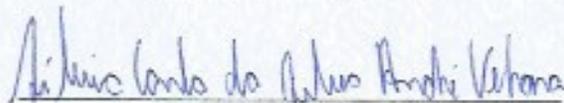
Banca Examinadora:



Profa. Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anhê
Coorientadora - UFTM



Profa. Dra. Carla Eloisa Diniz dos Santos
Membro Titular - UFTM



Profa. Dra. Silvia Carla da Silva André Uehara
Membro Titular - UFSCar

Dedico este trabalho ao meu marido, Sérgio,
fonte de incentivo, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais essa vitória, por sempre me dar coragem e oportunidades para que eu realize meus sonhos.

À Profa. Dra. Ana Paula Milla dos Santos Senhuk pelo apoio, dedicação e paciência na orientação deste trabalho.

À Profa. Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anhê, coorientadora deste trabalho, e às professoras Dra. Carla Eloísa Diniz dos Santos e Dra. Nayara Paula Fernandes Martins Molina, integrantes da minha banca de qualificação, pelas valiosas contribuições.

Ao meu pai, Luiz, e à minha mãe, Paula, por investirem na minha educação e por terem feito o melhor que podiam para que eu me tornasse uma boa pessoa.

Ao meu irmão, Pedro Luís, pelo incentivo, companheirismo e amor.

À Odete Sebastiana Silvério, pela participação na minha criação e do meu irmão, sempre nos tratando com carinho e paciência.

À Camila Aparecida de Menezes, pela amizade de longa data. Obrigada por ser minha irmã de alma e por dividir comigo vários momentos inesquecíveis.

Ao meu marido, Sérgio, que tanto amo, por sempre cuidar de mim e acreditar na minha capacidade até mesmo quando eu não acredito.

Aos meus colegas de mestrado, dos quais tenho muito orgulho, pelos momentos descontraídos e desafios enfrentados juntos ao longo desses dois anos.

Aos meus colegas da Pró-Reitoria de Planejamento da UFTM, pela convivência diária, pela contribuição no meu desenvolvimento profissional e por incentivarem minha capacitação por meio do mestrado.

Às crianças, Nicolas, Felipe e Laurinha, por fazerem minha vida mais feliz e me fazerem acreditar que estamos caminhando para um mundo melhor.

A todos os amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional até aqui.

Muito obrigada!

RESUMO

Cerca de 12,6 milhões de mortes anuais são atribuídas a fatores ambientais no mundo. Apesar do Brasil enfrentar diversos problemas ambientais, não se tem conhecimento de como essa exposição tem impactado a saúde da população de forma geral, em todo o território nacional, nos últimos anos. Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática dos estudos desenvolvidos no Brasil, entre 2015 e 2019, que abordaram a relação entre a exposição à poluição ambiental e a saúde da população. A metodologia envolveu a formulação da questão de pesquisa a ser explorada, a definição dos critérios de elegibilidade, a busca por potenciais estudos elegíveis em bases de dados bibliográficas eletrônicas (Web of Science, Scopus, LILACS e Medline/Pubmed), a avaliação de elegibilidade e a extração e análise dos dados dos artigos. As informações analisadas compreenderam o tipo de poluição, o ano de publicação, a macrorregião brasileira na qual foi desenvolvido o estudo, a fonte da poluição, características da população investigada e a afiliação dos autores. Para cada tipo de poluição, ainda foram examinados a medida de exposição utilizada, o tipo e fonte do dado; o impacto na saúde observado; a medida de estado de saúde utilizada, tipo e fonte do dado. Foram incluídos 98 artigos nessa revisão, sendo que 57,14% tratava sobre poluição do ar. Os demais artigos exploraram impactos na saúde decorrentes da exposição à poluição da água, sonora, por agrotóxicos, e por metal tóxico. A quantidade de artigos publicados por ano variou entre 16 e 24. A maioria dos estudos foi realizada na região Sudeste e 86,7% deles foram desenvolvidos e publicados por, pelo menos, um autor vinculado a uma instituição pública de ensino superior brasileira. Quanto à população, foram analisados residentes do local de estudo, independentemente da idade, somente crianças e/ou recém-nascidos, apenas idosos ou indivíduos de outras faixas etárias específicas. Diversas medidas de exposição foram observadas, entre elas, concentração de poluentes ambientais, biomonitoramento e informações sobre os aspectos e os impactos ambientais da região de estudo. Os efeitos na saúde explorados abrangeram várias doenças e sintomas. Como medida do estado de saúde, foram utilizados alterações em exames e testes, avaliação da percepção de risco, registros de atendimentos, internações e óbitos decorrentes da doença investigada e outros. Os resultados encontrados

apresentaram o modo como a questão do impacto da poluição ambiental sobre a saúde vem sendo investigada no Brasil, trazendo informações para estudos futuros e para a tomada de decisão de gestores ambientais e de saúde.

Palavras-chave: Epidemiologia. Saúde ambiental. Poluição do ar. Poluição da água. Poluição sonora. Agrotóxicos. Metais tóxicos.

ABSTRACT

It is estimated that 12.6 million deaths annually are attributed to environmental factors worldwide. Despite Brazil has been facing several environmental problems, it is not known how this exposure has impacted the population health in general, throughout the national territory, in recent years. In this context, this study aimed to conduct a systematic review of studies developed in Brazil, between 2015 and 2019, which have addressed the relationship between exposure to environmental pollution and the population health. The methodology involved the formulation of the research question to be explored, the definition of the eligibility criteria, the search for potential eligible studies in electronic bibliographic databases (Web of Science, Scopus, LILACS and Medline/Pubmed), the assessment of eligibility and the extraction and analysis of data from the articles. The analyzed information comprised the type of pollution, the year of publication, the Brazilian macro-region in which the study was developed, the pollution sources, characteristics of the investigated population and the authors' affiliation. For each type of pollution, it was also examined the exposure measurement, the type and source of the data; the observed health impact; the health status measurement, type and source of the data. A total of 98 articles were included in this review, with 57.14% addressing air pollution. The other articles explored health impacts resulting from exposure to water or noise pollution, pesticide and toxic metal. The number of articles published per year varied between 16 and 24. Most studies were carried out in the Southeast region and 86.7% of them were developed and published by at least one author linked to a Brazilian public institution of higher education. Regarding the population, it was analyzed residents of the study site regardless of age, only children and / or newborns, only the elderly or individuals of other specific age groups. Several exposure measures were observed, among them, concentration of environmental pollutants, biomonitoring and information on the environmental aspects and impacts of the study region. The health effects explored covered several diseases and symptoms. The health status measurement was based on changes in examinations and tests, assessment of risk perception, attendance, hospitalizations and deaths records resulting from the investigated disease and others. The findings of this study highlighted how the impacts of

environmental pollution on public health are being faced in Brazil, providing useful information for decision-making of environmental and health managers.

Keywords: Epidemiology. Environmental health. Air pollution. Water pollution. Noise pollution. Pesticides. Toxic metals.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo utilizado para a seleção dos artigos.....	30
Figura 2 – Processo de extração das informações de interesse dos artigos incluídos	31
Figura 3 - Quantidade de registros em cada uma das bases de dados utilizadas	33
Figura 4 - Fluxograma do processo de seleção de artigos.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação da questão de pesquisa selecionada	28
Tabela 2 - Termos de busca utilizados para cada domínio da questão de pesquisa	29
Tabela 3 - Distribuição dos artigos ao longo dos anos selecionados	35
Tabela 4 - Distribuição dos estudos segundo o local de desenvolvimento	36
Tabela 5 - Número de estudos por fonte de poluição e porcentagem em relação ao total de trabalhos que especificaram a origem da poluição.....	38
Tabela 6 - Quantidade de estudos por medida de exposição e origem dos dados ...	42
Tabela 7 - Quantidade de estudos por medida do estado de saúde e origem dos dados	45
Tabela 8 - Quantidade de estudos por medida de exposição e origem dos dados ...	48
Tabela 9 - Quantidade de estudos por tipo de dado de medida do estado de saúde	50
Tabela 10 - Quantidade de estudos por tipo de dado de medida de exposição.....	51
Tabela 11 - Quantidade de estudos por tipo de dado de medida do estado de saúde	53

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONASS – Conselho Nacional de Secretários de Saúde

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

EEA – European Environment Agency

EHORECON – Environmental Health Officers Registration Council of Nigeria

EPA – United States Environmental Protection Agency

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IAMAT – International Association Medical Assistance to Travellers

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MS – Ministério da Saúde

NIH – National Institutes of Health

OMS – Organização Mundial da Saúde

PIB – Produto Interno Bruto

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SUS – Sistema Único de Saúde

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNESP – Universidade Estadual Paulista

WHO – World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

MeHg - Metilmercúrio

MP_{2,5} - Material particulado com diâmetro menor que dois micrômetros e meio

® - Marca registrada

MP₁₀ - Material particulado com diâmetro menor que dez micrômetros

MP_{2,5-10} - Material particulado com diâmetro entre dois micrômetros e meio e dez micrômetros

1-OHP - 1-hidroxipireno

HAP - Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

QI – Quociente de Inteligência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 SAÚDE E MEIO AMBIENTE	16
2.1.1 Efeitos da poluição ambiental na saúde	17
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
2.2.1 Características gerais	20
2.2.2 Contexto da saúde	21
2.2.3 Situação ambiental	22
2.3 REVISÃO DE LITERATURA	25
3 METODOLOGIA	28
3.1 PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	28
3.2 CONDUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ARTIGOS INCLUÍDOS.....	34
4.2 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM A SAÚDE	40
4.3 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO DA ÁGUA COM A SAÚDE.....	47
4.4 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL POR AGROTÓXICOS COM A SAÚDE	51
4.5 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL POR METAIS TÓXICOS COM A SAÚDE.....	54
4.6 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA COM A SAÚDE	56
5 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – ARTIGOS INCLUÍDOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA	77

1 INTRODUÇÃO

O conceito de saúde adotado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) desde 1948 vai além da ausência de doença ou enfermidade, sendo entendido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social (WHO, 2020a). Os fatores que influenciam o estado de saúde dos indivíduos e das comunidades incluem o ambiente social, econômico e físico, além das características e comportamentos de cada pessoa. Fatores ambientais como poluição do ar, da água e do solo e a exposição às substâncias químicas, contribuem para o desenvolvimento de mais de 100 doenças e lesões (WHO, 2018a). Estima-se que 12,6 milhões de mortes a cada ano, que representa quase um quarto das mortes anuais globais, são atribuídas a esses fatores (WHO, 2020b).

O Brasil, 5º maior país do mundo em extensão territorial (IBGE, 2020a) e com a 6ª maior população mundial (UN, 2019), possui diversos problemas ambientais. Em estudo realizado pelo Ministério da Saúde para avaliar o impacto das doenças não transmissíveis devido à poluição atmosférica, por exemplo, constatou-se que o número de mortes evitáveis por essas doenças cresceu no período de 2006-2016, sendo estimada em 42.228 em 2016. Esse trabalho revelou que os esforços para a minimização desses impactos devem se concentrar, especialmente, nos grandes centros urbanos e nos estados afetados pelas queimadas (BRASIL, 2019b).

Outra questão relevante no país é o panorama atual do saneamento básico. Embora o acesso a esse serviço seja um direito assegurado pela Constituição Federal (BRASIL, 1988) e a sua universalização seja um dos princípios da legislação pertinente (BRASIL, 2007), 16,4% da população ainda não é atendida por rede de abastecimento de água tratada e 53,2% não tem acesso à rede de coleta de esgoto (BRASIL, 2019f).

Além dos impactos na saúde e dos gastos públicos decorrentes, a falta de saneamento adequado impacta o mercado de trabalho e as atividades econômicas. Em regiões com baixa cobertura, trabalhadores se afastam mais por doença gastrointestinal e tem o rendimento de trabalho prejudicado; as crianças têm um menor aproveitamento escolar; os imóveis são menos valorizados e o turismo não se desenvolve adequadamente. Considerando o período de 2016 a 2036, quando se espera que ocorra a universalização desse serviço no Brasil, espera-se que os

benefícios diretos e os devido à redução de perdas associadas às externalidades negativas alcancem R\$ 1,521 trilhão (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Os problemas ambientais encontrados no país englobam também a contaminação por agrotóxicos (LONDRES, 2011) e por metais tóxicos (LIMA, 2013), bem como a poluição sonora (BRESSANE et al., 2016). Pesquisadores como Khoury et al. (2015), Farhat et al. (2016) e Silva et al. (2019) tem investigado a relação da exposição à poluição ambiental com a saúde de brasileiros nos últimos anos, por meio de estudos epidemiológicos. Esse tipo de pesquisa é importante, pois permite a identificação de contaminantes potencialmente causadores de problemas de saúde pública; de subgrupos populacionais desproporcionalmente expostos ou particularmente vulneráveis; da maneira como as exposições a contaminantes mudam ao longo do tempo em uma determinada população (EPA, 2020a).

As revisões sistemáticas, por sua vez, visam encontrar o máximo possível de pesquisas que abordam questões específicas e usam métodos definidos e sistemáticos para identificar o que pode ser dito com segurança sobre esses estudos. Dessa forma, esse tipo de pesquisa sintetiza os resultados e os tornam facilmente acessíveis para os tomadores de decisões, subsidiando a formulação de políticas públicas (EPPI-CENTRE, 2020).

Alguns estudos de revisão sistemática relacionaram o impacto da poluição ambiental na saúde dos brasileiros. Enquanto Pereira e Limongi (2015) e Dapper, Spohr e Zanini (2016), por meio de revisões sistemáticas, exploraram os efeitos da poluição atmosférica na saúde da população, Lopes e Albuquerque (2018) examinaram os efeitos da contaminação ambiental por agrotóxicos. Já Asmus et al. (2016) discorreram sobre as implicações das exposições ambientais em um grupo particularmente vulnerável da população, as crianças.

Embora as revisões supracitadas forneçam valiosas contribuições, ainda não foram abordados todos os tipos de poluição ambiental e em todo o território nacional. Diante dessa lacuna na ciência, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática dos estudos desenvolvidos no Brasil entre 2015 e 2019, sobre a relação entre a exposição à poluição ambiental e a saúde da população.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SAÚDE E MEIO AMBIENTE

O planeta Terra é uma rede complexa e frágil de sistemas interconectados. A sua evolução, a partir do Big Bang, se estendeu ao longo de bilhões de anos de uma maneira que, eventualmente, promoveu condições ambientais adequadas para a manutenção da vida da forma que conhecemos. Infelizmente, a relação do ser humano com o meio ambiente tem sido historicamente marcada pela utilização desordenada dos seus recursos. Assim, passos do desenvolvimento da humanidade foram acompanhados por um salto na degradação ambiental. (STONY BROOK UNIVERSITY, 2014).

Atividades antrópicas como a produção e uso de energia, operação industrial, transporte, agricultura, silvicultura, pecuária, turismo e atividades domésticas são fontes de pressão sobre o meio ambiente. Os impactos ambientais causados por esses setores incluem mudanças climáticas, diminuição da qualidade do solo, perda da biodiversidade, alteração da paisagem, problemas relacionados à disposição de resíduos e poluição atmosférica, hídrica, do solo e sonora (EEA, 2016).

A percepção de que o ambiente influencia na saúde humana não é recente. Há quase 2500 anos, Hipócrates, conhecido como o pai da medicina, discutiu os aspectos ambientais ligados à enfermidade em texto conhecido como “Ares, águas, lugares” (SCLIAR, 2007). Não é possível atribuir uma data específica a partir da qual os efeitos do ambiente sobre a saúde começaram a ser notados. No entanto, a necessidade de preservar o meio ambiente no interesse da saúde pública vem evoluindo há muito tempo (EHORECON, 2015).

Após a Revolução Industrial, processo de mudança de uma economia agrária e artesanal para uma dominada pela indústria e fabricação de máquinas, que se iniciou no século XVIII, ocorreram diversos desastres ambientais (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2019). Tais desastres foram desencadeados pelas atividades antrópicas, entre eles, o Grande Nevoeiro de Londres (UNIVERSITY OF CALGARY, 2016) e a Doença de Minamata (BOSTON UNIVERSITY, 2020).

O Grande Nevoeiro de Londres foi um evento de poluição atmosférica ocorrido na capital da Inglaterra, em 1952, com duração de mais de quatro dias (UNIVERSITY OF CALGARY, 2016). Apesar do número de mortes atribuídas a este

episódio, geralmente, estar entre 3.000 e 4.000, se o excesso de mortes nos meses posteriores estiver relacionado à poluição do ar, a contagem de mortalidade seria de aproximadamente 12.000 (BELL, DAVIS e FLETCHER, 2004).

A Doença de Minamata, por sua vez, teve como causa a ingestão de peixes e mariscos contaminados por metilmercúrio (MeHg), substância presente nas águas residuais de uma indústria química lançadas na Baía de Minamata, no Japão. Essa doença foi oficialmente descoberta em 1956 e, em março de 2001, 2.265 vítimas haviam sido oficialmente reconhecidas, das quais 1.784 haviam morrido. Os sintomas típicos são ataxia, dormência nas mãos e pés, fraqueza muscular, redução do campo de visão e danos à audição e à fala (BOSTON UNIVERSITY, 2020).

Os efeitos na saúde humana decorrentes da exposição ambiental não se limitam aos desastres. De acordo com relatório publicado pela OMS (WHO, 2018), tendo como referência o ano de 2016, 24% das mortes globais (e 28% das mortes entre crianças menores de cinco anos) são atribuídas a fatores ambientais evitáveis. Sendo assim, se faz necessário uma interlocução entre as políticas de saúde pública e setores de infraestruturas de Engenharia, uma vez que o desenvolvimento econômico sustentável destes serviços impacta na saúde da população.

2.1.1 Efeitos da poluição ambiental na saúde

As doenças que podem ser causadas pela exposição à poluição/contaminação ambiental englobam (WHO, 2018):

- Doenças infecciosas e parasitárias, como infecções respiratórias, doenças diarreicas, infecções por nematoides intestinais, malária e esquistossomose;
- Condições neonatais e nutricionais;
- Doenças não transmissíveis, entre elas, câncer, doenças cardiovasculares, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, anomalias congênitas, perda auditivas e distúrbios mentais, comportamentais e neurológicos;
- Contaminação não intencional ou intencional por substâncias tóxicas.

Elevadas porcentagens do total de casos de algumas dessas doenças podem ser atribuídas à exposição ambiental: 57% das doenças diarreicas, 44% dos casos de asma, 35% das infecções respiratórias inferiores e das doenças pulmonares

obstrutivas crônicas e 31% das doenças cardiovasculares. Os tipos de poluição que estão associados ao surgimento ou agravamento de doenças incluem a hídrica (devido à escassez de saneamento), atmosférica, sonora e a contaminação ambiental por certas substâncias químicas, como pesticidas e metais tóxicos (WHO, 2018).

Em relação à poluição do ar, as evidências sugerem que exposições a determinados poluentes em curto prazo aumentam o risco de piora dos sintomas da asma e, em longo prazo, podem contribuir para o surgimento dessa doença em crianças e adultos. Apesar de ainda serem necessários estudos adicionais sobre os mecanismos envolvidos, provavelmente, os poluentes atmosféricos causam lesão oxidativa nas vias aéreas, acarretando inflamação, remodelação e aumento do risco de sensibilização (GUARNIERI; BALMES, 2014). Dan, Hao e Yang (2020), ao revisarem as evidências epidemiológicas sobre o efeito da poluição do ar na doença pulmonar obstrutiva crônica, verificaram que ainda são necessários estudos clínicos abrangentes e pesquisas aprofundadas sobre mecanismos básicos.

Esse tipo de poluição também pode causar, entre outros distúrbios, doenças cardiovasculares. Estudos recentes apontam que a inalação de material particulado com diâmetro menor que dois micrômetros e meio ($MP_{2,5}$), dependendo da concentração, pode acelerar a calcificação arterial (KELLER et al., 2018), comprometer a função dos vasos sanguíneos (RIGGS et al., 2020) e diminuir os níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL), conhecida como colesterol bom, no sangue (BELL et al., 2017).

As doenças relacionadas à falta de água potável, saneamento e higiene, por sua vez, compreendem as infecções transmitidas via fecal-oral, os efeitos da ingestão de água contaminada com substâncias químicas e impactos no bem estar (WHO, 2019). Prüss-Ustün et al. (2019) estimaram que as doenças diarreicas atribuídas à falta de água potável, saneamento e higiene provocaram, no mundo, a morte de 829.000 pessoas em 2016, sendo 297.000, crianças menores de cinco anos. Segundo esses autores, apesar da mortalidade provocada pela deficiência no saneamento estar caindo nos últimos anos, essas condições ambientais ainda são elementos importantes da carga global de doenças, especialmente entre crianças pequenas (PRÜSS-USTÜN et al., 2019). Ao contrário das doenças infecciosas e parasitárias transmitidas pela água, os efeitos na saúde devido à ingestão de água

contaminada por substâncias químicas, muitas vezes só se manifestam após um longo período de exposição (WHO, 2019).

Determinadas substâncias químicas, como os metais tóxicos e os pesticidas, possuem outras rotas de exposição além da ingestão de água contaminada. Os metais tóxicos, entre eles, arsênio, chumbo, cádmio, níquel, mercúrio, zinco e selênio, também podem penetrar no corpo humano por meio do consumo de alimentos, inalação do ar ou absorção pela pele. Frequentemente, adultos são expostos a esses metais em indústrias (MASINDI; MUEDI, 2018). A via de exposição, bem como a dose absorvida e a duração da exposição determinam o grau de toxicidade do metal. Cada um deles possui diferentes mecanismos de toxicidade e efeitos à saúde, conforme revisado por Jaishankar et al. (2014). A contaminação por chumbo, por exemplo, pode ter como consequências nascimentos prematuros, problemas de aprendizagem e comportamento em crianças, aumento da pressão arterial e redução da função renal (EPA, 2019).

Embora os pesticidas sejam formulados para prevenir, remover ou controlar pragas agrícolas nocivas, a publicação de muitos estudos na área evidencia a preocupação de pesquisadores com os riscos oferecidos por esses produtos ao meio ambiente e a saúde humana (KIM; KABIR; JAHAN, 2017). Os pesticidas podem entrar no corpo humano por quatro rotas principais: via oral, pelos olhos, pela pele ou por inalação (FISHEL, 2015). Esse tipo de exposição pode causar, dependendo do tipo da substância, danos ao sistema nervoso, irritação na pele ou nos olhos, câncer e impactos no sistema endócrino (EPA, 2017).

Outro fator ambiental que prejudica a saúde humana e interfere nas atividades cotidianas das pessoas é o ruído excessivo. A poluição sonora pode causar, além de perdas auditivas (NIH, 2019), efeitos cardiovasculares e psicofisiológicos, perturbação do sono, mudanças no comportamento social e redução do desempenho (WHO, 2020). Estudos mostram ainda que a exposição ao ruído de fontes móveis pode contribuir para o desenvolvimento de alguns tipos de câncer de mama (SØRENSEN et al., 2014; HEGEWALD et al., 2017; ANDERSEN et al., 2018) e, em curto prazo, aumenta o risco de morte por determinadas doenças dos sistemas cardiovascular, respiratório e metabólico (RECIO et al., 2016).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta seção é realizada uma caracterização do Brasil, na qual são descritas as características gerais do país, bem como o contexto de saúde e ambiental no qual este estudo está inserido.

2.2.1 Características gerais

O Brasil está localizado na América do Sul, sendo o maior país do continente (IBGE, 2020a). Com uma área total de, aproximadamente, 8,5 milhões km² e uma população estimada de 210.147.125 pessoas, quando comparado aos demais países do mundo, é o quinto maior em extensão territorial e possui a sexta maior população (IBGE, 2020a; UN, 2019). A Constituição Federal, promulgada em 1988, define o país como uma República Federativa formada pela união indissolúvel dos Estados, Municípios e do Distrito Federal (BRASIL, 1988).

De acordo com as informações mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui, além do Distrito Federal, 26 Estados, divididos em 5570 municípios. O território nacional também é dividido em Macrorregiões, formadas pelo agrupamento de Estados: Região Norte, Região Nordeste, Região Sudeste, Região Sul e Região Centro-Oeste. Essa divisão permite atualizar o conhecimento regional do país, dando subsídios ao governo para a implantação de políticas públicas e investimentos (IBGE, 2017a).

Em relação à economia, o país possui como três grandes setores de atividades a Agropecuária, Indústria e Serviços. Também são relevantes para a economia a administração, saúde e educação públicas e seguridade social. O Produto Interno Bruto (PIB) do país no ano de 2019, ou seja, a soma de todos os bens e serviços finais produzidos no referido ano, foi igual a R\$ 7,3 trilhões (IBGE, 2020b). Em 2018, o PIB *per capita* alcançou R\$ 32.747, ficando o Brasil com o 75º maior PIB *per capita* entre 193 países (IBGE, 2018).

Desde março de 2020, a pandemia decretada pela OMS de COVID-19, doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, bem como a estratégia de distanciamento social utilizada para o seu enfrentamento têm impactado a economia e o mercado de trabalho brasileiro. Em maio de 2020, 9,7 milhões de pessoas ocupadas foram afastadas de seus trabalhos sem remuneração e 38,7% dos

domicílios receberam o auxílio emergencial concedido pelo governo federal (IBGE, 2020c).

Quanto aos indicadores sociais, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil em 2018 foi 0.761, classificando-o em 79º entre 189 países. Esse índice permite medir o progresso, a longo prazo, em três dimensões do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Já em relação ao grau de concentração de renda em um determinado grupo e a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos, mensurados pelo Coeficiente de Gini (2010-2017), o Brasil possui o 9º pior valor do mundo (PNUD, 2018).

2.2.2 Contexto da saúde

A saúde é um dos direitos sociais assegurado pela Constituição Federal, sendo competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios cuidar da saúde e da assistência pública. Com o objetivo de garantir esse direito, a lei suprema do país criou o Sistema Único de Saúde (SUS), constituído por ações e serviços públicos de saúde que integram uma rede regionalizada e hierarquizada (BRASIL, 1988). O SUS proporciona um acesso integral, universal e gratuito aos serviços de saúde para toda população do país e é um dos maiores e mais complexos sistemas de saúde pública do mundo (BRASIL, 2020d).

Apesar de sua extrema importância, o SUS enfrenta desafios que colocam em risco a sua viabilidade e impedem a garantia universal de saúde pública de qualidade a toda população brasileira (CONASS, 2015). Em pesquisa desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011) para conhecer as percepções das famílias brasileiras sobre os serviços públicos de saúde, os principais problemas indicados pelos participantes foram a falta de médicos, a demora para atendimento nos postos/centros de saúde ou nos hospitais e a demora para conseguir uma consulta com especialistas. Esses e outros problemas fazem com que 24,1% da população também tenha cobertura por plano privado de saúde (BRASIL, 2020b).

Quanto aos problemas de saúde pública definidos pelo próprio MS como prioritários para o SUS, em 2019, destacam-se: (i) as arboviroses, doenças causadas por vírus transmitidos por artrópodes, incluindo dengue, Zika vírus, febre chikungunya e febre amarela; (ii) o aumento no número de casos de malária; (iii) o

aumento de novos casos de hanseníase; (iv) a reintrodução da circulação do vírus do sarampo, após a recente certificação da eliminação recebida pelo país; (v) o aumento dos casos de sífilis; (vi) o controle das zoonoses, com destaque para as leishmanioses e a influenza; (vii) o declínio das coberturas vacinais; e (viii) a mortalidade materna (BRASIL, 2019c).

A expectativa de vida dos brasileiros alcançou, em 2018, 76,3 anos. Desde 1940, já são 30,8 anos a mais que se espera que a população viva (IBGE, 2019). As principais causas de internações no país, entre 2013 e 2017, segundo a Classificação Internacional de Doenças foram gravidez, parto/puerpério; doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório (DIAS et al, 2017). Já as principais causas de mortalidade em 2018 foram doenças do aparelho circulatório, neoplasias e doenças do aparelho respiratório (BRASIL, 2018b).

Um desafio de saúde pública que está sendo enfrentado mundialmente, inclusive pelo Brasil, a COVID-19 é uma doença que apresenta um quadro clínico que varia de infecções assintomáticas a quadros respiratórios graves. O primeiro caso de COVID-19 no país foi confirmado no dia 26 de fevereiro de 2020 e o primeiro óbito decorrente da doença foi notificado no dia 17 de março do mesmo ano. Até o final de julho de 2020, acumularam-se, por data de notificação, 2.662.485 casos e 92.475 óbitos (BRASIL, 2020c).

2.2.3 Situação ambiental

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo, abrigando mais de 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais conhecidas (20% do total de espécies do planeta). Muitas dessas espécies são endêmicas, ou seja, são encontradas em regiões geográficas restritas. Além disso, são originárias do Brasil diversas espécies de plantas de importância econômica mundial, como o abacaxi, o amendoim, a castanha do Pará, a mandioca, o caju e a carnaúba (BRASIL, 2020e).

A fauna e a flora estão presentes em seis biomas com características distintas e na costa marinha de 3,5 milhões km². No maior bioma do Brasil, a Amazônia, está localizada parte da Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo (BRASIL, 2020e). A riqueza natural do país, porém, não está limitada a elevada biodiversidade.

Aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta concentra-se no Brasil. Ao todo, o país possui 200 mil microbacias distribuídas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no Brasil). As águas superficiais e subterrâneas disponíveis são utilizadas para irrigação de lavouras, abastecimento humano e animal, processos industriais, geração de energia elétrica, navegação, entre outros usos (ANA, 2020).

Como forma de assegurar um direito e definir a relação dos brasileiros com o meio ambiente, a lei suprema do país (BRASIL, 1988) estabelece que,

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Com o crescimento populacional e econômico e o respaldo constitucional, o governo brasileiro tem estabelecido instrumentos legais (BRASIL, 2020f) e desenvolvido programas, projetos e outras iniciativas (BRASIL, 2020h) com o objetivo de minimizar os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas e preservar a biodiversidade e os recursos ambientais. Entre as 109 leis ambientais vigentes atualmente (BRASIL, 2020f), destacam-se:

- Lei 6.938/1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- Lei 7.802/1989 - Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- Lei 8.723/1993 - Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.
- Lei 9.433/1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- Lei 9.605/1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Lei 9.795/1999 - Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

- Lei 9.985/2000 - Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Lei 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Lei 12.651/2012 - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
- Lei 14.026/2020 - Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências.

Apesar de esforços do Poder Público e da coletividade, o país ainda enfrenta diversos problemas ambientais. Exemplos disso são os desastres ambientais ocorridos nos últimos anos. Somente em 2019, houve rompimento de barragem de minérios em Brumadinho, Minas Gerais (BRASIL, 2019i), contaminação de áreas do litoral da região Nordeste com petróleo cru (BRASIL, 2019h) e incêndios florestais em várias regiões do no período de seca, inclusive na região amazônica (BRASIL, 2019g). Além dos desastres, também são questões relevantes a poluição das águas, a poluição do ar e a contaminação dos solos.

No Brasil, pode-se considerar como saneamento básico o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, 2007). Diversos problemas ambientais do país estão associados à falta ou à precariedade do saneamento, tais como: poluição hídrica, erosão acelerada, assoreamento e inundações frequentes (IBGE, 2011). Em 2018, na média do país, o índice de atendimento total com rede de abastecimento de água foi de 83,6% e 46,3% do total de esgotos gerados foram submetidos a tratamento (BRASIL, 2019f). No mesmo ano, a taxa total de cobertura de coleta de resíduos sólidos domiciliares em relação à população urbana foi de 98,8% (BRASIL, 2019e) e a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana foi de 18,0% (BRASIL, 2019d).

Na análise da conjuntura por macrorregião ou por município, observa-se uma significativa discrepância. Por exemplo, as regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentam os maiores índices de atendimento com rede de abastecimento de água (91,0%) e de tratamento dos esgotos gerados (53,9%), respectivamente. Já a região Norte apresenta os menores índices nesses aspectos, sendo 57,1% o de atendimento com rede de abastecimento de água e 21,7% o de tratamento dos

esgotos gerados (BRASIL, 2019f). Quanto à taxa de cobertura de coleta de resíduos sólidos domiciliares em relação à população urbana, apesar do alto resultado nacional, alguns municípios ainda possuem valores muito reduzidos deste indicador, sendo o menor valor registrado 18,7%, observado no município de Ibimirim/PE (BRASIL, 2019e). Diante desse contexto, 4,5% da extensão dos rios brasileiros são classificados como altamente poluídos (ANA, 2019).

No Brasil, a qualidade do ar pode ser afetada pela indústria de cimento, mineração, indústria petroquímica, indústria siderúrgica, queima florestal e agrícola e emissão veicular (IAMAT, 2020). Os dados mais recentes indicam que a concentração média anual de $MP_{2,5}$ no país é de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2016). Tal concentração excede o máximo recomendado pelas diretrizes de qualidade do ar da OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2006).

Em relação à contaminação dos solos, a disposição inadequada de resíduos domiciliares, industriais e da mineração são causas desse tipo de impacto ambiental e existem grandes gargalos de pesquisa nesse setor (USP, 2016). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelece que os rejeitos devem ser encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada, ou seja, devem ser distribuídos de forma ordenada em aterros observando normas operacionais específicas. Entretanto o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018-2019 desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019) revela que, em 2018, foram geradas, no Brasil, 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e 72,7 milhões de toneladas foram coletadas. Do total coletado, 40,5% foi despejado em lixões ou aterros controlados por 3.001 municípios. Dessa forma, 29,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram dispostos em locais que não possuem características e estrutura necessárias para evitar riscos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais adversos.

2.3 REVISÕES DE LITERATURA

A revisão de literatura discute informações publicadas sobre determinada questão específica sendo, às vezes, consideradas apenas as publicações realizadas em determinado período de tempo. Uma revisão de literatura pode fornecer apenas um resumo das fontes, mas geralmente, também é feita uma síntese, ou seja, uma

reorganização das principais informações sobre o assunto (UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA, 2020).

Lingard (2005) compara a revisão bibliográfica com o processo de escuta para entender o que está sendo dito dentro de uma conversa em um evento social. Além de proporcionar uma contextualização acerca de um tópico particular, esse procedimento permite, entre outras coisas, identificar: estudos já desenvolvidos, evitando duplicidades; lacunas e questões em aberto existentes na área de pesquisa e a necessidade de pesquisas adicionais (UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA, 2020). Mais recentemente, as funções apresentadas das revisões foram complementadas por sua utilização nas mudanças das práticas profissionais e organizacionais, promovendo tomadas de decisões baseadas em evidências (SUTTON et al., 2019).

O leque de abordagens metodológicas existentes gerou diversas classificações das revisões (GRIFFITH UNIVERSITY, 2020; UNESP, 2015; SUTTON et al., 2019; GRANT E BOOTH, 2009). Sutton et al. (2019) identificaram 48 tipos de revisões relacionadas à saúde. Esses tipos foram categorizados em sete famílias com base em seus recursos comuns: revisões tradicionais, revisões sistemáticas, revisões de revisões, análises rápidas, revisões qualitativas, revisões de métodos mistos e revisões específicas de finalidade. Cada tipo de revisão atende determinados objetivos e públicos-alvo, como profissionais, formuladores de políticas, pesquisadores e pacientes (DIJKERS, 2009).

De forma mais ampla, os artigos de revisão podem ser classificados em sistemáticos ou narrativos (DIJKERS, 2009). As revisões narrativas fornecem ao leitor e ao autor uma visão abrangente do assunto de interesse, podendo contribuir para a identificação de lacunas na área (GRIFFITH UNIVERSITY, 2020). Por não utilizar critérios explícitos e sistemáticos para a busca e seleção dos estudos, bem como para a análise das informações encontradas, esse tipo de revisão está sujeita à subjetividade dos autores. A fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de cursos pode ser elaborada por meio desse recurso (UNESP, 2015).

Na condução de uma revisão sistemática, por sua vez, é utilizado um processo imparcial e reprodutível para encontrar e analisar o conteúdo disponível na literatura sobre o tema de interesse (BRASIL, 2014). As revisões sistemáticas se diferenciam das narrativas em vários aspectos, pois, entre outras características,

possuem tópicos de pesquisa bem definidos, protocolos pré-estabelecidos de busca por potenciais estudos elegíveis e critérios pré-estipulados de inclusão de estudos (PAE, 2015).

De acordo com Clarke e Chalmers (2018), há registro de publicação de uma revisão sistemática em 1753, quando James Lind escreveu um trabalho compreendendo uma visão completa e imparcial do que até então havia sido publicado sobre o escorbuto. Atualmente, as revisões sistemáticas são amplamente utilizadas, especialmente na área da saúde, devido ao seu rigor metodológico (FUCHS; PAIM, 2010).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada foi uma adaptação das Diretrizes Metodológicas para a elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico (BRASIL, 2014).

3.1 PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Para o planejamento da revisão sistemática, primeiramente, a questão de pesquisa a ser explorada foi formulada a partir da definição da população de interesse, da exposição a ser considerada e do desfecho de interesse. A formulação da questão de pesquisa é elucidada na Tabela 1.

Tabela 1 - Formulação da questão de pesquisa selecionada

População de interesse	Brasileiros ou parte deles
Exposição	Exposição à poluição ambiental
Desfecho	Impacto na saúde

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Em seguida, foram definidos os critérios de elegibilidade para a seleção dos estudos primários. O primeiro deles foi que os estudos deveriam abordar a questão de pesquisa selecionada, ou seja, deveriam relacionar a exposição à poluição ambiental com a saúde dos brasileiros ou de uma parcela deles, exclusivamente. Além disso, foram adotados como critérios de elegibilidade: publicação em revista científica em formato de artigo; publicação em inglês, português ou espanhol; publicação feita entre 01/01/2015 e 31/12/2019 e disponibilização em acesso aberto. Os artigos de revisão foram excluídos.

3.2 CONDUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A busca por potenciais estudos elegíveis foi feita nas seguintes bases de dados bibliográficas eletrônicas: Web of Science, Scopus, LILACS e Medline/Pubmed. Todas essas bases de dados estão entre as principais em ciências da saúde (UFSC, 2020). Para a elaboração da estratégia de busca, foram definidos termos de busca para cada domínio relevante da questão de pesquisa (população,

exposição e desfecho). Os termos referentes a um mesmo domínio foram somados por meio do operador booleano “OR” (Tabela 2). Os domínios, por sua vez, foram associados entre eles utilizando-se o operador booleano “AND”.

Tabela 2 - Termos de busca utilizados para cada domínio da questão de pesquisa

População de interesse	Brazil
Exposição	pollution OR “environmental exposure” OR “environmental contamination” OR pesticide OR sanitation OR metal
Desfecho	“health status” OR “health outcome” OR disease OR morbidity OR death OR mortality

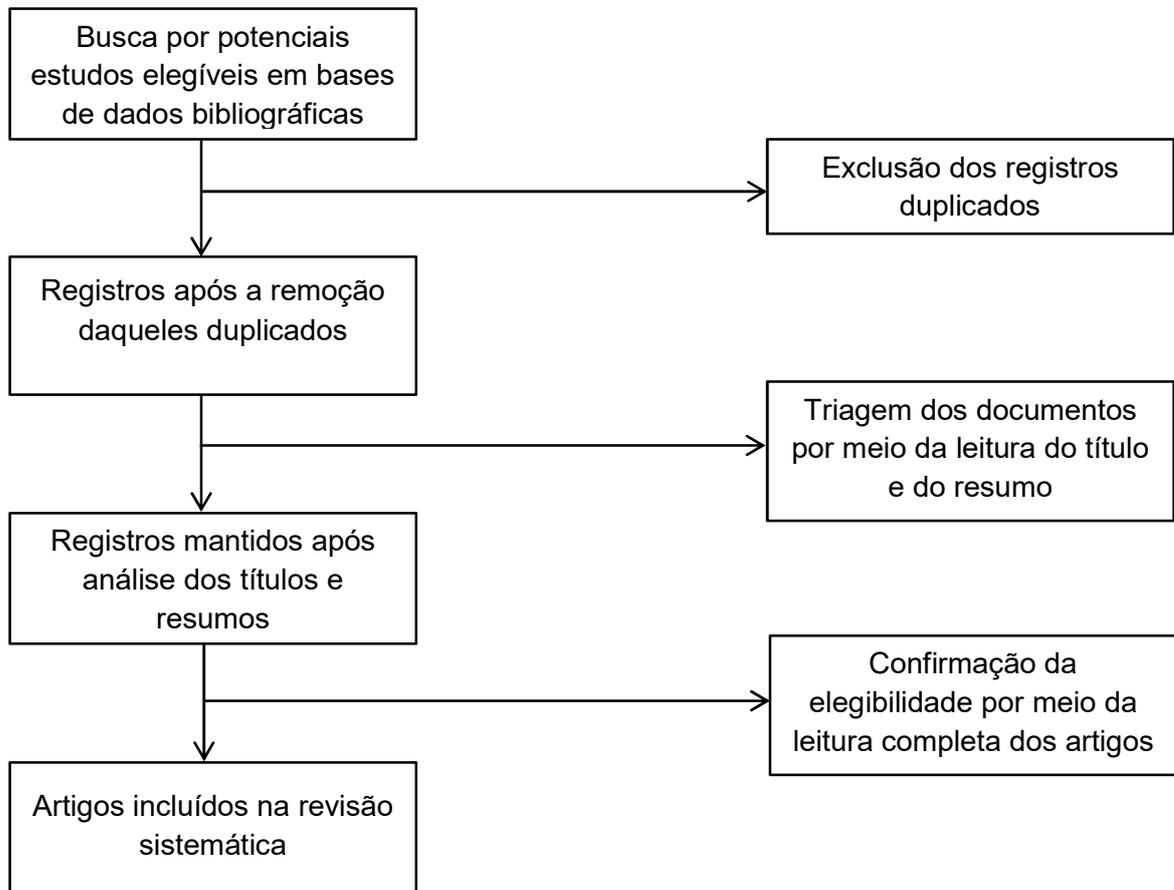
Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Depois da pesquisa nas bases de dados, foram utilizados os filtros de busca para selecionar o período de abrangência e os idiomas desejados, bem como o tipo de acesso. Os títulos dos documentos encontrados em cada uma das bases, seus respectivos anos de publicação e o nome da base foram dispostos em uma planilha eletrônica do Excel®. Após a classificação dos mesmos em ordem alfabética, foram excluídos aqueles detectados em mais de uma base, sendo mantido apenas um registro.

O processo de avaliação da elegibilidade consistiu em duas etapas: uma triagem dos documentos, com leitura do título e resumo, e uma etapa de confirmação, na qual foi realizada a leitura completa do artigo.

A triagem pela leitura do título e do resumo foi realizada pela autora com o auxílio de uma discente da graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, de modo independente, e serviu para excluir os documentos que claramente não atendiam aos critérios de elegibilidade e manter apenas os possivelmente elegíveis. Outra planilha eletrônica do Excel® foi elaborada com as informações dos registros possivelmente elegíveis (título e ano de publicação). Posteriormente, foi realizada a leitura completa dos artigos para confirmar a sua elegibilidade. O processo utilizado para a seleção dos artigos incluídos nessa revisão sistemática é descrito na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo utilizado para a seleção dos artigos

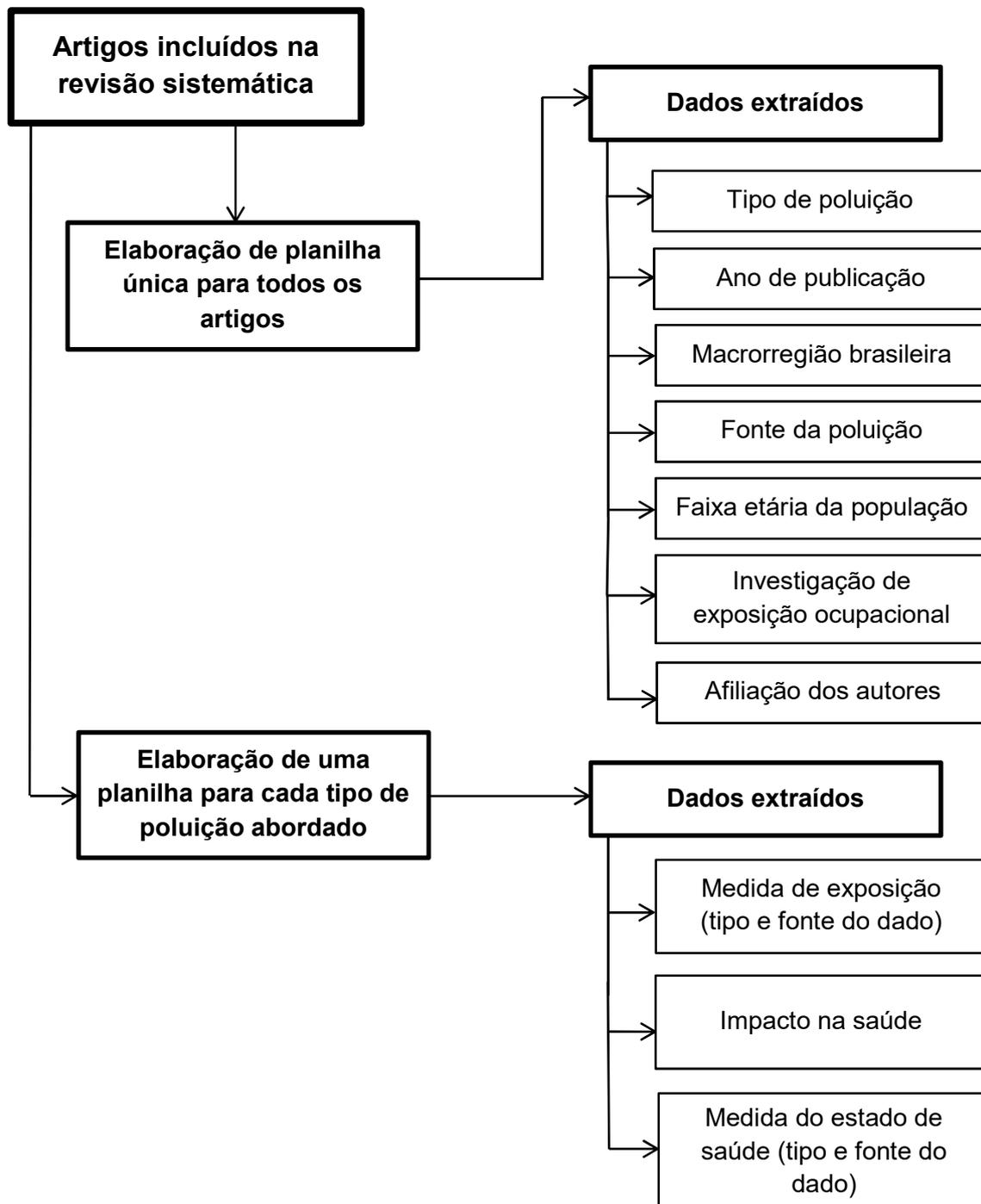


Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

O processo de extração dos dados (Figura 2) foi guiado por fichas padronizadas, contendo informações de interesse, construídas em planilhas eletrônicas do Excel®. Essas fichas permitiram a quantificação dos artigos de acordo com os dados extraídos.

Na primeira delas (Figura 2), foram dispostos os seguintes dados dos artigos incluídos, separados em colunas: título, tipo de poluição abordada, ano de publicação, a macrorregião brasileira na qual foi desenvolvido o estudo, a fonte da poluição, a faixa etária da população estudada e se foi analisada exposição ocupacional. Também foi analisada a afiliação dos autores, ou seja, se algum deles era vinculado à: instituição pública de ensino superior; instituição particular de ensino superior; instituições de países estrangeiros ou outros tipos de organizações do governo (federal, estadual ou municipal).

Figura 2 – Processo de extração das informações de interesse dos artigos incluídos



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Em seguida, foi criada uma planilha eletrônica para cada tipo de poluição investigada (Figura 2). Nelas, foram inseridas informações referentes aos artigos: título; medida de exposição utilizada, tipo do dado (primário ou secundário) e fonte do dado; impacto na saúde observado; medida de estado de saúde utilizada, tipo do

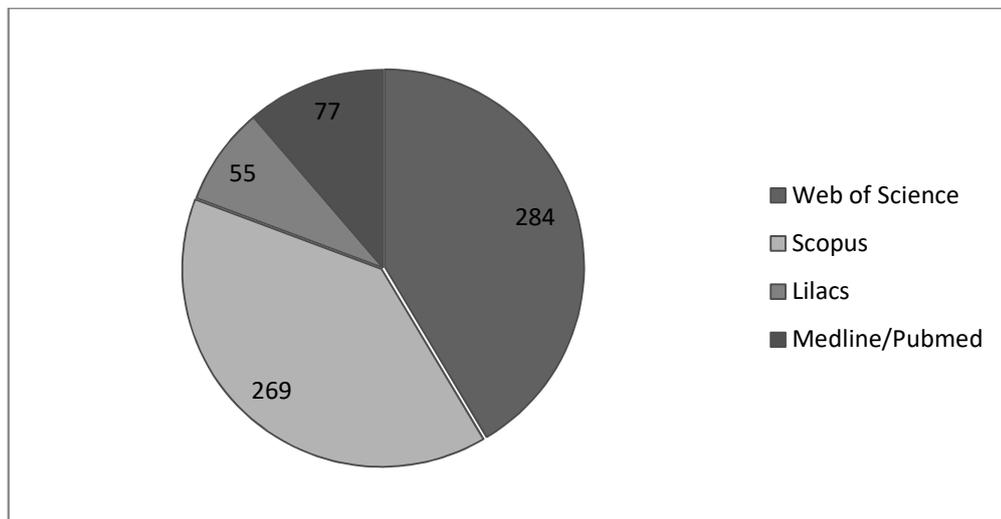
dado (primário ou secundário) e fonte do dado. Além dos impactos na saúde pesquisados, essa planilha permitiu identificar como os autores mediram ou identificaram a exposição ambiental à qual a população estudada estava suscetível (medidas de exposição) e como eles mediram ou determinaram o estado de saúde da população investigada (medidas de estado de saúde). Também possibilitou classificar essas informações e quantificá-las. Assim, a elaboração de fichas padronizadas auxiliou na análise de características relevantes dos artigos incluídos nessa revisão sistemática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, são apresentados os resultados do processo de busca de artigos nas quatro bases de dados utilizadas, seguida por uma análise geral dos artigos selecionados quanto ao tipo de poluição abordada, ano de publicação, macrorregião brasileira na qual foi desenvolvido o estudo, fonte da poluição, faixa etária da população estudada, existência de exposição ocupacional e fonte dos dados (primários ou secundários). Já nos subitens seguintes são apresentados e discutidos os resultados obtidos por meio da investigação dos artigos separados por tipo de poluição ambiental abordada, a saber: do ar, da água, por agrotóxico, por metal tóxico e sonora.

A busca nas bases de dados bibliográficas eletrônicas, conforme a metodologia descrita, retornou 685 registros em inglês, português ou espanhol, publicados no período de 2015 a 2019. Tais trabalhos científicos foram encontrados, principalmente, nas bases Web of Science e Scopus conforme apresentado na Figura 3.

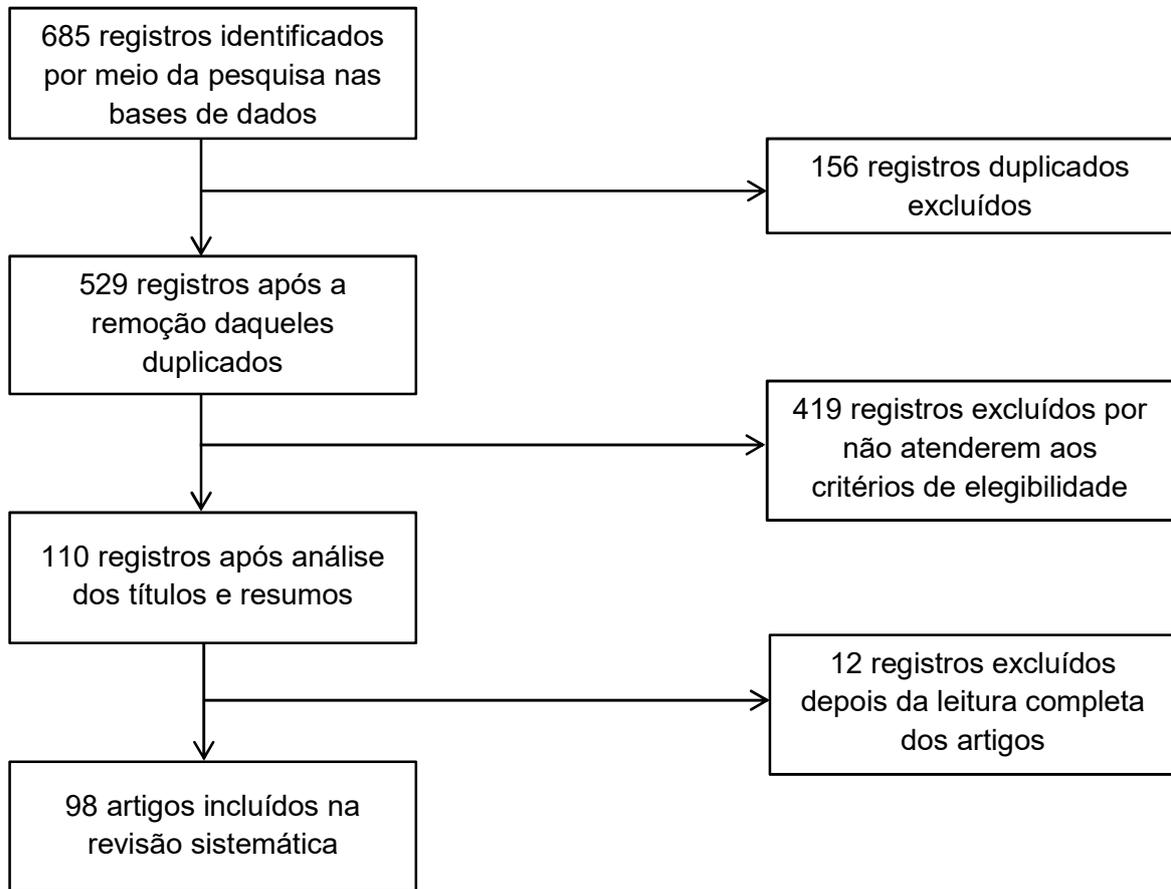
Figura 3 - Quantidade de registros em cada uma das bases de dados utilizadas



Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Após a exclusão dos artigos duplicados, a triagem dos documentos pelo título e resumo e a confirmação da elegibilidade por meio da leitura do artigo completo, 98 artigos foram abrangidos nesse estudo (Apêndice A). O processo de seleção dos artigos para a inclusão nessa revisão sistemática é detalhado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma do processo de seleção de artigos



Fonte: Elaborado pela autora, 2020

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ARTIGOS INCLUÍDOS

Dos 98 artigos, 57,14% tratavam sobre poluição do ar, 21,43% sobre poluição da água, 14,29% sobre poluição por agrotóxico, 6,12% sobre poluição por metal tóxico e 2,04% sobre poluição sonora. É importante destacar que um dos artigos analisou o impacto na saúde causado tanto pela exposição à poluição da água quanto à poluição do ar. A análise das pesquisas sobre poluição por agrotóxicos e por metal tóxico foi realizada separadamente por se tratarem de tipos peculiares de poluição já que apresentam diferentes rotas de exposição e por, nem sempre, os autores discriminarem o recurso ambiental afetado.

A Tabela 3 apresenta as quantidades totais de artigos e por tipo de poluição publicados no período de 2015 a 2019.

Tabela 3 - Distribuição dos artigos ao longo dos anos selecionados

Poluição	2015	2016	2017	2018	2019
Ar	9	14	14	9	10
Água	6	3	4	6	2
Agrotóxico	0	2	4	1	7
Metal tóxico	1	0	2	3	0
Sonora	0	1	0	1	0
Total	16	20	24	20	19

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Dentre os artigos selecionados, a quantidade de publicação por ano variou entre 16 e 24, sendo menor em 2015 e maior em 2017. O impacto da poluição do ar sobre a saúde dos brasileiros foi o tipo mais estudado nos últimos cinco anos. Os artigos desta temática serão analisados e discutidos mais profundamente no item 3.1.

Em estudo desenvolvido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2020), tendo como período de referência janeiro a março de 2020, verificou-se que o Brasil poderia ter 13.712 leitos disponíveis por mês durante a pandemia de COVID-19, se não houvesse internações por doenças causadas pela falta de saneamento. Assim, como a poluição dos recursos hídricos devido à falta de saneamento adequado pode impactar significativamente a saúde pública, considerou-se baixa a quantidade de estudos sobre o assunto incluídos nessa revisão.

Destacou-se também o número de publicações que relacionaram a poluição ambiental por agrotóxico com efeitos na saúde dos brasileiros em 2019, igual à soma das quantidades de artigos sobre esse assunto publicados nos quatro anos anteriores. O uso de agrotóxicos é um aspecto muito importante no modelo de desenvolvimento da agricultura no Brasil (BRASIL, 2020g). De acordo com o Decreto 4074/2002 (BRASIL, 2002), a produção, manipulação, importação, exportação, comercialização e utilização desses produtos no território nacional estão condicionadas ao prévio registro no órgão federal competente. Para isso, devem ser atendidas as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores de agricultura, saúde e meio ambiente. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019a), este órgão aprovou o registro de 474

agrotóxicos em 2019. Esse número elevado gerou grande repercussão na imprensa nacional e internacional e pode ter contribuído para o aumento de pesquisas sobre o tema no país.

Em relação ao local de desenvolvimento do estudo, a Tabela 4 mostra a distribuição nas cinco macrorregiões brasileiras, bem como a quantidade de pesquisas que consideraram todo o território brasileiro como unidade de observação, de acordo com o tipo de poluição abordado.

Tabela 4 - Distribuição dos estudos segundo o local de desenvolvimento

Poluição	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Ar	2	4	7	40	3	0
Água	6	4	0	6	2	3
Agrotóxico	0	2	2	4	5	1
Metal tóxico	2	1	0	2	1	0
Sonora	0	0	0	2	0	0
Total	10	11	9	54	11	4

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Os artigos selecionados foram realizados em sua maioria na região Sudeste (54,55%), principalmente aqueles que abordaram os efeitos na saúde associados à poluição do ar (71,43%). Gouveia et al. (2017), por exemplo, avaliaram o impacto da poluição do ar sobre internações por doenças respiratórias e por doenças cardiovasculares na Região Metropolitana de São Paulo. Nesse estudo, os autores verificaram associações positivas e estatisticamente significantes entre exposição ao material particulado com diâmetro menor que dez micrômetros (MP₁₀) e as internações por doenças respiratórias totais e em crianças menores de cinco anos, quando analisadas separadamente, em quase todos os nove municípios que contam com rede de monitoramento da qualidade do ar nessa região. Os resultados obtidos por Moraes et al. (2019), em pesquisa realizada no mesmo local, corroboraram os achados de Gouveia et al. (2017).

Embora seja a segunda menor macrorregião do país, a região Sudeste é a mais populosa, possuindo uma população estimada de, aproximadamente, 88.760.000 habitantes, o que corresponde a cerca de 42% da população brasileira

(IBGE, 2020d). Além disso, é a região mais desenvolvida do país, responsável por 52,87% do Produto Interno Bruto (IBGE, 2017b).

A grande quantidade de estudos desenvolvidos nessa região relacionados aos efeitos da poluição na saúde se justifica, entre outros fatores, por apresentar a maior densidade populacional (IBGE, 2010), a maior frota de veículos do país (BRASIL, 2020a) e a maior quantidade de aglomerações industriais relevantes (SOBRINHO E AZZONI, 2014), em comparação com as demais regiões. Além disso, o Sudeste abriga as três concentrações urbanas mais populosas do Brasil, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte (IBGE, 2016).

Outro aspecto que pode ter contribuído para a quantidade elevada de estudos realizados na região Sudeste é a distribuição de Instituições de Ensino Superior (IES) no território brasileiro. Das 2537 IES existentes no país, 44,38% estão localizadas na região Sudeste (BRASIL, 2018a) e 94% dos artigos incluídos nessa revisão possuem pelo menos um autor vinculado a uma IES.

Dos 98 estudos, 86,7% foram desenvolvidos e publicados por pelo menos um autor vinculado a uma IES pública no Brasil e 17,3% foram realizados com a colaboração de pesquisadores afiliados a organizações internacionais. Esses resultados reforçam o apresentado no relatório *Research in Brazil: Funding Excellence* (CLARIVATE ANALYTICS, 2019), que fornece uma visão geral do nível de desempenho da pesquisa brasileira e descreve suas tendências recentes. De acordo com o documento supracitado, as universidades públicas são as principais responsáveis pela produção de pesquisas no país e, aproximadamente, um terço da produção científica é desenvolvido em parceria com pesquisadores de outros países.

Também observou-se que 26,5% das publicações possuíam, entre os seus autores, representantes de outras instituições públicas, como: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Instituto Nacional do Câncer (INCA), Instituto Evandro Chagas (IEC), secretarias municipais e estaduais de saúde e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Dessa forma, não somente as instituições de ensino superior, mas também os institutos de pesquisa e outros órgãos públicos contribuem significativamente para a produção de conhecimento na área.

Em 93 trabalhos, os autores especificaram a fonte da poluição investigada (Tabela 5). Foram observadas 12 fontes de poluição, sendo as quatro mais citadas:

emissão veicular, emissão industrial, falta de saneamento adequado e queima de biomassa. Os autores dos outros cinco trabalhos restantes não mencionaram a fonte da poluição.

Tabela 5 - Número de estudos por fonte de poluição e porcentagem em relação ao total de trabalhos

Poluição	Fonte	Nº de estudos	Porcentagem (n = 93)
Ar	Emissão veicular	37	39,78%
	Emissão industrial	23	24,73%
	Emissão vulcânica	1	0,01%
	Queima de biomassa	16	17,20%
	Torrefação de castanha	1	0,01%
Água	Falta de saneamento adequado	21	22,58%
Agrotóxico	Atividades agrícolas	12	12,24%
	Controle de endemias	2	0,02%
Metal tóxico	Mineração	3	0,03%
	Processos industriais	2	0,02%
Sonora	Veículos e atividades que emitem ruídos	1	0,01%
	Atividades escolares	1	0,01%

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Quanto à população estudada, em grande parte dos 98 artigos foram analisados residentes do local de estudo, independentemente da idade (35,71%). Destaca-se ainda que 28,57% examinaram o impacto da poluição ambiental somente na saúde de crianças e/ou recém-nascidos, 7,14%, na de idosos e 28,57% na de indivíduos de outras faixas etárias específicas.

Todos os dias, aproximadamente 1,8 bilhões de crianças (93% das crianças do mundo) com menos de 15 anos são expostas a perigosos níveis de poluição do ar. Muitas dessas crianças acabam vindo a óbito. A OMS estima que em 2016, 600.000 crianças morreram de infecções respiratórias agudas causadas por ar poluído. As crianças são mais vulneráveis aos efeitos da poluição do ar porque ainda estão em desenvolvimento e absorvem mais poluentes que os adultos, por

respirarem mais rapidamente e viverem mais perto do solo, onde alguns poluentes atingem concentrações máximas (WHO, 2018).

No mundo, as crianças estão expostas não apenas à poluição do ar, mas a uma série de perigos ambientais nos locais onde vivem, trabalham, aprendem e brincam. Em 2015, 5,9 milhões de crianças faleceram antes de completar cinco anos de idade. Deste total de mortes, 26% poderiam ter sido evitadas a partir de intervenções para diminuir esses perigos (WHO, 2017). Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2019), ao simularem o acesso universal ao saneamento básico em Alagoas, estado com IDH mais baixo do país, observaram que somente a implementação dessa política pública seria capaz de reduzir a mortalidade de crianças com menos de cinco anos em mais de 94%.

Além das crianças, os idosos também são mais susceptíveis aos impactos na saúde decorrentes da exposição à poluição ambiental. O envelhecimento é um processo contínuo de desgaste das funções corporais e, com o aumento da idade, o sistema imunológico sofre alterações que acarretam em uma diminuição progressiva da capacidade de responder às infecções (POLAND et al., 2014). Além disso, idosos, frequentemente, possuem doenças crônicas, e há evidências de que condições pulmonares, cardíacas ou circulatórias crônicas podem piorar após a exposição a poluentes ambientais (BATESON; SCHWARTZ, 2004. GOLDBERG et al., 2013).

Machin et al. (2019) verificaram que, em 2012, um acréscimo de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nas concentrações de $\text{MP}_{2,5}$ em Cuiabá aumentou em 31,8% o risco de hospitalização de idosos devido a doenças respiratórias. No ano de estudo, a poluição do ar contribuiu para um aumento de 188 no número total de hospitalizações decorrentes das causas investigadas, o que representou uma despesa de mais de R\$ 350.000 para o sistema público de saúde.

Apesar de crianças e idosos serem os grupos mais vulneráveis, observou-se que a escolha da faixa etária da população estudada muitas vezes estava vinculada ao objetivo do estudo. Lopes et al. (2017) examinaram a associação de níveis de chumbo no sangue com Hipertensão Arterial Sistêmica em indivíduos com 40 anos, pois possuem maior risco para doenças cardiovasculares do que pessoas mais jovens. Os indivíduos dessa faixa etária, provavelmente, também foram mais expostos ao chumbo até 1985, quando ocorreu a retirada do tetraetilchumbo na

gasolina automotiva no Brasil (PAOLIELLO; DE CAPITANI, 2005 apud LOPES et al., 2017).

Dos 98 artigos selecionados, 14 (14,29%) analisaram exclusivamente indivíduos submetidos à exposição ocupacional a agentes ambientais, entre eles: trabalhadores rurais, guardas de endemias, trabalhadores em túnel com tráfego intenso, trabalhadores ao ar livre (controladores de tráfego, taxistas e funcionários de parques), soldadores e funcionários de escolas.

Em um estudo observacional realizado com pessoas que trabalhavam ao ar livre em São Paulo, Santos et al. (2016) observaram que a exposição à poluição do ar causada pelo tráfego de veículos pode gerar um comprometimento significativo da função pulmonar. Corcino et al. (2019), por sua vez, ao analisarem o impacto do uso de agrotóxicos na saúde de trabalhadores rurais, constataram que mais de 9% dos participantes relataram casos de intoxicação. Também perceberam que, apesar de estarem cientes de que o uso de agrotóxicos nas lavouras os expõe a situações de risco, essa informação não era suficiente para alterar a conduta dos trabalhadores quanto ao uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) durante o exercício laboral.

4.2 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR COM A SAÚDE

Como citado anteriormente, a porcentagem de artigos que investigaram o impacto da poluição do ar na saúde dos brasileiros foi a maior quando comparada aos outros tipos de poluição. As análises nesse tópico referem-se, exclusivamente, aos 56 estudos sobre esse tipo de poluição. Neles, foram encontradas as seguintes medidas de exposição ambiental: concentração de poluentes atmosféricos (83,92%), identificação da exposição à poluição (0,89%), biomonitoramento vegetal e humano (0,56%), informações relativas ao tráfego de veículos (0,35%) e à ocorrência de queimadas na região estudada (0,35%). Valenti et al. (2016) são exemplos de autores que utilizaram a identificação da exposição à poluição como medida de exposição, pelo fato de realizarem o estudo dentro da zona de influência de uma indústria siderúrgica.

A determinação da concentração de poluentes atmosféricos pode ser feita no ambiente ou mediante monitoramento pessoal. A diferença entre os dois tipos é que, quando feita no ambiente, as informações coletadas são referentes à concentração

de poluente no ambiente e não permitem definir a exposição real dos indivíduos estudados. Já o monitoramento pessoal, geralmente usado em locais de trabalho, não possui essa inexatidão (EPA, 2020a).

Em alguns estudos selecionados, como os desenvolvidos por César e Nascimento (2018), Cesar, Carvalho Jr. e Nascimento (2015) e Nascimento et al. (2016), foi presumido que a concentração de poluentes atmosféricos no local ou em regiões do local estudado era homogênea e, conseqüentemente, que toda ou parte da população era exposta da mesma forma, sem avaliar as exposições individuais. Essa limitação não foi encontrada na pesquisa conduzida por Santos et al. (2016), que utilizou monitores pessoais para avaliar a exposição de controladores de tráfego, taxistas e funcionários de parques ao $MP_{2,5}$ proveniente de emissões veiculares.

Quanto à medida de exposição ambiental por meio da concentração de poluentes atmosféricos no ambiente, observou-se o uso da concentração de compostos orgânicos voláteis (COV), dióxido de nitrogênio (NO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), partículas totais em suspensão (PTS) e $MP_{2,5}$, MP_{10} e material particulado com diâmetro entre 2,5 e 10 micrômetros ($MP_{2,5-10}$).

Os biomonitoramentos, por sua vez, foram realizados com cascas de árvores e com amostras de urina humana. A quantidade de oligoelementos na casca de árvores é considerada um indicativo de poluição no ar. Ferreira et al. (2017) e Saldiva et al. (2018) utilizaram espectroscopia de fluorescência de raios-X para determinar esse indicativo em estudos nas cidades de São Mateus do Sul (PR) e São Paulo (SP), respectivamente. Entre os oligoelementos quantificados encontraram-se o alumínio, bário, cálcio, cloro, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês, sódio, fósforo, enxofre, estrôncio, silício e zinco.

Galvão et al. (2017) utilizaram os níveis de 1-hidroxipireno (1-OHP) na urina como biomarcador de exposição a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP). Os autores identificaram níveis mais elevados de 1-OHP na urina de trabalhadores na torra de castanha de caju do que nas amostras do grupo controle. O pireno, um HAP liberado na torra de castanha de caju, é metabolizado pelo CYP1A1 em 1-hidroxipireno (1-OHP), que é excretado na urina. A quantificação de 1-OHP na urina fornece uma avaliação mais precisa da exposição total a HAP do que os níveis de

HAP no ar, pois, abrange outras rotas de exposição, como a oral e a dérmica (JONGENELEN, 2001).

As informações relativas ao tráfego de veículos examinadas no local de estudo foram a malha viária (RODRIGUES et al, 2017), o volume e a intensidade do tráfego (RIBEIRO et al, 2019) e as relacionadas às queimadas foram média de focos por município por dia, total de focos por dia para o estado (SALICIO et al., 2016), somatória do total mensal de focos, percentual de queima de cana por município e área de cana colhida com queima (PARAISO; GOUVEIA, 2015).

Os dados adotados como medidas de exposição ambiental foram classificados em primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 6).

Tabela 6 - Número de estudos por medida de exposição e origem dos dados

Medida de exposição ambiental	Dados primários	Dados secundários
Concentração de poluentes	22	26
Exposição à poluição	5	0
Biomonitoramento	3	0
Informações sobre tráfego de veículos	0	2
Informações sobre queimadas	0	2

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Dados primários e dados secundários apresentaram a mesma frequência para medida da exposição ambiental nos estudos de impacto da poluição do ar na saúde. As fontes dos dados primários foram condução de entrevistas, grupos focais e oficina, aplicação de questionários, análises de materiais biológicos, amostragens de poluentes atmosféricos, estimativa de concentrações de poluentes por meio de modelos matemáticos.

O modelo matemático mais utilizado foi o CCATT-BRAMS (Coupled Chemistry Aerosol-Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System). O CCATT-BRAMS é desenvolvido pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE, ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Esse modelo online de transporte químico foi projetado para estudos locais e regionais de uma área limitada da atmosfera, sendo adequado tanto para fins operacionais quanto para a pesquisa (LONGO et al., 2013).

Mantovani et al. (2016), Ribeiro et al. (2019) e Menezes, Pavanitto e Nascimento (2019) reconheceram o uso da modelagem matemática como uma limitação de suas pesquisas pelo fato de fornecerem estimativas das concentrações de poluentes e existir a possibilidade de erros nas mesmas. Apesar disso, Machin et al. (2019) ressalta a importância do uso da modelagem matemática, em específico do modelo CCATT-BRAMS, que permitiu a coleta de dados de concentração de poluentes em uma região sem estação de monitoramento da qualidade do ar.

Em relação aos dados secundários, a maior parte (83,33%) foi obtida em estações de monitoramento da qualidade do ar de agências/órgãos ambientais dos Estados como, por exemplo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Também se encontrou dados provenientes do INPE (10,00%), de prefeitura municipal (3,33%) e da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (Secretaria Municipal de Mobilidade e Transporte) (3,33%).

O monitoramento da qualidade do ar é importante para: avaliação da extensão da poluição; fornecimento de dados de poluição do ar ao público em tempo real; avaliação da implementação de metas, padrões de qualidade e estratégias de controle de emissões; provimento de dados para a construção de modelos de qualidade do ar; e apoio à pesquisas, por exemplo, estudos dos efeitos da poluição do ar na saúde (EPA, 2020b). Apesar disso, dos 27 estados do Brasil, apenas nove realizam o monitoramento da qualidade do ar. São eles Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Distrito Federal (INSTITUTO ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2020).

Abe e Miraglia (2016) utilizaram dados de estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB com o objetivo de determinar os efeitos negativos na saúde e os custos potencialmente evitados a partir da redução da poluição do ar em São Paulo. Essa cidade possuía 11 estações de monitoramento instaladas, porém, nem todas forneciam medidas de todos os poluentes. Tuan, Venâncio e Nascimento (2016) também recorreram aos dados de estação da CETESB para estimarem a associação positiva entre exposição a poluentes do ar e internações por infarto em São José dos Campos, SP.

Foi investigada a relação da exposição do ar com os seguintes impactos na saúde: alterações genéticas e/ou citológicas, baixo peso ao nascer, câncer de pulmão e outros do aparelho respiratório, doenças respiratórias, doenças cardiovasculares, morte por todas as causas, crises de dor, dengue, diminuição da

qualidade do sêmen, doenças circulatórias, doença metabólica (hipotireoidismo), intoxicação, prematuridade, aumento da frequência cardíaca, redução da função pulmonar e sibilância. Em 14 estudos, foram analisados mais de um tipo de impacto na saúde.

Carneiro et al. (2017), ao pesquisarem sobre a influência de fatores ambientais na quantidade de casos notificados de dengue na Grande área do ABC em São Paulo, constataram que a concentração de MP_{10} teve uma correlação negativa com a quantidade de casos da doença. De acordo com os autores, aparentemente, a presença de poluentes do ar interfere no ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* e, por isso, valores mais baixos do MP_{10} coincidiram com um maior número de casos de dengue.

Os tipos de impacto na saúde mais investigados ao longo do período de estudo foram doenças respiratórias, doenças cardiovasculares e câncer, sendo pesquisados em 62,5%, 30,36% e 12,5%, respectivamente, dos estudos relacionados à poluição do ar.

Castañeda et al. (2019) e Nascimento et al. (2016) mostraram que o aumento na concentração de poluentes atmosféricos provocava um incremento no número de internações por doenças respiratórias. A maioria das pesquisas sobre poluição do ar realizadas no Brasil se concentrou na avaliação dos efeitos em curto prazo dos poluentes. Enquanto Nascimento et al. (2016) perceberam que os efeitos da exposição à $MP_{2,5}$ foram significativos nas defasagens de dois, cinco e sete dias, Castañeda et al. (2019) constataram os impactos a médio prazo de contaminantes (defasagem mensal).

Doenças cardiovasculares foram estudadas por Coutinho et al. (2015), Mantovani et al. (2016) e Abe et al. (2018), sendo que cada artigo teve um enfoque diferente. Coutinho et al. (2015) construiu um modelo linguístico *fuzzy* para estimar o tempo médio de internações por doenças cardiovasculares, de acordo com as concentrações de poluentes do ar em São José dos Campos, SP. O tempo de internação dos pacientes, variável fundamental para a composição dos custos à sociedade, geralmente não é levado em conta nos estudos sobre a implicação desse tipo de poluição na saúde humana.

Mantovani et al. (2016), por exemplo, calcularam os excessos de internação em São José do Rio Preto e os gastos que poderiam ser evitados, a partir do custo médio de cada internação. Já Abe et al. (2018) determinaram a carga de mortalidade

de doenças cardiovasculares e respiratórias, o risco relativo e os custos econômicos derivados dos anos perdidos na população de São Paulo.

Rodrigues et al. (2015), considerando casos de doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer, projetaram o número de mortes, de internações hospitalares públicas e o gasto total com essas internações para o Estado de São Paulo. Foram estimadas mais de 246 mil mortes, entre 2012 e 2030, caso os níveis de $MP_{2,5}$ se mantivessem nos mesmos níveis de 2011. Segundo esses autores, o maior impacto ocorrerá para as doenças cardiovasculares e doenças respiratórias em idosos, por ser o grupo que mais cresce na população e vulnerável aos efeitos da poluição atmosférica. Neste cenário, o número de internações hospitalares somaria 1 milhão, com gasto esperado de R\$ 1,5 bilhão.

Quanto ao estado de saúde da população de interesse, foram utilizadas como medidas: alterações em exames e testes (12,5%), avaliação da percepção de risco (1,79%) e informações relacionadas aos impactos/doenças de interesse, sendo elas, taxa anual de incidência (1,79%), quantidade de casos diagnosticados (8,92%) e dados de atendimentos (8,92%), faltas escolares (1,79%), internações (50%), óbitos (17,86%) e sobre o controle e a gravidade (1,79%).

Os dados adotados como medidas do estado de saúde foram classificados em primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de estudos por medida do estado de saúde e origem dos dados

Medida do estado de saúde	Dados primários	Dados secundários
Alterações em exames e testes	8	0
Avaliação da percepção de risco	1	0
Taxa anual de incidência	0	1
Quantidade de casos	2	3
Dados de atendimentos	0	5
Dados de faltas escolares	1	0
Dados de internações	0	28
Dados de óbitos	0	10
Dados sobre o controle e gravidade da doença	1	0

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Dos dados utilizados como medida do estado de saúde, a maioria (78,34%) era secundário, relacionados a registros de atendimentos, internações e óbitos. Desses, 72,34% foram extraídos de sistemas do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) como, por exemplo, o Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Os demais foram obtidos junto a secretarias estaduais de saúde, unidades básicas de saúde, unidades de emergência e hospitais.

Pela grande quantidade de artigos que recorreram a dados oficiais disponibilizados pelo DATASUS, pode-se entender que os mesmos possuem grande importância para o desenvolvimento de pesquisas na área em questão. Apesar disso, o uso dessas informações foi tido como uma limitação por: serem secundárias (RIBEIRO et al., 2019; MANTOVANI et al., 2016); estarem sujeitas a erros de diagnóstico e/ou de endereços (RIBEIRO et al., 2019; MACHIN; NASCIMENTO, 2018) e à falta de informações relevantes para a pesquisa (REIS et al., 2017a); e incluírem apenas os registros do SUS, desconsiderando os provenientes de convênios médicos e planos de saúde (MACHIN; NASCIMENTO, 2018; MENEZES; PAVANITTO; NASCIMENTO, 2019).

Os dados primários, por sua vez, tiveram como fonte a realização de exames ou testes (61,54%), aplicação de questionários (30,77%) e aplicação de entrevistas, grupos focais, reuniões e oficina (7,69%). Os exames consistiram em espirometrias, análise de amostras de sêmen e leitura da saturação periférica de oxigênio, da frequência cardíaca e dos níveis de carboxihemoglobina. Já os testes incluíram ensaio de micronúcleos e teste de citotoxicidade em células da mucosa oral e ensaio do cometa com linfócitos.

Farhat et al. (2016) examinaram amostras de sêmen em pacientes pós-puberais com lúpus eritematoso sistêmico residentes em São Paulo para identificar possíveis associações entre concentrações de contaminantes no ar e a diminuição da qualidade do sêmen. A pesquisa mostrou que o aumento nos níveis de ozônio na atmosfera pode causar diminuição no número total e na concentração de espermatozoides por ejaculado desses indivíduos. Esses resultados corroboraram os obtidos por Sokol et al. (2006) após análise de amostras de sêmen de um banco de doadores de espermatozoide em Los Angeles, Estados Unidos.

Santos et al. (2016), Salicio et al. (2016), Valenti et al. (2016) e Fernandes et al. (2018) utilizaram espirometria para verificarem o estado de saúde da população

estudada. Segundo o National Health Service England (2018), a espirometria é um teste simples que mede a quantidade de ar expirado por uma pessoa em uma respiração forçada. As doenças que podem ser diagnosticadas e monitoradas por meio dela incluem: asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose cística e fibrose pulmonar.

Os resultados de testes espirométricos realizados em 220 residentes de uma comunidade exposta a altos níveis de poluição do ar decorrentes de emissões de indústria siderúrgica (Piquiá de Baixo, MA) foram classificados como anormais para 28% da amostra. Valenti et al. (2016) consideraram essa porcentagem extremamente elevada, inclusive quando comparada com os achados de estudos semelhantes.

4.3 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO DA ÁGUA COM A SAÚDE

Dentre os 21 artigos encontrados relacionando a poluição aquática com a saúde da população, foram usadas como medidas de exposição informações sobre o saneamento básico da região (47,62%), características e condições sanitárias dos domicílios (33,33%), identificação de aspectos e problemas ambientais (9,52%), e parâmetros de qualidade da água (9,52%).

Entre as informações sobre o saneamento básico da região ou de domicílios, destacam-se o tipo de abastecimento de água e de destinação do esgoto. Apesar de esses dados terem sido utilizados com maior frequência, observou-se a utilização de outros, como a frequência de inundação das áreas estudadas, existência de coleta e tipo de destinação dos resíduos sólidos, evidenciando a importância de todos os pilares do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo dos resíduos sólidos, serviços de drenagem e manejo das águas pluviais).

Moniz et al. (2017) identificaram os problemas ambientais prioritários das comunidades estudadas por meio de entrevistas com cinco informantes-chave e grupos focais com indivíduos de diversos segmentos (professores, estudantes, habitantes e profissionais de saúde). Um dos estudos (SIQUEIRA et al., 2017) não utilizou nenhuma medida de exposição, tendo sido analisadas apenas medida de estado de saúde (dados de internações) para descrever a ocorrência, características

e gastos de internações por doenças associadas ao saneamento inadequado entre residentes de Porto Alegre (RS).

Os dados adotados como medidas de exposição ambiental foram categorizados em primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 8).

Tabela 8 - Número de estudos por medida de exposição e origem dos dados

Medida de exposição ambiental	Dados primários	Dados secundários
Saneamento da região	1	9
Condições sanitárias dos domicílios	7	0
Identificação de aspectos e problemas ambientais	2	0
Parâmetros de qualidade da água	2	0

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Os dados primários representaram 57,14% das medidas de exposição. Esses dados foram obtidos por aplicação de questionários (66,67%), análise de amostras de água (16,67%), processo observacional (8,33%) e realização de entrevistas, grupos focais, reuniões e oficinas (8,33%). Já os dados secundários, relativos às características sanitárias da região estudada, tinham como procedência pesquisas do IBGE (88,89%) e a Fundação João Pinheiro (11,11%), entidade do governo de Minas Gerais de apoio técnico à Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão.

Paiva e Souza (2018) e Monteiro et al. (2015) são exemplos de autores que utilizaram pesquisas do IBGE como fonte de informações sobre o saneamento da região investigada. Paiva e Souza (2018) usaram o número de moradores em domicílios que possuem abastecimento de água por rede geral e o número de moradores em domicílios com esgotamento sanitário por rede geral fornecidos pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Já Monteiro et al. (2015), a partir do Censo 2010 do IBGE, obtiveram a porcentagem de domicílios do município de Ananindeua (PA) que possuíam: água encanada, coleta de lixo comum, conexão com rede de esgoto ou um banheiro.

Segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2018), no Brasil, existem três origens para os dados relativos ao setor de saneamento: órgãos governamentais, como o IBGE; entidades privadas com fins lucrativos e entidades privadas sem fins lucrativos. O acesso a esses dados são fundamentais para o planejamento de ações

públicas e privadas voltadas para a sua universalização (IBGE, 2011). A quantidade de artigos incluídos nessa revisão que examinaram esse tipo de dado aponta a relevância deles para pesquisas que relacionam esse fator ambiental com a saúde.

Os impactos na saúde investigados relacionados à exposição à poluição da água foram doenças de veiculação hídrica (28,57%), esquistossomose (14,29%), leishmaniose tegumentar americana (9,52%), doenças diarreicas (9,52%), morte por todas as causas (9,52%), câncer de mama (4,76%), dengue (4,76%), infecções parasitárias intestinais (4,76%), hepatite A (4,76%), leptospirose (4,76%), malária (4,76%), e tuberculose (4,76%). Apenas uma pesquisa explorou mais de um impacto na saúde (tuberculose e infecções parasitárias intestinais).

Cesa, Fongaro e Barardi (2016), além de classificarem doenças transmitidas pela água, também as correlacionaram com indicadores socioambientais. Dentre as correlações, as mais significativas foram a origem e a qualidade do suprimento de água, coleta e tratamento inadequados dos esgotos, inundações frequentes e a falta de limpeza do reservatório, nessa ordem. Esses achados reforçam os encontrados por Paiva e Souza (2018), segundo os quais, a inexistência de coleta de esgoto contribui para o aumento de internações por doenças de veiculações hídricas no Brasil. Esses autores estimaram que, em 2013, 16,3% das internações por doenças selecionadas poderiam ter sido evitadas no país, caso as condições de esgotamento sanitário fossem adequadas.

De acordo com a WHO (2019), diversas doenças podem ser evitadas por meio do acesso ao abastecimento de água potável, saneamento adequados e boas práticas de higiene e a ausência desses fatores contribuem com cerca de 827.000 mortes anuais em países de média e baixa renda.

As medidas do estado de saúde utilizadas foram informações relacionadas aos impactos/doenças de interesse - quantidade de casos diagnosticados (47,62%), taxa de mortalidade infantil (9,52%), dados de internações (9,52%) e de óbitos (4,76%) e carga de doença devido à diarreia (4,76%) – alterações em exames (19,05%) e avaliação da percepção de risco (9,52%).

As estimativas de carga de doenças permitem aferir, simultaneamente, os anos perdidos por eventos fatais e não-fatais relativos a diferentes condições de saúde, utilizando o indicador Anos de Vida Perdidos Ajustados por Incapacidade, denominados DALY (Disability-Adjusted Life Years). Um DALY equivale a um ano de vida “saudável” perdido, sendo calculado pela soma dos Anos de Vida Perdidos por

Morte Prematura (YLL – Years of Life Lost) com os Anos de Vida Perdidos por Incapacidade (YLD – Years Lost due to Disability) (LEITE; VALENTE; SCHRAMM, 2011).

Silva et al. (2019) e Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2019) utilizaram a taxa de mortalidade infantil como medida do estado de saúde. Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2019) verificaram, após simulação da universalização do acesso ao saneamento básico, que essa política pública, sozinha, seria capaz de reduzir a mortalidade infantil em mais de 94% nos municípios do Estado de Alagoas. A mortalidade infantil é um indicador básico de saúde no Brasil e corresponde ao número de óbitos de indivíduos com menos de um ano de idade, por mil nascidos vivos, na população residente em determinada localização geográfica, no ano considerado (RIPSA, 2008).

Os dados adotados como medidas do estado de saúde foram classificados em primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 9).

Tabela 9 - Número de estudos por tipo de dado de medida do estado de saúde

Medida do estado de saúde	Dados primários	Dados secundários
Alterações em exames	4	0
Avaliação da percepção de risco	2	0
Carga da doença	0	1
Taxa de mortalidade infantil	0	2
Quantidade de casos	0	10
Dados de internações	0	2
Dados de óbitos	0	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

A maioria dos dados secundários, que correspondem a 72,73% das medidas do estado de saúde, foi obtida em sistemas de informação do MS. Também foram utilizadas informações oriundas de outras pesquisas, secretarias de governo do estado, secretarias municipais de saúde, IBGE, unidades básicas de saúde e hospitais.

Por outro lado, os dados primários foram resultados de aplicação de questionários para avaliação de percepção de risco e exames conduzidos pelos próprios pesquisadores, entre eles, análises de amostras de sangue e de fezes.

4.4 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL POR AGROTÓXICOS COM A SAÚDE

Dos 14 estudos que tratam especificamente sobre esse assunto, 78,57% utilizaram como medida de exposição a avaliação da exposição à poluição ambiental por agrotóxico e 21,43% a identificação de sua ocorrência.

Os dados adotados como medidas de exposição ambiental foram divididos em primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 10).

Tabela 10 - Número de estudos por tipo de dado de medida de exposição

Medida de exposição ambiental	Dados primários	Dados secundários
Avaliação da exposição	10	1
Identificação da exposição	0	2

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Os dados primários utilizados para a avaliação da exposição foram obtidos por meio da aplicação de questionários, processo observacional e análise da atividade da colinesterase em amostras de sangue de participantes. Já os dados secundários foram retirados da literatura, do Sistema de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde e do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA).

A colinesterase atua na degradação da acetilcolina, um neurotransmissor responsável pela transmissão dos impulsos no sistema nervoso. Determinados tipos de agrotóxicos inibem essa enzima, ocasionando um distúrbio chamado de crise colinérgica, principal responsável pelos sintomas observados nos eventos de intoxicação por estes produtos (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003). Assim, a análise da colinesterase plasmática permite o diagnóstico da exposição humana a esses agrotóxicos.

Os questionários são instrumentos importantes na avaliação da exposição ocupacional e ambiental de estudos epidemiológicos, sendo frequentemente utilizados para este fim. Esse método pode ser usado para o propósito supracitado quando não há outras fontes de informação disponíveis ou quando se apresenta como a forma mais adequada para a coleta dos dados de interesse. Uma das principais limitações do uso de questionário para esse tipo de avaliação é que poucos deles são padronizados e validados (NIEUWENHUIJSEN, 2005). Segundo Choi e Pak (2005), outra limitação relevante é a presença comum de vieses de

design e administração, que devem ser eliminados ou, pelo menos, minimizados pelos pesquisadores para que não influenciem a vinculação exposição-doença.

Corcino et al. (2019) utilizou um questionário validado para coletar, entre outros dados, alguns relacionados ao uso ocupacional de agrotóxicos: tipos de equipamentos de aplicação, forma de uso, utilização de EPIs, tipos de agrotóxicos e duração e frequência das aplicações. Piccoli et al. (2019) também aplicou questionários para levantar informações acerca do trabalho agrícola e do uso de pesticidas. Esses questionários permitiram avaliar: se o indivíduo estava trabalhando na agricultura na época da pesquisa, quantidade de anos trabalhando em uma fazenda e misturando ou aplicando pesticidas, uso de equipamento completo de proteção individual, entre outras. Ressalta-se que, de acordo com a Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2020), as chances de alguém desenvolver efeitos à saúde depende do tipo de pesticida e outros produtos químicos presentes no produto manipulado, bem como da quantidade, do tempo e da frequência de exposição.

Os efeitos na saúde explorados foram: doenças e sintomas relacionados à exposição a agrotóxicos (28,57%), intoxicação (21,43%), malformação congênita (14,29%), alterações em parâmetros hematológicos (7,14%), câncer de mama (7,14%), doenças respiratórias (7,14%), sintomas otoneurológicos (7,14%) e tremor essencial (7,14%). Agrotóxicos, pela sua composição, podem afetar o sistema nervoso ou o endócrino, irritar a pele ou os olhos e causar câncer (EPA, 2017).

Dalbó, Filgueiras e Mendes (2019) analisaram os sintomas clínicos e alterações hematológicas de trabalhadores rurais em Conceição do Castelo, ES. As variações nas concentrações de bastonetes e neutrófilos indicaram que a exposição a pesticidas aumenta a quantidade dessas células. Alterações hematológicas em trabalhadores rurais expostos a pesticidas foram correlacionadas com alguns sintomas relatados, como irritação ocular, dores de cabeça, dor nas articulações, dor muscular.

Os resultados de Dalbó, Filgueiras e Mendes (2019) corroboraram os encontrados por Piccoli et al. (2019), que sugerem que o uso de determinada classe de agrotóxicos pode levar a alterações hematológicas entre trabalhadores agrícolas. Nesse estudo, encontrou-se associação do uso cumulativo de classes químicas diferentes de organofosforados e ditiocarbamatos com a diminuição do número de linfócitos, indicando menor capacidade do sistema imunológico. Já níveis séricos de

pesticidas organoclorados foram associados com contagens mais baixas eosinófilos, o que também pode aumentar o risco de infecções.

As medidas do estado de saúde relatadas foram: quantidade de casos da doença/sintomas (78,57%), alterações em exames (28,57%), avaliação da percepção de risco (14,29%) e taxa de incidência (7,14%). Esses dados foram classificados como primários ou secundários, de acordo com a sua origem (Tabela 11).

Tabela 11 - Número de estudos por tipo de dado de medida do estado de saúde

Medida do estado de saúde	Dados primários	Dados secundários
Alterações em exames	4	0
Avaliação da percepção de risco	2	0
Quantidade de casos	5	6
Taxa de incidência	0	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2020

Os dados primários foram provenientes de aplicação de questionários (54,55%), exames realizados pelos pesquisadores (36,36%), e discussões em grupos focais (9,09%). Os exames incluíram análises de amostras de sangue, espirometria e avaliação da função do sistema vestibular. Os dados secundários correspondem a dados de sistemas de informação em saúde, registros hospitalares e registros de ambulatório especializado.

Reis et al. (2017b) buscaram compreender os conhecimentos, atitudes e práticas de agricultoras que trabalham no processo de produção do tabaco sobre os impactos sociais, ambientais e à saúde, decorrentes desta atividade econômica. As informações qualitativas sobre a percepção de risco à saúde foram obtidas por intermédio do emprego de grupos focais. Essa técnica também foi utilizada por Recena e Caldas (2008) em estudo realizado para conhecer a percepção de risco sobre o uso de agrotóxicos em uma comunidade rural localizada no Centro-Oeste do Brasil.

Os grupos focais podem auxiliar pesquisadores a analisar riscos e dão subsídio para o planejamento futuro. Eles são ideais para identificar a percepção das pessoas sobre o seu ambiente de trabalho (QUEENSLAND GOVERNMENT, [20--?]). Algumas participantes da pesquisa de Reis et al. (2017b), em um primeiro

momento, minimizaram a nocividade dos agrotóxicos empregados na cultura de tabaco, afirmando que os utilizados em outras culturas seriam mais prejudiciais à saúde. Após relatos de casos de impactos na saúde pelo uso de pesticidas vivenciados com pessoas conhecidas, o grupo focal permitiu que as agricultoras fossem levadas a um processo de reflexão e concordância quanto aos riscos presentes na fumicultura atribuídos ao uso desses produtos.

4.5 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL POR METAIS TÓXICOS COM A SAÚDE

Nos seis artigos selecionados que tratam sobre a poluição ambiental por metal tóxico, foram encontrados estudos sobre impactos na saúde causados por arsênio, chumbo, mercúrio, manganês, níquel e cromo.

Foram utilizados dados primários como medida da exposição ambiental em quatro deles (66,67%). Esses dados correspondem a níveis de metais em biomarcadores de exposição (sangue, cabelo e unhas dos pés) e a níveis de hemoglobina no sangue, ambos determinados pelos pesquisadores. Já os dados secundários (33,33%) foram dados de concentração de metal na água cedido por agências ambientais governamentais dos Estados de São Paulo e Minas Gerais e a determinação da ocorrência da exposição a metais tóxicos, baseada na literatura.

O biomonitoramento permite medir a quantidade de um contaminante ou de produto(s) de seu metabolismo/reações presentes no corpo humano. As medições são mais comumente feitas no sangue ou na urina, mas podem ser realizadas em diversos tipos de material biológico. Vários contaminantes ambientais, como os metais tóxicos, acumulam-se no organismo e, por isso, o biomonitoramento tem sido usado, há vários anos, para caracterizar a exposição humana a eles (EPA, 2020a).

Lopes et al. (2017) usaram o biomonitoramento para examina a associação de níveis de chumbo no sangue com pressão arterial e Hipertensão Arterial Sistêmica em adultos com 40 anos ou mais, residentes de uma cidade de médio porte. Foram analisadas amostras de 948 indivíduos. Menezes-Filho et al. (2018) também utilizaram esse bioindicador para o chumbo. Geralmente, a exposição humana a esse metal é avaliada pela medição da sua concentração no sangue (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Menezes-Filho et al. (2018) utilizou unhas dos pés e fios de cabelo como biomarcador da exposição ao manganês. Ward et al. (2018) afirma que não existe um biomarcador universalmente reconhecido para a exposição a esse metal; no entanto, cabelos e unhas dos pés têm se mostrado promissores.

Fios de cabelo da cabeça também foram utilizados como bioindicador de exposição ao MeHg por Vasconcellos et al. (2018) e Khoury et al. (2015). Vasconcellos et al. (2018) afirma que a escolha desse bioindicador foi baseada em muitas evidências de que existe uma correlação direta entre os níveis de mercúrio no cabelo e a ingestão de MeHg na dieta. Essas duas pesquisas foram desenvolvidas em comunidades ribeirinhas da Amazônia, que têm como principal fonte de proteína da sua dieta o consumo de peixes de água doce.

No que diz respeito à saúde, foi investigada a associação da exposição a metais tóxicos com os seguintes impactos: danos neurológicos (50%) - perdas psicofísicas somatossensoriais, déficit intelectual e retardo mental leve - Hipertensão Arterial Sistêmica (16,67%), câncer de bexiga (16,67%) e danos genéticos e celulares (16,67%).

O trabalho de Menezes-Filho et al. (2018) teve como objetivos investigar se os níveis observados de chumbo no sangue de crianças estão ligados a déficits intelectuais e verificar a existência de um efeito da co-exposição ao Mn nos escores de quociente de inteligência (QI) infantil. Os autores forneceram mais evidências de que até mesmo uma baixa exposição ao chumbo está significativamente associada ao comprometimento cognitivo em crianças, reforçando a afirmação da World Health Organization (2019) de que não existe concentração desse elemento no sangue considerada segura.

Além disso, esses autores observaram que a força da conexão entre os níveis de chumbo no sangue e os escores de QI das crianças com exposição ambiental excessiva ao manganês era, aproximadamente, 58% maior se comparadas às crianças menos expostas ao manganês. Em estudo semelhante, os resultados obtidos por Kim et al. (2009), na Coreia do Sul, sugeriram a presença de interação aditiva e modificação de efeito entre esses dois metais na inteligência de crianças em idade escolar, sugerindo mais atenção para evitar a exposição de crianças a combinações de metais tóxicos.

Vale et al. (2017) investigaram a frequência de dados citotóxicos e genéticos em células colhidas da mucosa oral de soldadores e de um grupo de indivíduos não

expostos a vapores de níquel e cromo. Os resultados mostraram que os soldadores podem apresentar uma frequência maior de dano citotóxico do que indivíduos que não manuseiam máquinas de solda. Os biomarcadores utilizados já foram empregados para indicar risco de câncer do trato digestivo superior (KASHYAP; REDDY, 2012), diabetes (MÜLLNER et al., 2014) e câncer de mama (FLORES-GARCIA et al., 2014)

Para medir o estado de saúde da população estudada, foram utilizados dados primários (83,33%) e dados secundários (16,67%). Os dados primários foram resultados de cálculos de quociente de inteligência de crianças a partir dos níveis de metal no cabelo das mães, bem como de exames e testes executados pelos pesquisadores. Os exames e testes consistiram em medidas de pressão arterial, avaliações neuropsicológicas, testes psicofísicos somatossensitivos, teste do micronúcleo e análise dos danos citotóxicos em células da mucosa oral.

Khoury et al. (2015) aplicou três testes psicofísicos somatossensitivos para avaliar o sistema somatossensorial de ribeirinhos expostos ao MeHg: limiar de sensação tátil, duração da sensação de vibração e discriminação de dois pontos. Os autores verificaram que indivíduos expostos a MeHg apresentaram função somatossensorial prejudicada em comparação com indivíduos controle não expostos, sendo essa exposição considerada como uma possível causa desse efeito na saúde.

Os dados secundários utilizados como medidas de estado de saúde em um único artigo (CHA; LOURENCO; KORKES, 2018) corresponderam a dados de internações e óbitos decorrentes de câncer de bexiga, obtidos em sistema de informação em saúde do DATASUS.

4.6 RELAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA COM A SAÚDE

Os dois trabalhos sobre poluição sonora adotaram dados primários para as medidas de exposição: nível sonoro equivalente - L_{eq} (100%) e índice de ruído veicular - L_{tni} (50%), expressos em dBA. Enquanto o L_{eq} é a energia acústica média que representa o efeito cumulativo de diversos eventos de ruído durante um determinado período de tempo (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018), o L_{tni} é um parâmetro que indica o grau de variação no fluxo de tráfego (KUMAR; SRINIVAS, 2014). A escala de decibéis com ponderação A (dBA), expressa melhor

o quanto um som pode prejudicar a audição, pois, baseia-se não apenas na intensidade do som, mas também, na forma como o ouvido humano responde a ele (NIH, 2019).

Ambos os dados primários foram calculados a partir de medições diretas nos locais de estudo. Bressane et al. (2016) utilizaram um medidor de pressão sonora digital da marca Instrutherm, modelo DEC-470, classe 2 (Instrutherm, São Paulo, Brasil), calibrado e ajustado para operar no circuito de ponderação dBA. Já Bitar, Sobrinho e Simoes-Zenari (2018) utilizaram o medidor de NPS digital (Center, modelo 322 com data logger), seguindo as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Bressane et al. (2016), com o objetivo desenvolver um sistema de apoio para a avaliação dos impactos da poluição sonora sobre a saúde da população, analisaram essa questão em moradores da área urbana central de Rio Claro (SP). Foram apurados os efeitos do excesso de ruídos nas noites de sono ou períodos de descanso; na disposição, no desempenho físico; no bem estar emocional; na concentração, no desempenho mental e na audição ou comunicação. Bitar, Sobrinho e Simoes-Zenari (2018), por sua vez, verificaram a conexão entre esse tipo de poluição e dificuldades de atenção e concentração, ansiedade, dor de cabeça e perda auditiva em funcionários de instituições de educação infantil.

A exposição a sons altos, mesmo que por curtos períodos de tempo, podem danificar estruturas sensíveis do ouvido interno e causar perda auditiva. Esta pode ser imediata ou demorar muito para ser notada, pode ser temporária ou permanente e pode afetar um ouvido ou ambos (NIH, 2019). Stansfeld e Matheson (2003) mostraram que os efeitos da poluição sonora extrapolam os observados no sistema auditivo. Essa alteração ambiental tem o potencial de ocasionar desconforto e prejudicar o sono e o desempenho cognitivo de adultos e crianças. Além disso, há evidências de que a exposição ao ruído ocupacional está ligada ao aumento da pressão arterial. Contudo, as pessoas podem criar estratégias de enfrentamento a este problema, ou seja, os distúrbios na saúde induzidos por ruídos são evitáveis.

Bitar, Sobrinho e Simoes-Zenari (2018) constataram que a maioria dos funcionários das escolas infantis investigadas se considerou exposta ao ruído, com dificuldades de atenção e concentração, ansiedade e dor de cabeça. Cerca de 30% dos funcionários ainda apresentaram perda auditiva neurossensorial bilateral em

frequências específicas. Os autores consideraram significativa a parcela de exames auditivos alterados.

Não apenas funcionários de escolas, mas também alunos estão sujeitos aos efeitos do barulho na saúde. Buchari e Matondang (2017), em estudo realizado na Indonésia, concluíram que o ruído prejudica os alunos, podendo causar tontura, sensação de desconforto, impacto na comunicação por atrapalhar a explicação do professor e diminuição do desempenho da aprendizagem.

Foram usadas como medidas do estado de saúde a percepção de saúde dos indivíduos envolvidos (100%) e a capacidade auditiva (50%). As percepções de saúde foram avaliadas a partir da aplicação de questionários e a capacidade auditiva por meio de avaliação audiológica básica, sendo, dessa forma, dados primários.

Bressane et al. (2016) e Bitar, Sobrinho e Simoes-Zenari (2018) integraram uma avaliação quantitativa, por meio de medições de ruído em campo, com um diagnóstico participativo por meio de entrevistas da população exposta. Abordagem similar foi adotada por Pathak, Tripathi e Mishra (2008), Geravandi et al. (2015) e Zannin et al. (2003), constituindo uma alternativa para a avaliação das consequências da poluição sonora no bem-estar físico, mental e social.

5 CONCLUSÕES

Do ponto de vista metodológico, as escolhas das bases de dados, dos critérios de elegibilidade, da estratégia de busca e da avaliação de elegibilidade mostraram-se satisfatórias. Apesar disso, estudos importantes sobre o assunto podem não ter sido analisados nessa revisão por não estarem registrados nas bases de dados escolhidas ou não terem sido encontrados por meio dos termos de busca utilizados, por exemplo.

A maioria dos registros estava contida na Web of Science e na Scopus, porém, a busca nas outras bases retornou artigos não encontrados em nenhuma das duas. O processo adotado para a extração dos dados foi considerado adequado, pois, facilitou a análise do conteúdo de interesse. Recomenda-se que revisão semelhante a esta seja desenvolvida em 2025, englobando o período entre 2020 e 2024. Acredita-se que a ciência nessa área pode tomar novos rumos nos próximos anos, especialmente devido à situação de pandemia de Covid-19 enfrentada pelo país.

Conclui-se que, nos últimos cinco anos, maior enfoque foi dado pelos pesquisadores aos efeitos da poluição do ar na saúde dos brasileiros, embora também haja preocupação com os impactos decorrentes da exposição à poluição da água e sonora e à contaminação ambiental por metais tóxicos e agrotóxicos. Destaque também foi dado à região Sudeste, com maiores densidade populacional e quantidade de IES, demonstrando a necessidade do desenvolvimento de estudos adicionais nas demais regiões do país, de forma a fundamentar políticas públicas.

Assim como as pesquisas dão suporte à elaboração de políticas públicas, as decisões governamentais podem contribuir para os rumos tomados pela ciência, evidenciado pelo aumento de publicações sobre a relação da contaminação ambiental por agrotóxicos com a saúde após maior liberação do uso desses produtos. Já, quanto à análise da população estudada, conclui-se que a sua escolha pode ser motivada por diversos fatores, entre eles, maior vulnerabilidade de um grupo a determinada exposição ou doença ou maior exposição de um grupo, como acontece em algumas atividades profissionais.

Os resultados encontrados evidenciam que o objetivo de um estudo, a sua abrangência temporal e espacial e os recursos disponíveis são determinantes para a escolha da metodologia a ser adotada, especialmente no que diz respeito à medida

de exposição e à medida do estado de saúde. Eles também reforçaram a importância das universidades públicas na produção científica do país. Essa revisão sistemática apresentou o modo como a questão do impacto ambiental sobre a saúde vem sendo investigada no Brasil, trazendo informações norteadoras para estudos futuros e para os gestores ambientais e de saúde.

REFERÊNCIAS

- ABE, K. C. *et al.* PM₁₀ Exposure and Cardiorespiratory Mortality – Estimating the Effects and Economic Losses in São Paulo, Brazil. **Aerosol Air Qual. Res.**, Taoyuan City, Taiwan, v. 18, p. 3127-3133, 2018.
- ABE, K. C.; MIRAGLIA S. G. Health Impact Assessment of Air Pollution in São Paulo, Brazil. **Int J Environ Res Public Health**, London, United Kingdom, v. 13, n. 7, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Segurança hídrica.** 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/crisehidrica>. Acesso em: 07 jul. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Usos da água.** 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/usos-da-agua#:~:text=Ag%C3%A2ncia%20Nacional%20de%20%C3%81guas%20e%20Saneamento%20B%C3%A1sico,-Buscar%20no%20portal&text=No%20Brasil%2C%20a%20%C3%A1gua%20%C3%A9,%20navega%C3%A7%C3%A3o%2C%20turismo%20e%20lazer>. Acesso em: 07 jul. 2020.
- ANDERSEN, Z. J. *et al.* Long-term exposure to road traffic noise and incidence of breast cancer: a cohort study. **Breast Cancer Res**, v. 20, n. 119, 2018.
- ASMUS, C. I. *et al.* A Systematic Review of Children's Environmental Health in Brazil. **Ann Glob Health**, v. 82, n. 1, p. 132-148, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Suplemento Saneamento e COVID-19: 1º trimestre/2020.** 2020. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/?p=34969>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- BATESON, T. F.; SCHWARTZ, J. Who is Sensitive to the Effects of Particulate Air Pollution on Mortality? A Case-Crossover Analysis of Effect Modifiers, **Epidemiology**, v. 15, n. 2, p. 143-149, 2004.
- BELL, G. *et al.* Association of Air Pollution Exposures With High-Density Lipoprotein Cholesterol and Particle Number: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. **Arterioscler Thromb Vasc Biol.**, United States, v. 37, n. 5, p. 976-982, 2017.
- BELL, M. L.; DAVIS, D. L.; FLETCHER, T. A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution. **Environ. Health Perspect.**, Durham, USA, v. 112, n. 1, p. 6-8, 2004.

BITAR, M. L.; SOBRINHO, L. F. C.; SIMOES-ZENARI, M. Noise in early childhood education institutions. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 23, n. 1, p. 315-324, 2018.

BOSTON UNIVERSITY. **Minamata Disease**. 2020. Disponível em: <http://www.bu.edu/sustainability/minamata-disease/>. Acesso em: 11 jul. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 91 de 18 de fevereiro de 2016. Brasília, DF: Senado Federal, Secretaria Especial de Informática, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Em 2019, 94,5% dos defensivos agrícolas registrados foram produtos genéricos**. 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/em-2019-94-5-dos-defensivos-agricolas-registrados-foram-produtos-genericos>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Dados abertos**: Microdados. 2018a. Disponível em: <http://inep.gov.br/microdados>. Acesso em: 08 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Frota de Veículos – 2020**: Frota Nacional (Março 2020). 2020a. Disponível em: <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/9484>. Acesso em: 21 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Saúde Suplementar. **Dados do setor**: Dados Gerais. 2020b. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-gerais>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Saúde Brasil 2018 uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos**: desafios e perspectivas. Brasília: Ministério da Saúde, 2019b. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_2018_analise_situacao_saude_doenças_agravos_cronicos_desafios_perspectivas.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mortalidade – Brasil**. 2018b. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel Coronavírus**. 2020c. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes Metodológicas**: Elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico. Brasília: Ministério da Saúde,

2014. Disponível em:

https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_fatores_risco_prognostico.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019**: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais. Bol Epidemiol [Internet]. 2019c. Disponível em:

<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/setembro/25/boletim-especial-21ago19-web.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema Único de Saúde (SUS)**: estrutura, princípios e como funciona. 2020d. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/sistema-unico-de-saude>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **3º Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019d. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 4 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019e. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 4 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNS. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019f. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade**. 2020e. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Decreto suspende queimadas por 60 dias**. 2019g. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informmma/item/15594-governo-suspende-queimadas-legais-por-60-dias.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manchas de óleo**: Litoral brasileiro. 2019h. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Nota sobre rompimento de barragens em MG**. 2019i. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informmma/item/15383-mma-divulga-nota-sobre-rompimento-da-barragem-em-brumadinho-mg.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Painel Legislação Ambiental**. 2020f. Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiOWZhZDk1M2MtZDYwNi00NWY2LWFIMTAtMThiOTg3NmRkMTBkliwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>. Acesso em: 18 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Produtos Agrotóxicos**. 2020g. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/gestao-das-substancias-quimicas/produtos-agrot%C3%B3xicos.html>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programas do MMA**. 2020h. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/programas-mma.html>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 4.074, de 4 e janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa [...], o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Brasília, DF, 4 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 08 abr. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2 jan. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRESSANE, A. *et al.* A system for evaluating the impact of noise pollution on the population's health. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 32, n. 5, 2016.

CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. **Pesticides - Health Effects**. 2020. Disponível em: https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/pesticides/health_effects.html. Acesso em: 17 abr. 2020.

CARNEIRO, M. A. F. *et al.* Environmental factors can influence dengue reported cases. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, v. 63, n. 11, p. 957-961, 2017.

CASTAÑEDA, D. M. A *et al.* Monthly-Term Associations Between Air Pollutants and Respiratory Morbidity in South Brazil 2013–2016: A Multi-City, Time-Series Analysis. **Int J Environ Res Public Health**, London, United Kingdom, v. 16, n. 20, 2019.

CAVALCANTI, A.; TEIXEIRA, A.; PONTES, K. Regression Model to Evaluate the Impact of Basic Sanitation Services in Households and Schools on Child Mortality in

- the Municipalities of the State of Alagoas, Brazil. **Sustainability**, Basel, Switzerland, v. 11, n. 15, 2019.
- CESA, M.; FONGARO, G.; BARARDI, C. R. M. Waterborne diseases classification and relationship with social-environmental factors in Florianopolis city - Southern Brazil. **J. Water Health**, Nanjing, China, v. 14, n. 2, p. 340–348, 2016.
- CESAR, A. C. G.; CARVALHO JR., J. A.; NASCIMENTO, L. F. C. Association between NOx exposure and deaths caused by respiratory diseases in a medium-sized Brazilian city. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, Ribeirão Preto, SP, v. 48, n. 12, p. 1130-1135, 2015.
- CESAR, A. C. G.; NASCIMENTO, L. F. Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study. **São Paulo Med. J.**, São Paulo, SP, v. 136, n. 3, p. 245-250, 2018.
- CHA, J. D.; LOURENCO, D. B.; KORKES, F. Analysis of the association between bladder carcinoma and arsenic concentration in soil and water in southeast Brazil. **Int. braz j urol. [online]**, v. 44, n. 5, p. 906-913, 2018.
- CHOI, B. C. K., PAK, A. W. P. A catalog of biases in questionnaires. **Prev. Chronic Dis.**, Washington, USA, v. 2, n. 1, 2005.
- CLARIVAT ANALYTICS. **Research in Brazil: Funding excellence**. 2019. Disponível em: https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/09/ClarivateReport_2013-2018.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.
- CLARKE, M.; CHALMERS, I. Reflections on the history of systematic reviews. **BMJ Evidence-Based Medicine**, United Kingdom, v. 23, n. 4, p. 121–122, 2018.
- CORCINO, C. O. *et al.* Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 24, n. 8, p. 3117-3128, 2019.
- COUTINHO, K. M. V. *et al.* Fuzzy model approach for estimating time of hospitalization due to cardiovascular diseases. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 20, n. 8, p. 2585-2590, 2015.
- DALBO, J.; FILGUEIRAS, L. A.; MENDES, A. N. Effects of pesticides on rural workers: haematological parameters and symptomological reports. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 24, n. 7, p. 2569-2582, 2019.
- 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. **Estud. Av.**, São Paulo, SP, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016.
- DIAS, S. M. *et al.*, Perfil das internações hospitalares no Brasil no período de 2013 a 2017. **R. Interd**, Teresina, PI, Switzerland, v. 10, n. 4, p. 96-104, 2017.

DIJKERS, M. P. J. M. The Value of “Traditional” Reviews in the Era of Systematic Reviewing. **Am. J. Phys. Med. Rehabil**, United States, v. 88, n. 5, p. 423-430, 2009.

DUAN, R. R.; HAO, K.; YANG, T. Air pollution and chronic obstructive pulmonary disease. **Chronic Diseases and Translational Medicine**, China, 2020.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Industrial Revolution**. 2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>. Acesso em: 11 jul. 2020.

ENVIRONMENTAL HEALTH OFFICERS REGISTRATION COUNCIL OF NIGERIA. **History of Environmental Health**. 2015. Disponível em: <https://www.ehorecon.gov.ng/welcome>. Acesso em: 11 jul. 2020.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Pressures**. 2016. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-827-5122-8/page007.html>. Acesso em: 11 jul. 2020.

FARHAT, J. *et al.* Ozone decreases sperm quality in systemic lupus erythematosus patients. **Rev. Bras. Reumatol.**, São Paulo, SP, v. 56, n. 3, p. 212-219, 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Aviation noise: Fundamentals of Noise and Sound**. 2018. Disponível em: https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/noise/basics/. Acesso em: 20 abr. 2020.

FERNANDES, A. G. O *et al.* Dual exposure to smoking and household air pollution is associated with an increased risk of severe asthma in adults in Brazil. **Clin. Transl. Allergy**, Basel, Switzerland, v. 8, n. 48, 2018.

FERREIRA, A. B. *et al.* A Streamlined Approach by a Combination of Bioindication and Geostatistical Methods for Assessing Air Contaminants and Their Effects on Human Health in Industrialized Areas: A Case Study in Southern Brazil. **Front Plant Sci.**, Lausanne, Switzerland, v.8, n. 1575, 2017.

FISHEL, F. M. **Pesticides: Routes of Exposure**. 2015. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pi260>. Acesso em: 15 jul. 2020.

FLORES-GARCIA, A. *et al.* Micronuclei and other nuclear anomalies in exfoliated buccal mucosa cells of Mexican women with breast cancer. **J. Buon.**, Athens, Greece, v. 19, n. 4, p. 895-899, 2014.

FUCHS, S. C.; PAIM, B. S. Revisão Sistemática De Estudos Observacionais Com Metanálise. **Clinical & Biomedical Research**, v. 30, n. 3, p. 294-301, 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura. **Medindo o saneamento: Potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros**. 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23000/fgv-ceri-medindo-o-saneamento-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 abr. 2020.

GALVÃO, M. F. de O. *et al.* Characterization of the particulate matter and relationship between buccal micronucleus and urinary 1-hydroxypyrene levels among cashew nut roasting workers. **Environ. Pollut.**, Amsterdam, Netherlands, v. 220, p. 659-671, 2017.

GERAVANDI, S. *et al.* Noise Pollution and Health Effects. **Jundishapur Journal of Health Sciences**, Ahvaz, Iran, v. 7, n. 1, 2015. DOI: 10.5812/jjhs.25357. Disponível em: <https://sites.kowsarpub.com/jjhs/articles/60312.html>. Acesso em: 19 abr. 2020.

GOLDBERG, M. S *et al.* Associations between ambient air pollution and daily mortality among elderly persons in Montreal, Quebec. **Sci. Total Environ.**, Amsterdam, Netherlands, v. 463-464, p. 931-942, 2013.

GOUVEIA, N. *et al.* Air pollution and hospitalizations in the largest Brazilian metropolis. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 51, n. 117, 2017

GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health Information & Libraries Journal**, United Kingdom, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009.

GRIFFITH UNIVERSITY. **Systematic Literature Reviews for Education**. 2020. Disponível em: <https://libraryguides.griffith.edu.au/c.php?g=451351&p=3333115>. Acesso em: 10 jul. 2020.

GUARNIERI, M.; BALMES, J. R. Outdoor air pollution and asthma. **Lancet**, London, England, v. 383, n. 9928, p. 1581-1592, 2014.

HEGEWALD *et al.* Breast cancer and exposure to aircraft, road, and railway-noise: a case-control study based on health insurance records. **Scand J Work Environ Health**, v. 43, n. 6, p. 509-518, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**: Densidade demográfica nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00>. Acesso em: 06 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=280933>. Acesso em: 16 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=299700>. Acesso em: 06 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Comissão Nacional de Classificação. **O Brasil no mundo**. 2020a. Disponível em:

<https://cnae.ibge.gov.br/en/component/content/article/94-7a12/7a12-vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/1461-o-brasil-no-mundo.html>. Acesso em: 25 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil**. 2017a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 05 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Expectativa de vida dos brasileiros aumenta para 76,3 anos em 2018**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/26103-expectativa-de-vida-dos-brasileiros-aumenta-para-76-3-anos-em-2018>. Acesso em: 09 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Países**. 2018. Disponível em: <https://pais.es.ibge.gov.br/#/mapa/ranking/brasil?indicador=77827&tema=2&ano=2018>. Acesso em: 06 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2017b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=destaques>. Acesso em: 05 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 05 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **O IBGE apoiando o combate à Covid19**. 2020c. Disponível em: <https://covid19.ibge.gov.br/pnad-covid/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2020d. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock. Acesso em: 05 abr. 2020.

INSTITUTO ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **Monitoramento da qualidade do ar**. 2020. Disponível em: <http://qualidadedoar.org.br/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento Brasileiro**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/Relat%C3%B3rio-Benef%C3%ADcios-do-saneamento-no-Brasil-04-12-2018.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MEDICAL ASSISTANCE TO TRAVELLERS. **Brazil General Health Risks: Air Pollution**. 2020. Disponível em: <https://www.iamat.org/country/brazil/risk/air-pollution>. Acesso em: 07 jul. 2020.

JAISHANKAR, M. *et al.* Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. **Interdiscip Toxicol.** v. 7, n. 2, p. 60–72, 2014.

KASHYAP, B., REDDY, P. S. Micronuclei assay of exfoliated oral buccal cells: Means to assess the nuclear abnormalities in different diseases. **J. Cancer Res. Ther.**, Delhi, India, v. 8, n. 2, p. 184-191, 2012.

KELLER, J. P. *et al.* Pollutant composition modification of the effect of air pollution on progression of coronary artery calcium: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. **Environ Epidemiol.**, United States, v. 2, n. 3, 2018.

KHOURY, E. D. T. *et al.* Somatosensory Psychophysical Losses in Inhabitants of Riverside Communities of the Tapajós River Basin, Amazon, Brazil: Exposure to Methylmercury Is Possibly Involved. **PloS one**, San Francisco, USA, v. 10, n. 12, 2015.

KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Sci Total Environ.**, v. 575, p. 525-535, 2017.

KIM, Y. *et al.* Co-exposure to environmental lead and manganese affects the intelligence of school-aged children. **NeuroToxicology**, Amsterdam, Netherlands, v. 30, n. 4, p. 564-571, 2009.

KUMAR, K. V. D; SRIVINAS, N. Study of Noise Levels at Traffic Density Areas in an Urban Environment. **IJERT**, Gandhinagar, Índia, v. 3, n. 11, p. 783-786, 2014.

LEITE, I. C.; VALENTE, J. G.; SCHRAMM, J. M. A. **Carga Global de Doença do Estado de Minas Gerais, 2005.** Relatório final. Rio de Janeiro: ENSP/Fiocruz/ENSPTEC; 2011. Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Estudo%20de%20Carga%20de%20Doencas%20de%20Minas%20Gerais.pdf>.

LIMA, D. P. de. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil.** 2013. Dissertação (Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013. Disponível em: https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/Daniel_Lima_Disserta%25C3%25A7%25C3%25A3o_Final.pdf. Acesso em: 26 abr. 2020.

LINGARD, L. Joining a conversation: the problem/gap/hook heuristic. **Perspect Med Educ**, v. 4, n. 5, p. 252-253, 2015.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** 1 ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Agrotoxicos-no-Brasil%20FLAVIA%20LONDRES.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

LONGO, K. M. *et al.* The Chemistry CATT-BRAMS model (CCATT-BRAMS 4.5): a regional atmospheric model system for integrated air quality and weather forecasting

and research. **Geoscientific Model Development**, Gottingen, Germany, v. 6, n. 5, p. 1389-1405, 2013.

LOPES, A. C. B. de A. *et al.* Association between blood lead and blood pressure: a population-based study in Brazilian adults. **Environ. Health.**, v. 16, n. 27, 2017.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MACHIN, A.B. *et al.* Effects of exposure to fine particulate matter in elderly hospitalizations due to respiratory diseases in the South of the Brazilian Amazon. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, Ribeirão Preto, SP, v. 52, n. 2, 2019.

MACHIN, A. B.; NASCIMENTO, L.F. C. Effects of exposure to air pollutants on children's health in Cuiabá, Mato Grosso State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 34, n. 3, 2018.

MANTOVANI, K. C. C. *et al.* Air pollutants and hospital admissions due to cardiovascular diseases in São José do Rio Preto, Brazil. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 21, n. 2, p. 509-516, 2016.

MASINDI, V.; MUEDI, K. L. Environmental Contamination by Heavy Metals. *In*: SALEH, H. E. **Heavy Metals**. London: IntechOpen, 2018. P. 115-133. *E-book*. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/heavy-metals/environmental-contamination-by-heavy-metals>. Acesso em: 15 jul. 2020.

MAURISSEN, J. P.J. Quantitative sensory assessment in toxicology and occupational medicine: applications, theory, and critical appraisal. **Toxicology Letters**, Amsterdam, Netherlands, v. 43, n. 1-3, p. 321-343, 1988.

MENEZES, R. A. de M.; PAVANITTO, D. R.; NASCIMENTO, L. F. C. Different response to exposure to air pollutants in girls and boys. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo, SP, v. 37, n. 2, p. 166-172, 2019.

MENEZES-FILHO, J. A. *et al.* Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, London, United Kingdom, v. 15, n. 11, 2018.

MONIZ, M. de A. *et al.* Participatory environmental diagnosis and of health risks from the surrounding communities the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p. 3793-3806, 2017.

MONTEIRO, T. H. A. *et al.* Basic sanitation, socioeconomic conditions, and degree of risk for the presence and maintenance of malaria in a low-transmission area in the Brazilian Amazon. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, MG, v. 48, n. 5, p. 573-579, 2015.

MORAES, S. L. de *et al.* Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 35, n. 7, 2019.

MÜLLNER, E. *et al.* Nuclear anomalies in exfoliated buccal cells in healthy and diabetic individuals and the impact of a dietary intervention. **Mutagenesis**, Oxford, United Kingdom, v. 29, n. 1, p.1-6, 2014.

NASCIMENTO, L. F. C. *et al.* Air pollution and respiratory diseases: ecological time series. **São Paulo Med. J.**, São Paulo, SP, v. 134, n. 4, p. 315-321, 2016.

NATIONAL HEALTH SERVICE. **Conditions: Spirometry**. 2018. Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/spirometry/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **How is Sound Measured?**. 2019. Disponível em: <https://www.noisyplanet.nidcd.nih.gov/have-you-heard/how-is-sound-measured>. Acesso em: 20 jul. 2020.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. **Noise-Induced Hearing Loss**. 2019. Disponível em: <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>. Acesso em: 23 abr. 2020.

NIEUWENHUIJSEN, M. Design of exposure questionnaires for epidemiological studies. **Occup. Environ. Med.**, London, United Kingdom, v. 62, n. 4, p. 272–280, 2005.

PAE, C. Why Systematic Review rather than Narrative Review?. **Psychiatry Investig**, Korea, v. 12, n. 3, p. 417–419, 2015.

PAIVA, R. F. da P. de S.; SOUZA, M. F. da P. de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 34, n. 1, 2018.

PARAISO, M. L. de S.; GOUVEIA, N.. Health risks due to pre-harvesting sugarcane burning in São Paulo State, Brazil. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 691-701, 2015.

PATHAK, V.; TRIPATHI, B. D.; MISHRA, V. K. Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. **Atmos. Environ.**, Amsterdam, Netherlands, v. 42, n. 16, p. 3892-3898, 2008.

PEREIRA, B. B.; LIMONGI, J. E. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, RJ, v. 23, n. 2, p. 91-100, 2015.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. *In*: Peres F, Moreira, JC (Org.) **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2003. Disponível em:

https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_01_veneno_ou_remedio.pdf. Acesso em: 24 jul. 2020.

PICCOLI, C. *et al.* Occupational exposure to pesticides and hematological alterations: A survey of farm residents in the South of Brazil. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 24, n. 6, p. 2325-2340, 2019.

POLAND, G. A. *et al.* A systems biology approach to the effect of aging, immunosenescence and vaccine response. **Curr. Opin. Immunol.**, v. 29, p. 62-68, 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Brasil mantém tendência de avanço no desenvolvimento humano, mas desigualdades persistem**. 2018. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/presscenter/articles/2018/brasil-mantem-tendencia-de-avanco-no-desenvolvimento-humano--mas.html>. Acesso em: 06 jul. 2020.

PRÜSS-USTÜN, A. *et al.* Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. **Int J Hyg Environ Health**, v. 222, n. 5, p. 765-777, 2019.

QUEENSLAND GOVERNMENT. **Focus group guide**. [20--?]. Disponível em: https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/146264/focus-group-guide.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.

RECENA, M. C. P.; CALDAS, E. D. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 42, n. 2, p. 294-301, 2008.

RECIO, A. *et al.* The short-term association of road traffic noise with cardiovascular, respiratory, and diabetes-related mortality. **Environ Res.**, v. 150, p. 383-390, 2016.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2. ed. Brasília: OPAS, 2008. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/indicadores.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.

REIS, M. M. dos *et al.* Air pollution and low birth weight in an industrialized city in Southeastern Brazil, 2003-2006. **Rev. Bras. Epidemiol.**, São Paulo, SP, v. 20, n. 2, p. 189-199, 2017a.

REIS, M. M. dos *et al.* Knowledge, attitudes, and practices of women farmers concerning tobacco agriculture in a municipality in Southern Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 33, supl. 3, 2017b.

RIBEIRO, P. C. *et al.* Fine particulate matter and ischemic heart diseases in relation to sex. An ecological time series study. **São Paulo Med. J.**, São Paulo, SP, v. 137, n. 1, p. 60-65, 2019.

RIGGS, D. W. *et al.* Exposure to airborne fine particulate matter is associated with impaired endothelial function and biomarkers of oxidative stress and inflammation. **Environ Res.**, Netherlands, v. 180, 2020.

RODRIGUES, C. G. *et al.* Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. **Rev. Bras. Estud. Popul.**, São Paulo, SP, v. 32, n. 3, p. 489-509, 2015.

RODRIGUES, P. C. de O. *et al.* Fatores de risco para mortalidade por doenças cardiovasculares associados à alta exposição ao tráfego veicular. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 423-434, 2017.

SALDIVA, S. R. D. M. *et al.* Small-Scale Variations in Urban Air Pollution Levels Are Significantly Associated with Premature Births: A Case Study in São Paulo, Brazil. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, London, United Kingdom, v. 15, n. 10, 2018.

SALICIO, M. A. *et al.* Environmental variables and levels of exhaled carbon monoxide and carboxyhemoglobin in elderly people taking exercise. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 21, n. 4, p. 1023-1032, 2016.

SANTOS, U. P. *et al.* Association between Traffic Air Pollution and Reduced Forced Vital Capacity: A Study Using Personal Monitors for Outdoor Workers. **PLoS One**, San Francisco, USA, v. 11, n. 10, 2016.

SCLIAR, M. História do Conceito de Saúde. **Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 17, n. 1, p. 29-41, 2007.

SILVA, E. B. *et al.* A. Saneamento básico e mortalidade infantil na região do Alto Tietê, São Paulo. **Rev. Salud Ambient.**, Espanha, v. 19, n. 1, p. 3-11, 2019.

SIQUEIRA, M. S. *et al.* Hospitalizations due to diseases associated with poor sanitation in the public health care network of the metropolitan region of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil, 2010-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, DF, v. 26, n. 4, p. 795-806, 2017.

SOBRINHO, E. M. G.; AZZONI, C. R. **Aglomerções Industriais Relevantes do Brasil**. TD Nereus, 07-14, São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_07_2014.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

SOKOL, R. Z. *et al.* Exposure to Environmental Ozone Alters Semen Quality. **Environ. Health Perspect.**, Durham, USA, v. 114, n. 3, p. 360–365, 2006.

SØRENSEN, M. *et al.* Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: A cohort study. **International Journal of Cancer**, v. 134, n. 11, p. 2691-2698, 2014.

STANSFELD, S. A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **Br. Med. Bull.**, Oxford, United Kingdom, v. 68, n. 1, p. 243-257, 2003.

STONY BROOK UNIVERSITY. **Environmental Topics and Essays: Our Role and Relationship With Nature**. 2014. Disponível em: <https://you.stonybrook.edu/environment/sample-page/>. Acesso em: 11 jul. 2020.

SUTTON, A. *et al.*, Meeting the review family: exploring review types and associated information retrieval requirements. **Health Information & Libraries Journal**, United Kingdom, v. 36, n. 3, p. 202-222, 2019.

TUAN, T. S.; VENANCIO, T. S.; NASCIMENTO, L. F. C. Effects of Air Pollutant Exposure on Acute Myocardial Infarction, According to Gender. **Arq. Bras. Cardiol.**, São Paulo, SP, v. 107, n. 3, p. 216-222, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Biblioteca Universitária. **Bases de Dados em Ciências da Saúde**. 2020. Disponível em: <http://portal.bu.ufsc.br/bases-de-dados-por-area-de-conhecimento/base-de-dados-em-ciencias-da-saude/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **World Population Prospects**. 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>. Acesso em: 25 abr. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Exposure to Environmental Contaminants**. 2020a. Disponível em: <https://www.epa.gov/report-environment/exposure-environmental-contaminants>. Acesso em: 25 abr. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Human Health Issues Related to Pesticides**. 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/human-health-issues-related-pesticides#What>. Acesso em: 21 abr. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Learn about Lead**. 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead#effects>. Acesso em: 16 jul. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Managing Air Quality - Ambient Air Monitoring**. 2020b. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/managing-air-quality-ambient-air-monitoring>. Acesso em: 25 abr. 2020.

EPPI-CENTRE. **What is a systematic review?** 2020. Disponível em: <https://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=67>. Acesso em: 25 abr. 2020.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Instituto de Estudos Avançados. **Faltam pesquisas na área de contaminação dos solos e mineração**. 2016. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/noticias/lei-de-residuos-solidos-nao-e-cumprida-e-faltam-pesquisas-sobre-contaminacao-de-solo>. Acesso em: 08 jul. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO". Faculdade de Ciências Agrônômicas. **Tipos de Revisão de Literatura**. 2015. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

UNIVERSITY OF CALGARY. **Great smog of 1952**. 2016. Disponível em: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Great_smog_of_1952#cite_note-bell-2. Acesso em: 11 jul. 2020.

UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA. The Writing Center. **Literature Reviews**. 2020. Disponível em: <https://writingcenter.unc.edu/tips-and-tools/literature-reviews/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA. Upstate. **Literature Review: Purpose of a Literature Review**. 2020. Disponível em: <https://uscupstate.libguides.com/c.php?g=627058&p=4389968#:~:text=The%20purpose%20of%20a%20literature,questions%20left%20from%20other%20research>. Acesso em: 10 jul. 2020.

VALE, L. D. O. *et al.* Evaluation of genotoxic and cytotoxic effects in buccal mucosa cells of welders in the cities of Cubatão and Santos, state of São Paulo, Brazil. **Rev Bras. Med. Trab.**, São Paulo, SP, v. 15, n. 4, p. 303-309, 2017.

VALENTI, C. *et al.* Respiratory illness and air pollution from the steel industry: the case of Piquiá de Baixo, Brazil (Preliminary report). **Multidiscip. Respir. Med.**, Basel, Switzerland, v. 11, n. 41, 2016.

VASCONCELLOS, A. C. S. de *et al.* Burden of Mild Mental Retardation attributed to prenatal methylmercury exposure in Amazon: local and regional estimates. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 23, n. 11, p. 3535-3545, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environment and health: Noise**. 2020. Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise>. Acesso em: 16 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Frequently asked questions**. 2020a. Disponível em: <https://www.who.int/about/who-we-are/frequently-asked-questions>. Acesso em: 25 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Inheriting a sustainable world: Atlas on children's health and the environment**. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/ceh/publications/inheriting-a-sustainable-world/en/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Lead poisoning and health**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>. Acesso em: 18 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **More than 90% of the world's children breathe toxic air every day.** 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/29-10-2018-more-than-90-of-the-world%E2%80%99s-children-breathe-toxic-air-every-day>. Acesso em: 09 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Preventing disease through healthy environments:** a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: WHO, 2018a. Disponível em: https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/. Acesso em: 11 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Public health, environmental and social determinants of health.** 2020b. Disponível em: https://www.who.int/phe/health_topics/en/. Acesso em: 25 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals.** Geneva: WHO, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330100/WHO-CED-PHE-WSH-19.149-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 16 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005.** 2006. Disponível em: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/. Acesso em: 07 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016).** 2016. Disponível em: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/. Acesso em: 07 jul. 2020.

ZANNIN, P. H. T. *et al.* A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. **EIA Review**, Amsterdam, Netherlands, v. 23, n. 2, p. 245-255, 2003.

APÊNDICE A – Artigos incluídos na revisão sistemática

	Título	Ano
1	A streamlined approach by a combination of bioindication and geostatistical methods for assessing air contaminants and their effects on human health in industrialized areas: A case study in Southern Brazil	2017
2	A system for evaluating the impact of noise pollution on the population's health	2016
3	Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro	2017
4	Air pollutants and hospital admissions due to cardiovascular diseases in Sao Jose do Rio Preto, Brazil	2016
5	Air pollution and children's health: sickle cell disease	2015
6	Air Pollution and Deaths among Elderly Residents of Sao Paulo, Brazil: An Analysis of Mortality Displacement	2017
7	Air pollution and hospitalizations in the largest Brazilian metropolis	2017
8	Air pollution and its impacts on health in Vitoria, Espirito Santo, Brazil	2016
9	Air pollution and low birth weight in an industrialized city in Southeastern Brazil, 2003-2006	2017
10	Air pollution and respiratory diseases: Ecological time series	2016
11	Air Quality and Health Impacts of Future Ethanol Production and Use in Sao Paulo State, Brazil	2016
12	Análise multivariada da esquistossomose no estado de Minas Gerais: análise de componentes principais	2018
13	Analysis of the association between bladder carcinoma and arsenic concentration in soil and water in southeast Brazil	2018
14	Assessment and valuation of public health impacts from gradual biodiesel implementation in the transport energy matrix in Brazil	2018
15	Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil	2018
16	Association between blood lead and blood pressure: A population-based study in Brazilian adults	2017
17	Association between NOx exposure and deaths caused by respiratory diseases in a medium-sized Brazilian city	2015
18	Association between the concentration of fine particles in the atmosphere and acute respiratory diseases in children	2017
19	Association between the Occurrence of Primary Hypothyroidism and the Exposure of the Population Near to Industrial Pollutants in Sao Paulo State, Brazil	2019

20	Association between Traffic Air Pollution and Reduced Forced Vital Capacity: A Study Using Personal Monitors for Outdoor Workers	2016
21	Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada	2019
22	Basic sanitation, socioeconomic conditions, and degree of risk for the presence and maintenance of malaria in a low-transmission area in the Brazilian amazon	2015
23	Biomass burning in the Amazon region: Aerosol source apportionment and associated health risk assessment	2015
24	Biomonitoring of genotoxic risk of workers exposed to heavy air pollution	2015
25	Burden of mild mental retardation attributed to prenatal methylmercury exposure in amazon: Local and regional estimates	2018
26	Characterization of an area of reference for inhalable particulate matter (PM2.5) associated with genetic biomonitoring in children	2015
27	Characterization of the particulate matter and relationship between buccal micronucleus and urinary 1-hydroxypyrene levels among cashew nut roasting workers	2017
28	Climatic variability and morbidity and mortality associated with particulate matter	2017
29	Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study	2018
30	Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012	2015
31	Different response to exposure to air pollutants in girls and boys	2019
32	Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil	2016
33	Drinking water quality in schools of the Santarém region, Amazon, Brazil, and health implications for school children	2018
34	Dual exposure to smoking and household air pollution is associated with an increased risk of severe asthma in adults in Brazil	2018
35	Dynamic regression model for evaluating the association between atmospheric conditions and deaths due to respiratory diseases in São Paulo, Brazil	2018
36	Effects of air pollutant exposure on acute myocardial infarction, according to gender	2016
37	Effects of air pollution caused by sugarcane burning in Western Sao Paulo on the cardiovascular system	2017
38	Effects of exposure to air pollutants on children's health in Cuiabá, Mato Grosso State, Brazil	2018
39	Effects of exposure to fine particulate matter in elderly hospitalizations due to respiratory diseases in the South of the Brazilian Amazon	2019

40	Effects of particulate matter and its chemical constituents on elderly hospital admissions due to circulatory and respiratory diseases	2016
41	Effects of pesticides on rural workers: haematological parameters and symptomalogical reports	2019
42	Environmental aspects related to tuberculosis and intestinal parasites in a low-income community of the Brazilian Amazon	2017
43	Environmental co-exposure to lead and manganese and intellectual deficit in school-aged children	2018
44	Environmental Exposure to Pesticides and Breast Cancer in a Region of Intensive Agribusiness Activity in Brazil: A Case-Control Study	2019
45	Environmental factors can influence dengue reported cases	2017
46	Environmental variables and levels of exhaled carbon monoxide and carboxyhemoglobin in elderly people taking exercise	2016
47	Evaluation of genotoxic and cytotoxic effects in buccal mucosa cells of welders in the cities of Cubatão and Santos, state of São Paulo, Brazil	2017
48	Exposure to fine particulate matter and hospital admissions due to pneumonia: Effects on the number of hospital admissions and its costs	2016
49	Exposure to NO ₂ and children hospitalization due to respiratory diseases in Ribeirao Preto, SP, Brazil	2018
50	Fine particulate matter and ischemic heart diseases in relation to sex. An ecological time series study	2019
51	Fuzzy computational models to evaluate the effects of air pollution on children	2018
52	Fuzzy logic and hospital admission due to respiratory diseases using estimated values by mathematical model	2019
53	Fuzzy model approach for estimating time of hospitalization due to cardiovascular diseases	2015
54	Fuzzy model to estimate the number of hospitalizations for asthma and pneumonia under the effects of air pollution	2017
55	Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005	2015
56	Health Impact Assessment of Air Pollution in Sao Paulo, Brazil	2016
57	Health impact modelling of different travel patterns on physical activity, air pollution and road injuries for Sao Paulo, Brazil	2017
58	Health risks due to pre-harvesting sugarcane burning in São Paulo State, Brazil	2015
59	High risk of respiratory diseases in children in the fire period in Western Amazon	2016
60	Hospitalizations due to diseases associated with poor sanitation in the public health care network of the metropolitan region of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil, 2010-2014	2017

61	Influência da densidade de tráfego veicular na internação por câncer do aparelho respiratório no Município de São Paulo, Brasil	2019
62	Knowledge, attitudes, and practices of women farmers concerning tobacco agriculture in a municipality in Southern Brazil	2017
63	Malformações congênitas em regiões de monocultivo no estado de Minas Gerais, Brasil	2017
64	Monthly-Term Associations Between Air Pollutants and Respiratory Morbidity in South Brazil 2013-2016: A Multi-City, Time-Series Analysis	2019
65	Noise in early childhood education institutions	2018
66	Notifiable Diseases Information System and human poisoning by pesticides in Brazil	2019
67	Nutritional and environmental risk factors for breast cancer: a case-control study	2018
68	Occupational exposure to pesticides and hematological alterations: A survey of farm residents in the south of Brazil	2019
69	Ocorrência de casos de leishmaniose tegumentar americana: uma análise multivariada dos circuitos espaciais de produção, Minas Gerais, Brasil, 2007 a 2011	2018
70	Ozone decreases sperm quality in systemic lupus erythematosus patients	2016
71	Parenteral exposure to pesticides and occurrence of congenital malformations: Hospital-based case-control study	2016
72	Participatory environmental diagnosis and of health risks from the surrounding communities the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro, Brazil	2017
73	Perception of the Quality of Life of Tobacco Growers Exposed to Pesticides: Emphasis on Health, Hearing, and Working Conditions	2019
74	PM ₁₀ exposure and cardiorespiratory mortality – Estimating the effects and economic losses in São Paulo, Brazil	2018
75	Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil	2019
76	Pre-harvest cane burning and health: the association between school absences and burning sugarcane fields	2015
77	Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030	2015
78	Regression Model to Evaluate the Impact of Basic Sanitation Services in Households and Schools on Child Mortality in the Municipalities of the State of Alagoas, Brazil	2019
79	Relationship between climatic factors and air quality with tuberculosis in the Federal District, Brazil, 2003-2012	2017
80	Respiratory condition of family farmers exposed to pesticides in the state of Rio de Janeiro, Brazil	2018
81	Respiratory illness and air pollution from the steel industry: the case of Piquia de Baixo, Brazil	2016
82	Risco de adoecimento por exposição às águas do Rio Doce: um estudo sobre a percepção da população de	2015

	Tumiritinga, Minas Gerais, Brasil	
83	Risk factors for hospital admission of Brazilian children with non-rotavirus diarrhoea: a case control-study	2015
84	Risk factors for recurrent wheezing in infants: a case-control study	2016
85	Risk factors in cardiovascular disease mortality associated with high exposure to vehicular traffic	2017
86	Saneamento básico e mortalidade infantil na região do Alto Tietê, São Paulo	2019
87	Sanitation conditions as an epidemiologic indicator for American Cutaneous Leishmaniasis in the Brazilian Southwestern Amazonia	2017
88	Small-Scale Variations in Urban Air Pollution Levels Are Significantly Associated with Premature Births: A Case Study in São Paulo, Brazil	2018
89	Socioeconomic inequities and hepatitis A virus infection in Western Brazilian Amazonian children: Spatial distribution and associated factors	2015
90	Socio-environmental approach in nursing: focusing on rural labor and the use of pesticides	2016
91	Socioenvironmental factors associated with Schistosoma mansoni infection and intermediate hosts in an urban area of northeastern Brazil	2018
92	Somatosensory Psychophysical Losses in Inhabitants of Riverside Communities of the Tapajos River Basin, Amazon, Brazil: Exposure to Methylmercury Is Possibly Involved	2015
93	Space-time analysis of the effect of air pollution on children's health	2019
94	Temporal and spatial evolution of dengue incidence in Brazil, 2001-2012	2016
95	The importance of otoneurological evaluation in Brazilian workers exposed to pesticides: A preliminary study	2019
96	Tremor essencial em guardas de endemias expostos a agrotóxicos: estudo caso-controle	2017
97	Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil	2019
98	Waterborne diseases classification and relationship with social-environmental factors in Florianopolis city - Southern Brazil	2016