

# ENSINO, SAÚDE E AMBIENTE

## Impactos da exposição à poluição ambiental sobre a saúde dos brasileiros: uma revisão sistemática

*Environmental pollution exposure impacts on brazilian health: a systematic review*

Ana Luísa Curado;<sup>1</sup> Carla Eloísa Diniz dos Santos;<sup>2</sup> Ana Carolina Borella Marfil Anhô;<sup>3</sup> Angela Maria Magosso Takayanagi;<sup>4</sup> Ana Paula Milla dos Santos Senhuk<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil  
[ana.curado@uftm.edu.br](mailto:ana.curado@uftm.edu.br) / <https://orcid.org/0000-0002-0178-0980>

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil  
[carla.santos@uftm.edu.br](mailto:carla.santos@uftm.edu.br) / <https://orcid.org/0000-0002-5954-1026>

<sup>3</sup> Doutora em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil  
[ana.anhe@uftm.edu.br](mailto:ana.anhe@uftm.edu.br) / <https://orcid.org/0000-0002-6970-2479>

<sup>4</sup> Doutora em Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP  
[ammtakay@eerp.usp.br](mailto:ammtakay@eerp.usp.br) / <https://orcid.org/0000-0003-2232-4949>

<sup>5</sup> Doutora em Ciências, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil  
[ana.senhuk@uftm.edu.br](mailto:ana.senhuk@uftm.edu.br) / <https://orcid.org/0000-0002-6004-5513>

**Palavras-chave:**  
saúde ambiental;  
poluição do ar;  
poluição da água;  
agrotóxicos; metais  
tóxicos.

**Resumo:** Estima-se que mais de 12 milhões de mortes a cada ano, quase um quarto das mortes anuais globais, sejam atribuídas a fatores ambientais. Contudo, a adoção de medidas preventivas e mitigadoras, visando redução do impacto sobre a saúde pública, tem sido negligenciada em países em desenvolvimento, como o Brasil. Neste contexto, este estudo realizou uma revisão sistemática das pesquisas desenvolvidas no Brasil entre 2015 e 2020, sobre exposição à poluição ambiental e impactos à saúde da população. A busca foi realizada nas bases de dados: Web of Science, Scopus, LILACS e Medline/Pubmed. Nos 123 artigos selecionados, a exposição ambiental estudada - poluição do ar (57,7%), da água (21,1%), por agrotóxico (14,6%), por metal tóxico (4,9%) e sonora (1,6%) - foi relacionada a diversos problemas de saúde, como câncer, doenças cardiorrespiratórias, neurológicas, infecções, malformações congênitas, perda de capacidade auditiva, dentre outros. Quanto às implicações socioambientais e econômicas, relacionadas aos diferentes tipos de poluição, a população brasileira ainda vivencia esses problemas de forma desigual, sendo evidentes maiores consequências para comunidades mais vulneráveis ou determinadas atividades ocupacionais. A maioria dos estudos foi realizada na região Sudeste do Brasil, evidenciando a importância das Instituições de Ensino Superior e Centros de Pesquisa no desenvolvimento científico do país, que se concentram nessa região. Os resultados identificaram as principais matrizes ambientais que impactam a saúde, as quais guardam uma estreita relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU em 2015, trazendo informações norteadoras para estudos futuros e para gestores ambientais e de saúde do Brasil.

**Keywords:**  
environmental health;  
air pollution; water  
pollution; pesticides;  
toxic metals.

**Abstract:** Environmental factors are being related to more than 12 million deaths each year, almost a quarter of global deaths. However, the adoption of preventive and mitigating actions in order to reduce their impact on public health has been neglected in developing countries, such as Brazil. In this context, this study conducted a systematic review of the research carried out in Brazil between 2015 and 2020, regarding the relationship between exposure to environmental pollution and population health. The search was carried out in the Web of Science, Scopus, LILACS, and Medline/Pubmed. Among the 121 articles selected, the environmental exposure studied - air pollution (57.7%), water pollution (21.1%), by pesticides (14.6%), by toxic metal (4.9%) and by noise (1.6%) - was related to several health problems, like cancer,



cardiorespiratory and neurological diseases, infections, congenital malformations, hearing loss and others. Regards the socioenvironmental and economic implications of different types of pollution, the Brazilian population still experiences these problems unevenly, with greater consequences for vulnerable communities or certain occupational activities. Most of the studies were carried out in the Brazilian Southeast region, highlighting the importance of Higher Education Institutions and Research Centers for scientific development. The environmental matrices that impact public health were identified, which are closely related to the Sustainable Development Goals raised by the United Nations in 2015, providing focused information for future studies and for environmental and health managers in Brazil.

## Introdução

Exposição à poluição ambiental é um importante fator de risco para doenças não transmissíveis tais como asma, câncer, distúrbios do neurodesenvolvimento, malformações fetais, doenças cardíacas, doenças pulmonares, dentre outras (LANDRIGAN *et al.*, 2018; WHO, 2018). Como consequência, estima-se que 12,6 milhões de mortes a cada ano, quase um quarto das mortes anuais globais, sejam atribuídas a fatores ambientais (WHO, 2018). O Brasil, quinto maior país do mundo em extensão territorial e com a sexta maior população mundial (IBGE, 2020a), enfrenta diversos problemas socioambientais que impactam diretamente a saúde da população, muitas vezes de forma desigual, configurando-se como injustiças ambientais.

Um exemplo é o panorama atual do saneamento básico, cuja ineficácia atinge principalmente a população mais vulnerável, fato evidenciado com a pandemia por COVID-19. 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, 2020), 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 (FAXINA *et al.*, 2018; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Além dos impactos na saúde e nas finanças públicas, o saneamento inadequado impacta o mercado de trabalho e as atividades econômicas. Em regiões com baixa cobertura desse serviço, trabalhadores se afastam por motivo de saúde e têm o rendimento de trabalho prejudicado; crianças têm um menor aproveitamento escolar; imóveis são menos valorizados e o turismo não se desenvolve adequadamente. Considerando o período de 2016 a 2036, previsto para a universalização das medidas de saneamento no Brasil, espera-se que os benefícios diretos alcancem R\$ 1,5 trilhão (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

A poluição atmosférica também impacta negativamente a qualidade de vida, principalmente em grandes centros urbanos. Segundo Lelieveld *et al.* (2015), caso medidas mais agressivas de controle da poluição atmosférica mundial não sejam implementadas, o número de mortes acarretadas por este tipo de poluição pode aumentar em mais de 50% até 2050. Em estudo realizado pelo Ministério da Saúde, constatou-se que o número de mortes

evitáveis devido a esse tipo de poluição cresceu no período de 2006-2016, sendo estimado um total de 42.228 mortes em 2016 (BRASIL, 2019). Ademais, os autores destacaram que os esforços para a minimização dos impactos devem se concentrar, além dos grandes centros urbanos, nos estados mais afetados pelas queimadas.

Embora venha crescendo o número de pesquisas na área de saúde ambiental, desde a segunda metade do século XX, esse tema específico ainda carece de maior robustez para um entendimento mais ampliado, visando o alcance de possíveis soluções. Estudos epidemiológicos e revisões (PEREIRA e LIMONGI; 2015; ASMUS *et al.*, 2016; DAPPER *et al.*, 2016) fornecem valiosas contribuições para o cenário da saúde pública; contudo, ainda não foi investigado, de forma geral, como diversos problemas socioambientais têm afetado a saúde em todo o país, correlacionando-os com os padrões de desenvolvimento econômico/industrial regional e com alterações sofridas pelas políticas ambientais brasileiras.

Acresça-se a esse contexto as metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, que abrangem 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS). Analisando-se essas metas, nota-se que o controle da poluição está intrinsecamente ligado à melhoria da saúde (ODS 3), bem como à redução da pobreza (ODS 1), acesso à água potável e melhorias no saneamento (ODS 6), redução das mudanças climáticas (ODS 13) e, promoção da justiça social (ODS 10) (LANDRIGAN *et al.*, 2018).

Nesse sentido, este trabalho é o primeiro a realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) brasileira entre 2015 e 2020, sobre a relação entre a exposição à poluição ambiental e a saúde da população, ressaltando a forte ligação entre proteção ambiental e saúde pública.

## **Metodologia**

A metodologia foi adaptada de “Diretrizes metodológicas para a elaboração de revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais comparativos sobre fatores de risco e prognóstico”, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2014). Para o planejamento da RSL, foi levada em conta, primeiramente, a questão de pesquisa a ser explorada, relacionada a impactos na saúde da população brasileira decorrentes da exposição à poluição ambiental e o desfecho de interesse. A busca foi feita nas bases de dados bibliográficas eletrônicas: Web of Science, Scopus, LILACS e Medline/Pubmed, consideradas as principais fontes em ciências da saúde, utilizando-se os termos descritos no Quadro 1.

**Quadro 1** - Formulação da questão de pesquisa selecionada

<b>Domínio</b>	<b>Questão</b>	<b>Termos de busca</b>
<b>População</b>	Brasileiros ou parte deles	Brazil
<b>Exposição</b>	Exposição à poluição ambiental	pollution OR “environmental exposure” OR “environmental contamination” OR pesticide OR sanitation OR metal
<b>Desfecho</b>	Impacto na saúde	"health status" OR "health outcome" OR disease OR morbidity OR death OR mortality

**Fonte:** Das autoras, 2022

Foram usados como critérios prévios de elegibilidade: a) relação de exposição à poluição ambiental com a saúde dos brasileiros ou de uma parcela dessa população; b) publicação em revista científica em formato de artigo original; c) publicação nos idiomas português, inglês ou espanhol; d) publicação no período de 01/01/2015 a 31/12/2020; e) disponibilização em acesso aberto do artigo completo.

Os critérios de exclusão foram: a) não atender a 1 ou mais critérios de elegibilidade; b) artigos de revisão; c) artigos detectados em mais de uma base, sendo mantido apenas um registro de cada artigo.

O processo de confirmação da elegibilidade consistiu em uma triagem dos documentos, com leitura do título e resumo, realizada por dois pesquisadores, de modo independente. O processo de extração dos dados, inseridos em planilhas eletrônicas do Excel®, foi realizado pela leitura completa dos artigos elegidos. Os dados extraídos dos artigos foram: variáveis ambientais, variáveis de saúde, tipo dos dados (primários ou secundários), fonte dos dados, filiação dos autores, local de estudo, dentre outros.

## **Resultados e discussão**

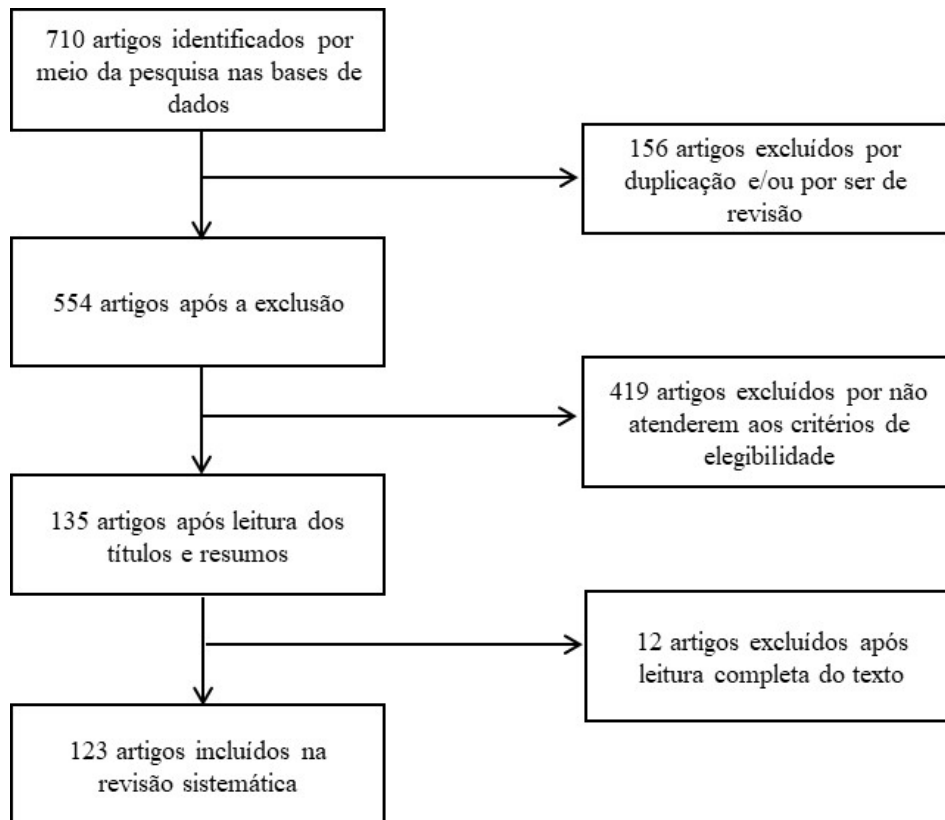
A busca nas bases de dados permitiu a identificação de 710 artigos, principalmente na Web of Science e Scopus. Após aplicação dos critérios de exclusão e confirmação da elegibilidade, 123 artigos foram incluídos no presente estudo (Figura 1) (Material suplementar). As publicações variaram de 16 a 25 por ano, apresentando uma discreta tendência de crescimento no período estudado (2015 e 2020).

Os artigos selecionados foram desenvolvidos em sua maioria na região Sudeste, principalmente aqueles que abordavam os efeitos da poluição atmosférica na saúde. Embora seja a segunda menor macrorregião do país, a região Sudeste é a mais populosa e responsável por 53% do Produto Interno Bruto (IBGE, 2020b). Além disso, das 2.537 Instituições de Ensino Superior (IES), 44,4% estão localizadas nessa região (BRASIL, 2018).

Mais de 90% dos artigos foram desenvolvidos e publicados por pelo menos um autor vinculado a uma IES pública e cerca de 20% foram realizados com a colaboração de pesquisadores de organizações internacionais. Esses resultados reforçam os dados do 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 pesquisa no país e, aproximadamente, um terço da produção científica é desenvolvido em parceria internacional.

**Figura 1** - Fluxograma do processo de seleção de artigos para a RSL



**Fonte:** Das autoras, 2022

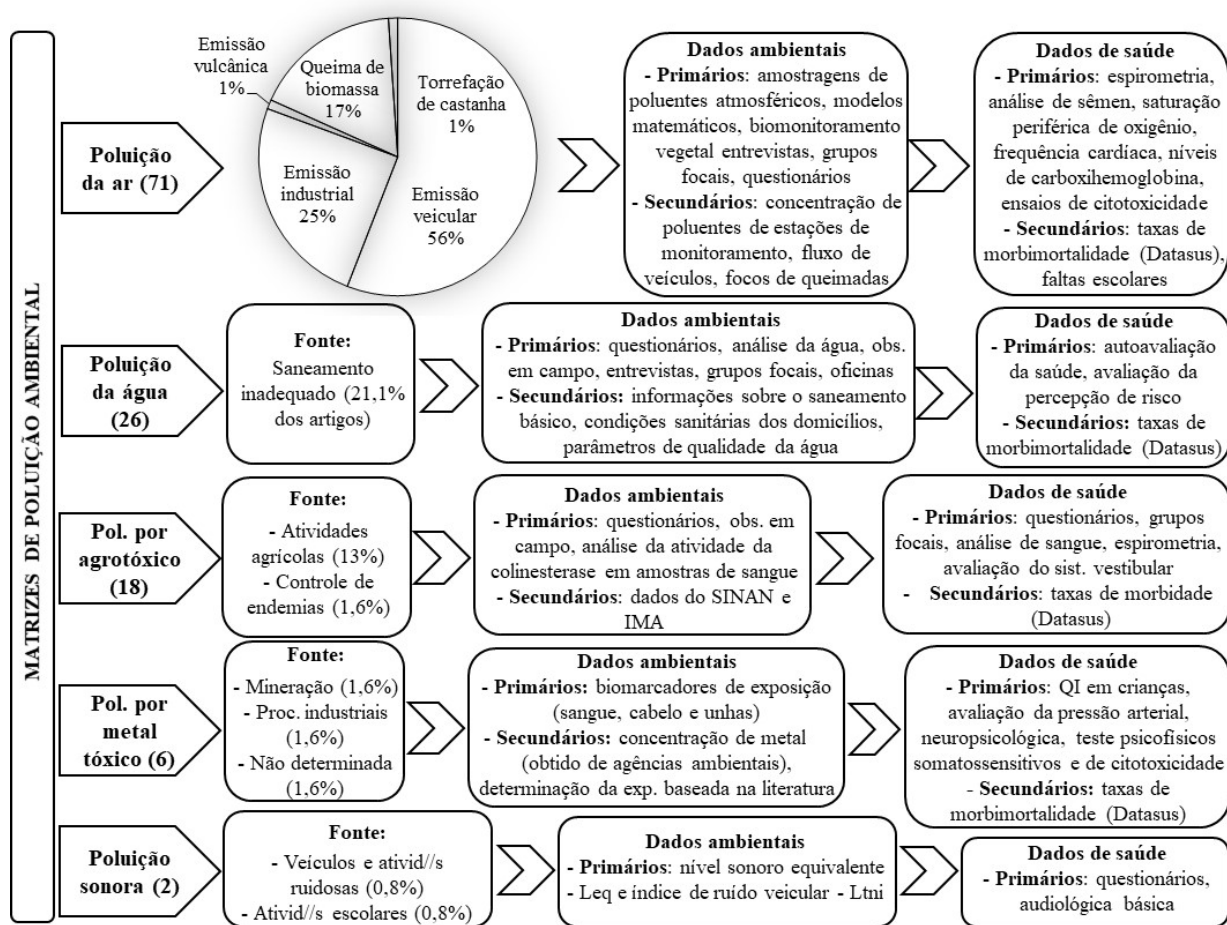
Apesar de crianças e idosos serem os grupos mais vulneráveis diante de uma exposição ambiental, observou-se que a escolha da população estudada e sua faixa etária estiveram vinculadas ao objetivo do estudo. Lopes *et al.* (2017), por exemplo, examinaram a associação de níveis de chumbo no sangue com Hipertensão Arterial Sistêmica em indivíduos com 40 anos, pois possuem maior risco para doenças cardiovasculares do que pessoas mais jovens. De acordo com Paoliello e Capitani (2005), 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.

Dos artigos selecionados, cerca de 21% analisaram a exposição ocupacional a fatores ambientais, entre eles: trabalhadores rurais, agentes de saúde, trabalhadores em túnel com tráfego intenso, trabalhadores ao ar livre (controladores de tráfego, taxistas e funcionários de parques) e soldados.

Quanto ao tipo de exposição ambiental, foram mencionadas a poluição do (57,7%), da água (21,1%), por agrotóxico (14,6%), por metal tóxico (4,9%) ou sonora (1,6%) (Figura 2). Estes tipos de poluição são resultantes, principalmente, de atividades industriais, mineração, agricultura mecanizada e combustão de veículos automotores; atividades essas que estão em ascensão no Brasil e em outros países em desenvolvimento (LANDRIGAN *et al.*, 2018).

A figura 2 sintetiza as informações obtidas na RSL realizada, revelando as matrizes de poluição ambiental e respectivas fontes de poluição, bem como a origem dos dados ambientais e de saúde descritos nos 123 artigos analisados.

**Figura 2** – Tipos de dados ambientais e de saúde relacionados a diferentes matrizes de poluição ambiental e suas respectivas fontes de emissão (2015 a 2020)



Fonte: Das autoras, 2022

Foram observadas 10 fontes de poluição relacionadas às exposições ambientais, sendo as mais frequentes: emissão veicular, emissão industrial, saneamento inadequado, queima de biomassa e atividades agrícolas (Figura 2). Tais informações refletem problemas socioambientais enfrentados pelo país há décadas, os quais serão melhor discutidos mais adiante, em cada matriz de poluição identificada.

## Poluição do ar

Nos 71 artigos encontrados sobre poluição do ar, os principais impactos na saúde relatados foram doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer. Também foram identificadas relações com o aumento de alterações genéticas e/ou citológicas, prematuridade, baixo peso ao nascer, diminuição da qualidade do sêmen, doenças circulatórias, hipotireoidismo, intoxicação, redução da função pulmonar e sibilância.

Os dados primários de saúde consistiram em exames como espirometrias, análise de amostras de sêmen e leitura da saturação periférica de oxigênio, da frequência cardíaca e dos níveis de carboxihemoglobina. Alguns estudos também utilizaram 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. O aumento nos níveis de ozônio na atmosfera esteve associado à diminuição do número total e da concentração de espermatozoides ejaculados por esses indivíduos. Esses resultados corroboram os dados obtidos por Sokol *et al.* (2006), após análise de amostras de sêmen de um banco de doadores de espermatozoide em Los Angeles, Estados Unidos.

A espirometria é um teste simples que mede a quantidade de ar expirado por uma pessoa em uma respiração forçada (NHS, 2018). 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. Essa porcentagem foi considerada extremamente elevada, quando comparada com os achados de estudo semelhante (VALENTI *et al.*, 2016).

Galvão *et al.* (2017) utilizaram os níveis de 1-hidroxi pireno (1-OHP) na urina como biomarcador de exposição a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP). Níveis elevados de 1-OHP foram encontrados na urina de trabalhadores na torra de castanha de caju, comparado às amostras do grupo controle. O pireno, um HAP liberado na torra de castanha de caju, é metabolizado 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.

Como dados secundários de saúde, utilizou-se taxas de internações e mortalidade (em 68% dos estudos) e, em menor frequência, o número de faltas escolares. A maioria desses dados foi extraída de sistemas do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus); contudo, o uso dessas informações está sujeito a erros de diagnóstico e/ou de

endereços e subnotificações. Outra limitação é o fato de incluírem apenas os registros do Sistema Único de Saúde (SUS), desconsiderando os convênios médicos (MANTOVANI *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2019).

A exposição à poluição do ar pode provocar aumento no número de internações por doenças respiratórias e cardiovasculares. Destaca-se o estudo de Gouveia *et al.* (2017), que identificou associações significantes entre exposição à material particulado (MP<sub>10</sub>) e internações por doenças respiratórias na população geral e em crianças menores de cinco anos, na maioria dos municípios da região Metropolitana de São Paulo, que contam com rede de monitoramento da qualidade do ar.

Contudo, o tempo de internação, variável fundamental para a composição dos custos à sociedade, geralmente não é considerado em estudos dessa natureza. Para isso, Coutinho *et al.* (2015) construíram um modelo linguístico *fuzzy* a fim de estimar o tempo médio de internações por doenças cardiovasculares, de acordo com as concentrações de poluentes do ar.

Nos 71 artigos selecionados, os dados de saúde estavam relacionados principalmente com a concentração de poluentes atmosféricos (84% dos artigos), obtida em estações de monitoramento da qualidade do ar de agências/órgãos ambientais dos Estados, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Também foram considerados dados ambientais secundários sobre tráfego de veículos, frequência de queimadas e área de cana colhida com queima.

Em alguns desses estudos, foi presumido que a concentração de poluentes atmosféricos no local estudado era homogênea e, conseqüentemente, que toda a população era exposta da mesma forma, sem avaliar individualmente (CÉSAR *et al.*, 2015; CÉSAR e NASCIMENTO, 2018). Essa limitação não foi encontrada na pesquisa conduzida por Santos *et al.* (2016), que utilizaram monitores pessoais para avaliar a exposição de controladores de tráfego, taxistas e funcionários de parques ao MP<sub>2,5</sub>, proveniente de emissões veiculares.

Devido às medidas de distanciamento social durante a pandemia da COVID-19, uma situação única de melhora na qualidade do ar foi observada no estudo de Debone *et al.* (2020). Ao comparar concentrações de poluentes atmosféricos cidade de São Paulo durante 90 dias de quarentena em 2020, com o mesmo período em 2019, as autoras encontraram uma significativa queda na concentração de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e NO<sub>2</sub>, de até 58%. Estimou-se que mais de 300 mortes prematuras e mais de R\$ 200 milhões de custos com saúde podem ter sido evitados, evidenciando a importância de ações de mitigação da poluição do ar durante e após a pandemia.

As fontes de dados ambientais primários, menos frequente entre os artigos analisados, foram condução de entrevistas, grupos focais e oficina, aplicação de questionários,



amostragens de poluentes atmosféricos, estimativa de concentrações de poluentes por meio de modelos matemáticos e por biomonitoramento vegetal.

O modelo matemático mais utilizado foi o CCATT-BRAMS, desenvolvido pelo INPE. 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). Apesar da possibilidade de erros associados ao uso de modelos matemáticos preditivos, Machin *et al.* (2019) ressaltaram a importância dessas ferramentas, permitindo a estimativa da concentração de poluentes em regiões não monitoradas.

O biomonitoramento vegetal foi utilizado por Ferreira *et al.* (2017) e Saldiva *et al.* (2018) para estimar a concentração de oligoelementos na casca de árvores, como ferramenta de baixo custo, outra ferramenta útil para regiões sem monitoramento da qualidade do ar.

## **Poluição da água**

Os impactos na saúde investigados nos 26 artigos relacionados à poluição da água foram: doenças de veiculação hídrica em geral, esquistossomose, doenças diarreicas, dengue, infecções parasitárias intestinais, hepatite A, leptospirose, malária, tuberculose e tracoma. Já o estado de saúde foi avaliado principalmente por dados secundários relacionados a essas doenças ou primários, como autoavaliação da saúde e avaliação da percepção de risco.

Cesa *et al.* (2016) correlacionaram doenças transmitidas pela água com indicadores socioambientais. As correlações mais fortes foram a origem e a qualidade da água, coleta e tratamento dos esgotos, frequência de inundações e a falta de limpeza do reservatório de abastecimento de água. Esses achados corroboram com o estudo de Paiva e Souza (2018), o qual estimou que 16,3% das internações por essas doenças poderiam ter sido evitadas no país em 2013, caso as condições de esgotamento sanitário fossem adequadas.

Se não houvesse internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) durante 2020, o Brasil poderia ter 13.712 de leitos disponíveis por mês, auxiliando no enfrentamento à pandemia da COVID-19 (ABES, 2020). Ainda, Cavalcanti *et al.* (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.

Os dados ambientais primários representaram 57,14% das medidas de exposição, sendo obtidos por aplicação de questionários, análise da água, observação em campo e realização de entrevistas, grupos focais, reuniões ou oficinas. Já os dados secundários tinham como procedência pesquisas do IBGE e da Fundação João Pinheiro, dentre os quais destacaram-se o tipo de abastecimento de água e de destinação do esgoto. Observou-se

também a utilização da frequência de inundação das áreas estudadas, coleta e tipo de destinação dos resíduos sólidos, evidenciando a importância de todos os pilares do saneamento para a saúde pública.

Moniz *et al.* (2017) identificaram problemas socioambientais prioritários e os riscos à saúde das comunidades do entorno do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, como oferta de água, tratamento de esgoto, risco de doenças transmissíveis, dentre outros. Foram feitas entrevistas e grupos focais com indivíduos de diversos segmentos: professores, estudantes, habitantes e profissionais de saúde.

Outro exemplo de injustiça ambiental, em que parte da população recebe uma carga maior de poluição ambiental, foi discutido no estudo de Jesus (2020). O autor analisou dados secundários de saneamento e de DRSAI segundo a cor/raça dos indivíduos, evidenciando uma vivência sanitária desigual para a população negra brasileira, em uma perspectiva político-histórica.

### **Poluição por agrotóxicos**

Nos 18 artigos encontrados sobre exposição a agrotóxicos, os principais impactos na saúde relatados foram intoxicação, malformação congênita, alterações em parâmetros hematológicos, câncer, doenças respiratórias, sintomas otoneurológicos e tremor. Segundo a *U.S. Environmental Protection Agency* (USEPA), os agrotóxicos, por sua composição, podem afetar o sistema nervoso ou o endócrino, irritar a pele ou os olhos e causar câncer (USEPA, 2017).

Os dados de saúde primários foram provenientes da aplicação de questionários, exames e discussões em grupos focais. Os exames incluíram análises de amostras de sangue, espirometria e avaliação da função do sistema vestibular. Os dados secundários corresponderam aos dados de sistemas de informação em saúde, registros hospitalares e registros de ambulatório especializado.

Reis *et al.* (2017) buscaram compreender os conhecimentos, atitudes e práticas de agricultoras que trabalhavam na produção do tabaco, sobre os impactos sociais, ambientais e à saúde. As informações qualitativas sobre a percepção de risco à saúde foram obtidas por grupos focais. Essa técnica também foi utilizada por Recena e Caldas (2008) 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 identificar a percepção das pessoas sobre o seu ambiente de trabalho (QUEENSLAND GOVERNMENT, 2020). Algumas participantes da pesquisa de Reis *et al.* (2017), em um primeiro momento, minimizaram a nocividade dos agrotóxicos empregados na cultura de tabaco, afirmando que

os produtos utilizados em outras culturas seriam mais prejudiciais. Após relatos de problemas de saúde vivenciados por conhecidos, o grupo focal permitiu a reflexão quanto aos riscos presentes na fumicultura atribuídos ao uso desses produtos.

Os dados ambientais primários foram obtidos por meio da análise da atividade da colinesterase em amostras de sangue, aplicação de questionários e processo observacional. Já os dados secundários foram obtidos 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 (PERES *et al.*, 2003). Assim, a análise da colinesterase plasmática permite o diagnóstico da exposição humana a esses agrotóxicos.

Corcino *et al.* (2019) utilizaram 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 equipamentos de proteção individual (EPIs), tipos de agrotóxicos e duração e frequência das aplicações. Piccoli *et al.* (2019) também aplicaram 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, a quantidade de anos trabalhados aplicando pesticidas, uso de equipamento completo de proteção individual, entre outras informações. Ressalta-se que, de acordo com o a *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS, 2020), as chances de alguém desenvolver problemas de saúde dependem do tipo de pesticida e outros produtos químicos presentes no produto manipulado, bem como da quantidade, do tempo e da frequência de exposição.

Segundo Dalbó *et al.* (2019), alterações hematológicas em trabalhadores rurais expostos a pesticidas foram correlacionadas com irritação ocular, dores de cabeça, dor nas articulações e dor muscular. Tais resultados corroboram os encontrados por Piccoli *et al.* (2019), os quais identificaram associação do uso cumulativo de organofosforados e ditiocarbamatos com a diminuição do número de linfócitos, comprometendo o sistema imunológico. Já níveis séricos de pesticidas organoclorados foram associados a contagens mais baixas eosinófilos, o que também pode aumentar o risco de infecções.

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 de muitos trabalhadores quanto ao uso EPIs durante o exercício laboral.

### **Poluição por metais tóxicos**

Nos seis artigos sobre exposição a metais tóxicos os impactos à saúde relatados foram danos neurológicos (perdas psicofísicas somatossensoriais, déficit intelectual e retardo mental leve), aumento da hipertensão arterial sistêmica, câncer de bexiga e danos genéticos e celulares.

Os dados primários de saúde foram provenientes do cálculo do quociente de inteligência de crianças (QI), de exames e testes (pressão arterial, avaliações neuropsicológicas, testes psicofísicos somatossensitivos, teste do micronúcleo e análise dos danos citotóxicos em células da mucosa oral). Já os dados secundários foram utilizados em um único artigo (CHA *et al.*, 2018), os quais corresponderam ao número de internações e óbitos decorrentes de câncer de bexiga, provenientes do Datasus.

Menezes -Filho *et al.* (2018) investigaram se os níveis de chumbo no sangue de crianças estavam ligados a déficits intelectuais e verificaram a existência de um efeito da co-exposição ao manganês nos escores de QI infantil. Até mesmo uma baixa exposição ao chumbo esteve significativamente associada ao comprometimento cognitivo em crianças, corroborando a afirmação da OMS (WHO, 2019) de que não existe concentração desse elemento no sangue considerada segura. 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 (MENEZES-FILHO *et al.*, 2018). Estudo semelhante realizado na Coreia do Sul sugeriu a presença de interação aditiva e modificação de efeito entre esses dois metais na inteligência de crianças em idade escolar, ressaltando a importância de medidas de controle desses poluentes no ambiente (KIM *et al.*, 2009).

Vale *et al.* (2017) observaram maior frequência de danos citotóxicos e genéticos em células da mucosa oral de soldadores expostos a vapores de níquel e cromo, do que em indivíduos que não manuseavam máquinas de solda. Esse biomarcador também foi empregado em outros estudos para indicar risco de câncer do trato digestivo (KASHYAP; REDDY, 2012) e câncer de mama (FLORES-GARCIA *et al.*, 2014).

Foram utilizados dados primários como medida da exposição ambiental em quatro artigos relacionados aos metais tóxicos. Esses dados corresponderam a níveis de metais em biomarcadores de exposição (sangue, cabelo e unhas dos pés) e de hemoglobina no sangue. Já os dados secundários foram sobre a concentração de metal na água cedido por agências

ambientais governamentais e a determinação da ocorrência da exposição a metais tóxicos baseada na literatura.

Devido ao acúmulo no organismo, o biomonitoramento tem sido usado há vários anos para caracterizar a exposição humana a metais tóxicos (USEPA, 2020). As medições são mais comuns em amostras de sangue ou urina. Já Menezes-Filho *et al.* (2018) utilizaram unhas dos pés e fios de cabelo como biomarcador da exposição ao manganês. Sabe-se que não há um biomarcador universalmente reconhecido para a exposição a esse metal; no entanto, cabelos e unhas dos pés têm se mostrado promissores.

Fios de cabelo também foram utilizados como bioindicador de exposição ao metilmercúrio (MeHg) por Vasconcellos *et al.* (2018). Segundo esses autores há uma correlação direta entre os níveis de mercúrio no cabelo e a ingestão de MeHg. Sua pesquisa foi desenvolvida em comunidades ribeirinhas da Amazônia que têm como principal fonte de proteína o consumo de peixes de água doce.

### **Poluição sonora/ ruído**

Os dois artigos sobre poluição sonora adotaram dados primários para as medidas de exposição: nível sonoro equivalente - Leq e índice de ruído veicular - Lt<sub>ni</sub>, expressos em dBA. Enquanto o Leq é a energia acústica média que representa o efeito cumulativo de diversos eventos de ruído durante um determinado período de tempo, o Lt<sub>ni</sub> é um parâmetro que indica o grau de variação no fluxo de veículos (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), 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 *et al.* (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.

Os dados de saúde utilizados foram primários, obtidos por avaliação da percepção de saúde (questionários) e pela capacidade auditiva por meio de avaliação audiológica básica.

A exposição a sons elevados, mesmo que por curtos períodos de tempo, pode danificar estruturas sensíveis do ouvido interno e causar perda auditiva, a qual pode ser imediata ou tardia, temporária ou permanente, em um ouvido ou em ambos (NIH, 2019). Stansfeld e Matheson (2003) mostraram que os efeitos da poluição sonora extrapolam os observados no sistema auditivo, podendo 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.

Esse tipo de poluição traz grandes perdas para a saúde pública, principalmente em centros urbanos e locais de intenso tráfego e atividades humanas, impactando em primeiro momento indivíduos que estejam mais diretamente envolvidos e próximos à fonte dos ruídos, com tempo de exposição mais prolongado. Trata-se de uma matriz de poluição ambiental ainda pouco explorada e valorizada na sociedade, de um modo geral, tanto pelos gestores ambientais, quanto pela própria população.

## **Conclusões**

A partir desta RSL, foram identificadas as principais matrizes de poluição ambiental que impactam a saúde, as quais guardam uma estreita relação com os ODS propostos pela ONU em 2015. Dentre elas, a poluição do ar, da água, por agrotóxicos, por metais tóxicos e sonora estão relacionadas ao desenvolvimento de doenças cardiorrespiratórias e neurológicas, câncer, infecções, malformações congênitas, perda auditiva, dentre outras doenças. Quanto às implicações socioambientais e econômicas, a população brasileira ainda vivencia esses problemas ambientais de forma desigual, sendo evidentes maiores consequências para comunidades mais vulneráveis ou para determinadas atividades ocupacionais.

Apesar da maioria dos artigos selecionados nesta RSL abordarem os efeitos da poluição do ar sobre a saúde, vale destacar que a falta de saneamento básico também tem causado grande impacto na qualidade de vida e na saúde pública, como custos com internações e tratamentos que poderiam ser evitados por investimento em medidas de controle e mitigação. Nesse contexto, a Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), que estabelece o Novo Marco Regulatório do Saneamento no país, a fim de permitir a universalização destes serviços até 2036, pode ser considerada uma ambição de difícil alcance, caso as políticas públicas ambientais continuem perdendo força no cenário nacional.

Embora esta RSL tenha limitações por abranger apenas os seis últimos anos, foi possível identificar a realização da maioria dos estudos na região Sudeste do Brasil, provavelmente pela maior concentração de IES nessa região, evidenciando a importância das universidades públicas e do incentivo à pesquisa para o avanço da ciência no país. Sem

dúvida, apoio e decisões governamentais possuem alto fator de contribuição para os rumos tomados pela ciência, o que tem sido evidenciado com a atual situação da pandemia por COVID-19, representando não apenas um aumento no quantitativo de publicações científicas, mas uma maior aquisição de conhecimento a ser aplicado para o bem da sociedade. Nesse sentido, as informações levantadas nesta RSL são norteadoras para estudos futuros e para gestores ambientais e de saúde. Ao sintetizar os resultados, tornando-os facilmente acessíveis para os tomadores de decisões, subsidia-se a formulação/atualização de políticas públicas visando o cumprimento das metas estabelecidas pelos ODS propostos pela ONU.

## Referências

ABES - 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: 5 jun. 2020.

ASMUS, Carmem Froes et al. A Systematic Review of Children's Environmental Health in Brazil. **Annals of Global Health**, v. 82, n. 1, p. 132-148, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.02.007>.

BITAR, Mariangela Lopes; SOBRINHO, Luiz Ferreira Calaço; SIMOES-ZENARI, Marcia. Noise in early childhood education institutions. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 1, p. 315-324, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018231.22932015>

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988**. 11. ed. São Paulo, Atlasm 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 3 jun. 2020.

BRASIL. **Ministério da Saúde. 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://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_metodologicas\\_fatores\\_risco\\_prognostico.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_fatores_risco_prognostico.pdf). Acesso em: 2 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Dados abertos: Microdados**, 2018. Disponível em: <http://inep.gov.br/microdados>. Acesso em: 4 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Brasil 2018 uma análise de situação de saúde e das doenças e agravos crônicos: desafios e perspectivas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude\\_2018\\_analise\\_situacao\\_saude\\_doencas\\_agr\\_avos\\_cronicos\\_desafios\\_perspectivas.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_2018_analise_situacao_saude_doencas_agr_avos_cronicos_desafios_perspectivas.pdf). Acesso em: 4 abr. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Brasília, DOU de 16/7/2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 5 mar. 2021.

BRESSANE, Adriano et al. A system for evaluating the impact of noise pollution on the population's health. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 5, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/n94tGjjvZn5TdkLvQTPtrFf/?format=pdf&lang=en> Acesso em: 5 mar. 2021.

CAVALCANTI, Álvaro; TEIXEIRA, Arthur; PONTES, Karen. 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**, v. 11, n. 15, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11154150>

CESA, Mônica; FONGARO, Gilberto; BARARDI, Célia Regina Monte. Waterborne diseases classification and relationship with social-environmental factors in Florianopolis city - Southern Brazil. **Journal of Water Health**, v. 14, n. 2, p. 340-348, 2016. <https://doi.org/10.2166/wh.2015.266>

CÉSAR, Ana Cristina Gobbo; NASCIMENTO, Luís Fernando Costa. Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study. **São Paulo Medical Journal**, v. 136, n. 3, p. 245-250, 2018. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2017.0362080218>

CÉSAR, Ana Cristina Gobbo; CARVALHO JÚNIOR, João Andrade de; NASCIMENTO, Luís Fernando Costa. Association between NO<sub>x</sub> exposure and deaths caused by respiratory diseases in a medium-sized Brazilian city. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 48, n. 12, p. 1130-1135, 2015. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20154396>

CCOHS - Canadian Centre for Occupational Health and Safety. **Pesticides - Health Effects, 2020.** Disponível em: [https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/pesticides/health\\_effects.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/pesticides/health_effects.html). Acesso em: 4 abr. 2020.

CHA, Jonathan Doyun; LOURENCO, Danilo Budib; KORKES, Fernando. Analysis of the association between bladder carcinoma and arsenic concentration in soil and water in southeast Brazil. **International Brazilian Journal of Urology**, v. 44, n. 5, p. 906-913, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2017.0543>

CLARIVATE ANALYTICS. **Research in Brazil: Funding excellence, 2019.** Disponível em: [https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/09/ClarivateReport\\_2013-2018.pdf](https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/09/ClarivateReport_2013-2018.pdf). Acesso em: 5 jul. 2020.

CORCINO, Cícero Oliveira et al. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 8, p. 3117-3128, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.14422017>

COUTINHO, Karine Mayara Vieira et al. Fuzzy model approach for estimating time of hospitalization due to cardiovascular diseases. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 8, p. 2585-2590, 2015. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.19472014>

DALBÓ, Juliana; FILGUEIRAS, Lívia Alves; MENDES, Anderson Nogueira. Effects of pesticides on rural workers: haematological parameters and symptomological reports. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 7, p. 2569-2582, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018247.19282017>



DAPPER, Stefani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviaro. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>

DEBONE, Daniela; COSTA, Mariane; MIRAGLIA, Simone. 90 Days of COVID-19 Social Distancing and Its Impacts on Air Quality and Health in São Paulo, Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 7440, 2020. Disponível em <file:///C:/Users/X/Downloads/sustainability-12-07440-v2.pdf> Acesso em: 5 mar. 2021.

FARHAT, Juliana et al. Ozone decreases sperm quality in systemic lupus erythematosus patients. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 56, n. 3, p. 212-219, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2015.08.005>

FAXINA, Rudmir Rogério de Camargo et al. Saneamento básico: uma perspectiva da gestão nas grandes cidades interioranas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 2, p. 115-130, 2018. <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i2.3310>

FERREIRA, Angélica 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. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 1575, 2017. Disponível em <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/28468> Acesso em: 5 jul. 2020.

FLORES-GARCIA, Aurélio et al. Micronuclei and other nuclear anomalies in exfoliated buccal mucosa cells of Mexican women with breast cancer. **Journal of the Balkan Union of Oncology**, v. 19, n. 4, p. 895-899, 2014. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25536592/> Acesso em: 5 jul. 2020.

GALVÃO, Marcos Felipe de Oliveira et al. Characterization of the particulate matter and relationship between buccal micronucleus and urinary 1-hydroxypyrene levels among cashew nut roasting workers. **Environmental Pollution**, v. 220, p. 659-671, 2017. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116316840> Acesso em: 5 jul. 2020.

GOUVEIA, Nelson et al. Air pollution and hospitalizations in the largest Brazilian metropolis. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, n. 117, 2017. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051000223>

IBGE - 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: 10 jul. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**, 2020b. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm\\_source=portal&utm\\_medium=popclock&utm\\_campaign=novo\\_popclock](https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock). Acesso em: 10 jul. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento Brasileiro**, 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: 10 jul. 2020.

JESUS, Victor. Racializing the (sociological) view on environmental health in the sanitation of the black population: A colonial continuum called environmental racism. **Saúde e Sociedade**, v. 29, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020180519>

KASHYAP, Bina; REDDY, Padala Sridhar. Micronuclei assay of exfoliated oral buccal cells: Means to assess the nuclear abnormalities in different diseases. **Journal of Cancer Research and Therapeutics**, v. 8, n. 2, p. 184-191, 2012. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.98968>

KIM, Yeni et al. Co-exposure to environmental lead and manganese affects the intelligence of school-aged children. **Neurotoxicology**, v. 30, n. 4, p. 564-571, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2009.03.012>

KUMAR, Dharmendra; SRIVINAS, Namuduri. Study of Noise Levels at Traffic Density Areas in an Urban Environment. **International Journal of Engineering Research & Technology**, v. 3, n. 11, p. 783-786, 2014. Disponível em <https://www.ijert.org/research/study-of-noise-levels-at-traffic-density-areas-in-an-urban-environment-IJERTV3IS110608.pdf> Acesso em: 5 jul. 2020.

LANDRIGAN, Philip et al. The Lancet Commission on pollution and health. **The Lancet Commissions**, v. 391, n. 10119, p. 462-512, 2018. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)32345-0)

LELIEVELD, Johannes et al. The Contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. **Nature**, v. 525, p. 367-371, 2015. <https://doi.org/10.1038/nature15371>

LONGO, Karla Maria 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**, v. 6, n. 5, p. 1389-1405, 2013. <http://dx.doi.org/10.5194/gmd-6-1389-2013>

LOPES, Ana Carolina Bertin de Almeida et al. Association between blood lead and blood pressure: a population-based study in Brazilian adults. **Environmental Health**, v. 16, n. 27, 2017. Disponível em <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-017-0233-5> Acesso em: 5 jul. 2020.

MACHIN, Adrian Blanco et al. Effects of exposure to fine particulate matter in elderly hospitalizations due to respiratory diseases in the South of the Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 52, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20188130>

MANTOVANI, Kátia Cristina Cota et al. Air pollutants and hospital admissions due to cardiovascular diseases in São José do Rio Preto, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 2, p. 509-516, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015212.16102014>

MENEZES-FILHO, José et al. Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 11, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112418>

MONIZ, Marcela de Abreu et al. Participatory environmental diagnosis and of health risks from the surrounding communities the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 11, p. 3793-3806, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172211.23852015>

NHS - National Health Service. **Conditions:** Spirometry, 2018. Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/spirometry/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00017316>

PAOLIELLO, Mônica; CAPITANI, Eduardo. Environmental contamination and human exposure to lead in Brazil. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 184, p. 59-96, 2005. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00017316>

PEREIRA, Boscolli Barboza; LIMONGI, Jean Ezequiel. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 23, n. 2, p. 91-100, 2015. <https://doi.org/10.1590/1414-462X201400050103>

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa; DUBOIS, Gaetan Serge. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: Peres F., Moreira, J. C. (Org.). **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

PICCOLI, Camila et al. Occupational exposure to pesticides and hematological alterations: A survey of farm residents in the South of Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 6, p. 2325-2340, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018246.13142017>

QUEENSLAND GOVERNMENT. *Focus group guide*. [20--?]. Disponível em: [https://www.worksafe.qld.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/146264/focus-group-guide.pdf](https://www.worksafe.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/146264/focus-group-guide.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

RECENA, Maria Celina Piazza; CALDAS, Eloisa Dutra. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, n. 2, p. 294-301, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102008000200015>

REIS, Marcelo Moreno dos et al. Knowledge, attitudes, and practices of women farmers concerning tobacco agriculture in a municipality in Southern Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, supl. 3, 2017. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00080516>

RIBEIRO, Paola Cristina et al. Fine particulate matter and ischemic heart diseases in relation to sex. An ecological time series study. **São Paulo Medical Journal**, v. 137, n. 1, p. 60-65, 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2018.0239040119>

SALDIVA, Silvia Regina Dias Medici et al. Small-Scale Variations in Urban Air Pollution Levels Are Significantly Associated with Premature Births: A Case Study in São Paulo, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102236>

SANTOS, Ubiratan Paula et al. Association between Traffic Air Pollution and Reduced Forced Vital Capacity: A Study Using Personal Monitors for Outdoor Workers. **PLoS One**, v. 11, n. 10, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163225>

SOKOL, Rebecca et al. Exposure to Environmental Ozone Alters Semen Quality. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 3, p. 360-365, 2006. <https://doi.org/10.1289%2Fehp.8232>

STANSFELD, Stephen; MATHESON, Mark. Noise pollution: non-auditory effects on health. **British Medical Bulletin**, v. 68, n. 1, p. 243-257, 2003. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg033>

USEPA - 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: 10 jul. 2020.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Exposure to Environmental Contaminants**, 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/report-environment/exposure-environmental-contaminants>. Acesso em: 10 jul. 2020.

VALE, Laiane Damara Oliveira do 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. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 15, n. 4, p. 303-309, 2017. <https://doi.org/10.5327%2FZ1679443520170012>

VALENTI, Carla et al. Respiratory illness and air pollution from the steel industry: the case of Piquiá de Baixo, Brazil (Preliminary report). **Multidisciplinary Respiratory Medicine**, v. 11, n. 41, 2016. Disponível em <https://mrmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40248-016-0077-9> Acesso em: 10 jul. 2020.

VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago de et al. Burden of Mild Mental Retardation attributed to prenatal methylmercury exposure in Amazon: local and regional estimates. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 11, p. 3535-3545, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182311.15812016>

WHO - World Health Organization. **Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks**, 2018. Disponível em [https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/). Acesso em: 10 jul. 2020.

WHO - World Health Organization. **Water, sanitation, hygiene and health: a primer for health professionals**, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330100/WHO-CED-PHE-WSH-19.149-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 10 jul. 2020.

## **SOBRE AS AUTORAS**

### **Ana Luísa Curado**

Possui graduação em Engenharia Ambiental (2016) e mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental (2020) pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba-MG. Atualmente é engenheira ambiental do Serviço de Planejamento Sustentável da Pró-Reitoria de Planejamento da UFTM.

Participação: coleta e análise dos dados, escrita do artigo resultante da sua dissertação de mestrado.

### **Carla Eloísa Diniz dos Santos**

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", mestrado e doutorado em Ciências (ênfase: Hidráulica e Saneamento) pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP). Realizou doutorado sanduíche com duração de 12 meses na Universidade Politécnica de Gdansk (Gdansk, Polônia) como parte do Projeto CARBALA (CARbon BALancing for nutrient control in wastewater treatment), financiado pelo projeto da Comunidade Européia People Maria Curie Actions (FP7-PEOPLE-2011-IRSES). Atualmente é docente do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas/UFTM e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/UFTM.

Participação: auxílio na discussão dos dados e redação do artigo.

### **Ana Carolina Borella Marfil Anhê**

Possui graduação (licenciatura e bacharelado) em Ciências Biológicas e mestrado em Biologia Animal (área de concentração Biologia Estrutural) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Concluiu o doutorado pelo Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde (área de concentração Doenças Infecciosas e Parasitárias) no Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz e o pós-doutorado na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (Medicina Tropical e Infectologia). Atualmente é docente do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas/UFTM e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/UFTM.

Participação: auxílio na discussão dos dados e redação do artigo.

### **Angela Maria Magosso Takayanagui**

Possui graduação (1976), mestrado (1986) e doutorado (1993) em Enfermagem pela Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (1976), e pós-doutorado no McMaster Institute of Environment and Health da McMaster University, Canadá (2000). Atualmente é professora sênior da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP, atuando na Pós-Graduação, sendo Coordenadora de disciplina de PG e orientadora do curso de doutorado. É representante da Região Sudeste do Brasil da Rede One Health Brasil (OHB), sendo também membro da Câmara Técnica de Resíduos Sólidos da Abes-SP e membro titular da CEE, Comissão de Revisão de Normas Técnicas de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Abes-SP/ABNT. Ainda, atua na Soderma-Associação de Defesa Regional do Meio Ambiente, como Primeira Secretária.

Participação: auxílio na discussão dos dados e redação do artigo.

### **Ana Paula Milla dos Santos Senhuk**

Possui graduação (Licenciatura e Bacharelado) em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia (2005), mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Uberlândia (2008) e doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo - USP (2012). Atualmente é docente do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas/UFTM e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/UFTM (coordenadora).

Participação: orientação do projeto desde seu planejamento até a redação do artigo (orientadora da dissertação de mestrado da primeira autora).