



UNILAB

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA

AFRO-BRASILEIRA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS TRABALHO DE CONCLUSÃO

DE CURSO

ADILSON BORGES PAQUISSI CUVINGE

**POLUIÇÃO DO AR E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA COM ÊNFASE
NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

ACARAPE – CE

2025

ADILSON BORGES PAQUISSI CUVINGE

**POLUIÇÃO DO AR E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA COM ÊNFASE NAS
DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**Monografia apresentada ao curso de Ciências
Biológicas da Universidade da Integração
Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como
requisito para obtenção do título de Graduado em
Ciências Biológicas.**

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins

ACARAPE – CE

2025

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira Sistema de
Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Cuvinge, Adilson Borges Paquissi. C992p

Poluição do ar e seus efeitos na saúde humana com ênfase nas doenças respiratórias: uma revisão sistemática / Adilson Borges Paquissi Cuvinge. - Redenção, 2025.

32f: il.

Monografia - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins.

1. Doenças respiratórias. 2. Poluição do ar. 3. Qualidade do ar. I.
Título

CE/UF/Dsibiuni

CDD 363.7392

ADILSON BORGES PAQUISSI CUVINGE

**POLUIÇÃO DO AR E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA COM ÊNFASE
NAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira (UNILAB)

Examinador(a): Reginaldo de Oliveira Nunes

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira (UNILAB)

Examinador(a): Márcia Barbosa de Sousa

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira (UNILAB)

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, **Luís Cuinge & Arminda Bimbi Paquissi Cuinge**, dedico esta obra com profundo amor e reverência. Por vosso amor incondicional, por vossa fiel instrução nos caminhos da verdade e da sabedoria, e por vosso incansável apoio em todas as estações da vida, rendo graças.

AGRADECIMENTOS

Rendo graças ao Senhor, Deus de toda graça e fidelidade, que sustenta com mão poderosa os que Nele confiam. Foi Ele quem renovou minhas forças e guiou os meus passos até aqui.

À minha preciosa família, que o Senhor me deu como bênção, expresso meu mais sincero reconhecimento. À minha avó, **Rebelina Bimbi Paquissi**, mulher de fé e sabedoria, cujas palavras e exemplo permanecem gravados em meu coração.

Aos meus tios, que em diversos momentos se fizeram presentes com conselhos, apoio e cuidado, deixo minha eterna gratidão. Em especial, ao tio **Feliciano Chanana Paquissi**, cuja presença constante e generoso auxílio foram âncoras durante esta jornada, sem, contudo, deixar de reconhecer e honrar os demais, que, à sua maneira, também foram essenciais neste percurso.

Aos meus irmãos, companheiros de sangue e de história, minha gratidão por cada gesto de incentivo. Com destaque ao, **Arcanjo Feliciano de Paquissi Cuinge**, que mesmo separado por estados, tem sido presença constante, apoio fiel e abrigo em minha vida. Que o Senhor lhe retribua segundo a riqueza de sua graça.

Ao amigo fiel e irmão, **Domingos Maweze Gabriel**, que com firmeza e ternura esteve ao meu lado, celebrando as vitórias e compartilhando os fardos, que o Senhor o recompense grandemente.

A todos quantos, de maneira visível ou invisível, contribuíram para que esta obra se realizasse, seja com palavras, orações ou simples gestos de apoio, deixo registrado o meu mais profundo agradecimento.

Ao meu orientador, **Professor Doutor Victor Emanuel Pessoa Martins**, homem de grande saber, cuja paciência, dedicação e orientação me foram farol nesta caminhada acadêmica. Serei eternamente grato.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos da poluição do ar na saúde humana, com ênfase nas doenças relacionadas ao sistema respiratório, a partir de uma revisão sistemática da literatura com um recorte temporal entre os anos de 2015 a 2025. Além disso, busca-se analisar a relação entre os principais poluentes atmosféricos e as doenças respiratórias e possíveis impactos na saúde, através de um estudo bibliográfico comparativo. Para isso, foram selecionados estudos científicos, artigos na sua maioria na língua portuguesa, que tratam da relação entre a exposição a poluentes atmosféricos e o desenvolvimento de doenças respiratórias como asma, bronquite, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e outras condições respiratórias. Os resultados obtidos demonstram que a poluição do ar, principalmente nos centros urbanos, está fortemente associada ao agravamento de quadros respiratórios, principalmente nos grupos mais vulneráveis, destacando-se as crianças, os idosos e as pessoas que já apresentam um quadro de saúde comprometido. Diante disso, faz-se necessário que haja medidas de controle e monitoramento da emissão de poluentes atmosféricos para a promoção da boa qualidade da saúde pública e, acima de tudo, a prevenção de doenças respiratórias.

Palavras-chave: Doenças respiratórias; Poluição do ar; Qualidade do ar.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effects of air pollution on human health, with an emphasis on diseases related to the respiratory system, based on a systematic review of the literature covering the period 2015 to 2025. In addition, it seeks to analyze the relationship between the main air pollutants and respiratory diseases and their possible impacts on health, through a comparative bibliographic study. For this purpose, scientific studies were selected, articles mostly in Portuguese, that deal with the relationship between exposure to air pollutants and the development of respiratory diseases such as asthma, bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and other respiratory conditions. The results obtained demonstrate that air pollution, especially in urban centers, is strongly associated with the worsening of respiratory conditions, especially in the most vulnerable groups, especially children, the elderly and people who already have a compromised health condition. In view of this, it is necessary to have measures to control and monitor the emission of atmospheric pollutants to promote good quality public health and, above all, the prevention of respiratory diseases.

Keywords: Air pollution; air quality; respiratory diseases.

Lista de Abreviaturas e Siglas

MP	Material Particulado
MP₁₀	Material Particulado com diâmetro ≤ 10 micrômetros
MP_{2,5}	Material Particulado com diâmetro $\leq 2,5$ micrômetros
MP_{0,1}	Material Particulado com diâmetro $\leq 0,1$ micrômetro (ultrafinas)
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de Carbono
NO₂	Dióxido de Nitrogênio
NO_x	Óxidos de Nitrogênio
SO₂	Dióxido de Enxofre
O₃	Ozônio (troposférico)
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
OMS	Organização Mundial da Saúde
IQA	Índice de Qualidade do Ar
SUS	Sistema Único de Saúde
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis
WHO	Organização Mundial da Saúde (OMS)
µm	Micrômetros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 A poluição dor ar	12
3.2 Composição do ar poluído	14
3.2.1 Material Particulado (MP)	14
3.2.2 O monóxido de carbono (CO)	15
3.2.3 O dióxido de enxofre (SO ₂)	15
3.2.4 O dióxido de nitrogênio (NO ₂)	16
3.2.5 O ozônio (O ₃)	16
4. Indicadores de qualidade do ar	19
5. Poluição do ar: efeitos respiratórios	20
6. METODOLOGIA	21
7. RESULTADOS	22
8. DISCUSSÃO	23
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
10. REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

No início do século XX, a disponibilidade do ar necessário para a respiração de todos os seres vivos da Terra ainda não era abordada de forma tão evidente, pois acreditava-se que este estaria constantemente disponível de forma a manter a vida no planeta (Dapper, Spohr e Zanini, 2016). No entanto, com a dinâmica que o mundo adquire a cada dia que passa, seja em nível populacional ou industrial tem ocasionado um aumento nas emissões de poluentes, interferindo assim aquilo que é a boa qualidade do ar.

Os estudos que abordam essa temática têm se pronunciado nas últimas décadas, devido, em parte, às possibilidades de ocorrência das mudanças climáticas afetarem o ecossistema e a qualidade de vida humana (Bezerra Alves *et al.*, 2015). Além disso, observa-se uma enorme preocupação com os impactos ambientais que, vem ganhando cada vez mais espaço na sociedade de modo a gerar mais debates acadêmicos e científicos nos diferentes lugares.

No entanto, apesar de haver registros datados há 20 séculos, foi apenas 1958 que a Organização Mundial de Saúde (OMS) elaborou documento sobre os efeitos do aumento de poluentes aéreos sobre a saúde e recomendações de diminuição de sua emissão de gases poluentes, e posteriormente em 1970 que se estabeleceram Padrões Nacionais de Qualidades do Ar Ambiente (WHO, 2017; 2018). Segundo Abe e Miraglia (2018) alguns desses gases e partículas têm efeitos comprovados na saúde humana e no meio ambiente, razão pela qual há muita atenção voltada a eles. Dentre esses, destacam-se o monóxido de carbono (CO), o ozônio troposférico (O₃), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o dióxido de enxofre (SO₂) e o material particulado (MP) que corresponde a partículas sólidas ou líquidas presentes na atmosfera (IEMA, 2012).

De acordo com Matos et al. (2019) as doenças respiratórias representam a principal causa de morbimortalidade de crianças, e podem ser causadas ou agravadas pela exposição a poluentes atmosféricos emitidos em larga escala em todo o planeta. As emissões de material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos orgânicos voláteis (VOCs), dióxido de enxofre (SO₂) e poluentes fotoquímicos, como o ozônio (O₃), aumentaram nas últimas décadas devido ao crescimento da frota de veículos automotores e ao crescente processo de industrialização.

Segundo Gouveia et al. (2017), um estudo realizado no município de São Paulo encontrou aumento de 2,4% nas internações por doenças respiratórias em crianças menores de cinco anos

associado a um aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis de MP_{10} , que é a representação do material particulado com 10 diâmetro de micrômetros presente na atmosfera.

2 OBJETIVO

Analisar a relação entre os principais poluentes atmosféricos e as doenças respiratórias e possíveis impactos na saúde, através de um estudo bibliográfico comparativo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Poluição do ar

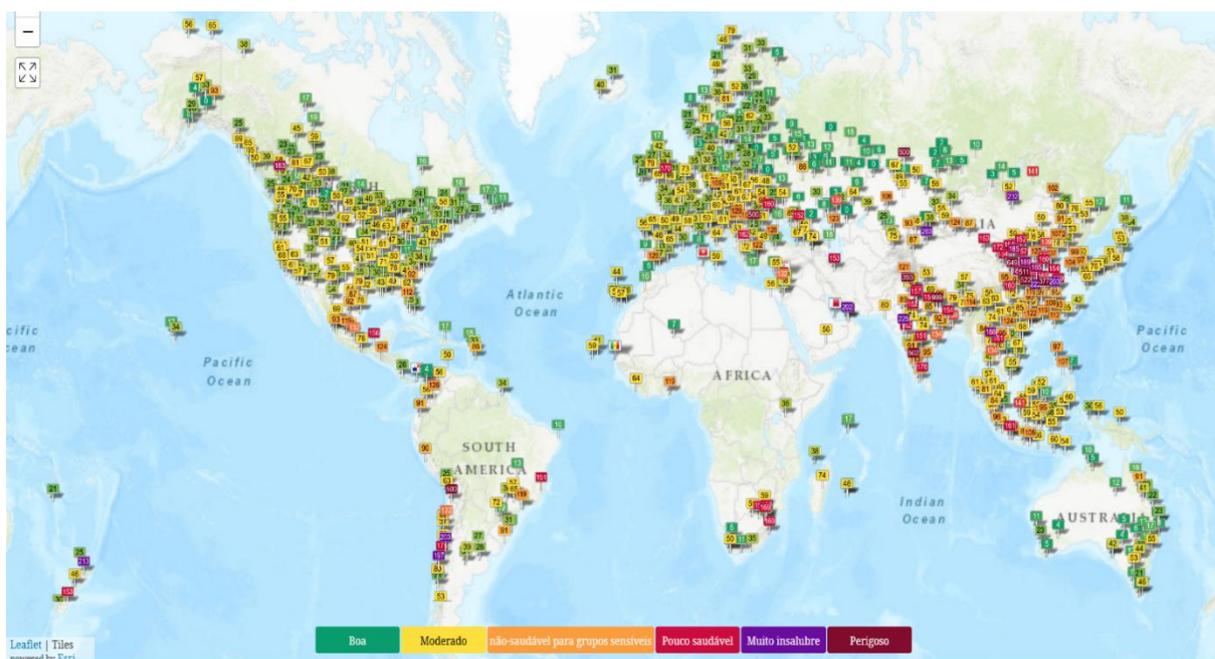
O ar é um bem precioso para a qualidade de vida do ser humano, a má qualidade do ar tem afetado a saúde dos indivíduos a cada dia que passa. A poluição do ar é uma das principais causas dos problemas atmosféricos nos dias de hoje. Segundo relatório da OMS, uma em cada nove mortes no mundo foram devidas a exposição à poluentes no ar ambiente (externo), ou seja, 6 milhões de vidas perdidas prematuramente, sendo 3-4 milhões de mortes atribuídas exclusivamente à poluição do ar ambiente (WHO, 2017 e 2018). A globalização tem sido um dos principais fenômenos na exposição de diversas substâncias principalmente nocivas ao meio atmosférico. Para Fernandes; Hacon e Novas, (2021) este desequilíbrio no ambiente é influenciado pelo acelerado crescimento populacional, pelas variações no padrão de consumo e pela intensificação das atividades de força econômica, capazes de exercer pressões sobre o nível de qualidade de vida das populações expostas. A expansão de grandes cidades, o desmatamento e construções de indústrias têm contribuído muito na qualidade do ar, liberando diversas substâncias no ar que posteriormente têm causado sérios problemas às pessoas independentemente da idade, pese embora crianças e idosos podem apresentar mais vulnerabilidade nesses tipos de situações. Segundo Matos et al. (2019) as doenças respiratórias representam a principal causa de morbimortalidade de crianças, e podem ser causadas ou agravadas pela exposição a poluentes atmosféricos emitidos em larga escala em todo o planeta.

Existem diversas atividades que contribuem na poluição do ar. Ao longo do tempo, o homem foi adquirindo certas práticas que condicionam a saúde humana, seja para questões de sobrevivência ou por outras questões. O número crescente da circulação de veículos no mundo e as atividades industriais são fatores que contribuem fortemente para a poluição da atmosfera (Dapper; Spohr e Zanini, 2016). A chegada da globalização, possibilitou o desenvolvimento de

diversas coisas, como, indústrias que têm atuado nos diferentes setores, seja, automobilístico, alimentícia, farmacêutica, química, têxtil e de energia. Essas indústrias têm atuado em diferentes setores que têm comprometido diretamente na boa qualidade do ar e na saúde humana, apesar dessas indústrias serem essenciais para o homem, ajudando na produção de produtos e serviços, e no desenvolvimento das sociedades. Segundo Fajersztajn, Veras e Saldiva (2016) A poluição do ar é o principal fator de risco ambiental para a saúde e o único meio de evitá-lo é reduzindo seus níveis, ou seja, reduzir as emissões. A OMS estima que 1,3 milhão de mortes por ano estejam associadas a exposição à poluição do ar no mundo.

Dessa forma, podemos encontrar diferentes fontes de poluição do ar na natureza. Segundo Torres et al. (2020), dentre as matérias consideradas poluentes atmosféricas, destacam-se os gases e material particulado proveniente, sobretudo de fontes antrópicas, como os veículos automotores, as indústrias e a incineração de resíduos sólidos. Os gases como Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano provenientes de fatores antropogênicos, ou fatores determinantes, são extremamente prejudiciais a saúde humana e influenciam diretamente as alterações na temperatura mundial (Torres, 2020). Podendo destacar as naturais e as causadas pelo homem. Nas fontes naturais podemos mencionar: erupções vulcânicas e os incêndios florestais, enquanto nas fontes causadas pelo homem podemos destacar: as indústrias, transportes, queima de combustíveis fósseis.

Figura 1- Mapa global da qualidade do ar em tempo real.



Fonte: AQICN. World Air Quality Index. Disponível em: <https://aqicn.org/scale/>. Acesso em: 06 maio 2025.

3.2 Composição do ar poluído

A poluição do ar urbano ambiente consiste em componentes gasosos e material particulado (MP). O primeiro inclui ozônio (O_3), compostos orgânicos voláteis, monóxido de carbono (CO), óxido de enxofre e óxido de nitrogênio (NO_x). O MP, como o nome sugere, é uma medida de partículas no ar, cuja composição varia de acordo com a localização e até mesmo a época do ano, com o tamanho desempenhando um papel importante nos (Aguilar-Gomez et al., 2022).

Figura 2 – Poluição atmosférica visível sobre área urbana Santiago, Chile.



Fonte: Organização Pan-Americana da Saúde (2021).

3.2.1 O Material particulado (MP)

O material particulado está constituído por pequenas partículas encontradas no ar, que podem ser líquidas e sólidas. Estudo feito em 20 cidades localizadas em duas diferentes regiões da Califórnia (EUA) sugeriu que o nível de exposição ao material particulado fino com menos de 2,5 micrômetros de diâmetro aerodinâmico ($PM_{2,5}$) em crianças entre um e nove anos está associado ao aumento de hospitalizações causadas por infecções respiratórias aguda, como a pneumonia e a asma (Cesar et al., 2016). O $PM_{2,5}$ apresenta maior toxicidade devido a sua multielementaridade e pode atingir tanto as porções mais inferiores do trato respiratório quanto

entrar em contato diretamente com a corrente sanguínea (Rodrigues, Pinheiro e Junger, 2017). Além do MP_{10} e $MP_{2,5}$, também pode ser quantificar partículas ainda menores, como no $MP_{1,0}$ e $MP_{0,1}$. O $MP_{1,0}$ compõe a fração respirável, que pode atingir regiões ainda mais profundas do sistema respiratório chegando até os alvéolos pulmonares (Brito, Sodré e Almeida, 2018).

3.2.2 O monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono é um gás com uma toxicidade elevada, ele apresenta uma cor incolor originado a partir da queima de matérias combustíveis como, o carvão, gasolina, madeira e outros gases naturais de combustíveis fósseis ou matérias combustíveis. Segundo Zoller et al. (2022) em alguns países em desenvolvimento, muitas pessoas usam combustíveis de biomassa para cozinhar ao ar livre e até mesmo em ambientes fechados, resultando em uma alta carga de exposição ao CO [podendo desencadear no envenenamento crônico por CO, afetando o sistema respiratório]. Ainda segundo Oliveira, Matos e Pereira (2017), as populações expostas ao CO manifestam problemas específicos como cefaleia, embotamento visual, tontura, irritabilidade, diminuição da percepção visual, cansaço, taquicardia, insônia, hipertensão, precordialgia, dislalia, desmaio, hiporreflexia, problemas respiratórios, irritação nos olhos, nariz e garganta e náuseas.

3.2.3 O dióxido de enxofre (SO₂)

Tal como o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre é um gás incolor com um odor muito forte, ele resulta principalmente da queima de combustíveis fósseis e possui grande relação com os diversos poluentes atmosféricos, sendo um dos principais parâmetros para análise de qualidade de ar e saúde humana, além disso, o SO_2 age nas novas partículas na atmosfera, aumentando a exposição humana a partículas ultrafinas (Torres et al., 2020). O SO_2 pode vir a causar grandes danos à saúde humana, agindo principalmente como irritante, afetando a mucosa dos olhos, nariz, garganta e trato respiratório. Sua inalação em doses elevadas causa danos ao sistema respiratório inferior; em casos de exposições crônicas, pode levar à diminuição da função pulmonar (Brasil, 2019).

3.2.4 O dióxido de nitrogênio (NO₂)

O NO_x é a representação dos óxidos de nitrogênio (NO, NO₂) ambos são poluentes atmosféricos. De acordo com Barbosa, Campos e Rocha (2022), o NO_x contribui para a formação de aerossóis secundários e de ozônio troposférico e causa efeitos adversos à saúde humana, apresentando correlação diretamente com a incidência de câncer de pulmão, mama, próstata, bexiga, coluna cervical e ovário e infertilidade. Segundo Souza; Francisco; Cardoso, (2017), O gás dióxido de nitrogênio está presente na atmosfera de ambientes abertos e fechados ao redor do planeta. Em ambientes fechados, sua concentração pode alcançar valores que causam efeitos deletérios à saúde humana.

3.2.5 O ozônio (O₃)

Segundo MMA (2019) o ozônio é um poluente secundário, ou seja, não é emitido diretamente, mas formado a partir de outros poluentes atmosféricos, e altamente oxidante na troposfera (camada inferior da atmosfera). Ele é encontrado naturalmente na estratosfera (camada situada entre 15 e 50 km de altitude), onde tem a função positiva de absorver radiação solar, impedindo que grande parte dos raios ultravioletas cheguem a superfície terrestre. Para Torres et al. (2020) os danos que o ozônio pode trazer a saúde humana por ser um potente oxidante, citotóxico que atinge as porções mais distais vias aéreas, estão segundo Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2019), o agravamento dos sintomas de asma, de deficiência respiratória, bem como de outras doenças pulmonares (enfisemas, bronquites, etc.) e cardiovasculares (arteriosclerose). Nesse sentido o tempo de exposição pode ocasionar redução na capacidade pulmonar, desenvolvimento de asma e redução na expectativa de vida.

Quadro 1: Principais poluentes, suas fontes e áreas de ação no sistema respiratório humano.

Poluentes	Fontes	Penetração no sistema respiratório	Fisiopatologia
Material particulado	Queima de combustíveis fósseis, queima de biomassa vegetal, emissões de amônia na agricultura e emissões decorrentes de obras e pavimentação de vias.	Nariz, garganta, Alvéolos, tecido pulmonar, corrente sanguínea.	Diminui a atividade mucociliar e dos macrófagos. Produz irritação nas vias respiratórias. Causa estresse oxidativo e, em consequência, inflamação pulmonar e sistêmica. Exposição crônica produz remodelamento brônquico e DPOC. Pode ser cancerígeno
Ozônio	Reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar. Estes poluentes são emitidos principalmente na queima de combustíveis fósseis, volatilização de combustíveis, criação	Traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos.	É um agente oxidante fotoquímico e muito irritante. Provoca inflamação da mucosa do trato respiratório. Em altas concentrações, irrita os olhos, mucosa nasal e da orofaringe. Provoca tosse e desconforto

	de animais e na agricultura.		torácico. Exposição por várias horas leva a lesão no tecido epitelial de revestimento das vias aéreas. Provoca inflamação e obstrução das vias aéreas a estímulos como o frio e exercícios.
Dióxido de enxofre	Fontes naturais, como vulcões. A emissão antropogênica é causada pela queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre em sua composição. As atividades de geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico são as que apresentam emissões mais significativas.	Vias aéreas superiores, traqueia, brônquios, bronquíolos.	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório. Causa tosse e aumenta a reatividade brônquica, facilitando a broncoconstrição.
Monóxido de carbono	É emitido nos processos de combustão que ocorrem em condições não ideais, em que não há oxigênio suficiente para realizar a queima completa do combustível. A maior parte das emissões em áreas urbanas são decorrentes dos veículos automotores.	Alvéolos, corrente sanguínea.	União com a hemoglobina, interferindo no transporte de oxigênio. Provoca cefaleia, náuseas e tontura. Tem efeito deletério sobre o feto. Está associado com recém-nascidos de baixo peso e morte fetal.

Óxidos de nitrogênio	Fontes antropogênicas: indústrias de ácido nítrico e sulfúrico e de motores de combustão, queima de combustíveis em altas temperaturas, em usinas térmicas que utilizam gás ou incinerações. Fontes naturais: descargas elétricas na atmosfera	Traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos.	Irritante. Afeta a mucosa dos olhos, nariz, garganta e do trato respiratório inferior, aumenta a reatividade brônquica e a suscetibilidade às infecções e aos alérgenos. É considerado um bom marcador da poluição veicular.
-----------------------------	--	---	--

Fonte: Adaptado pelo autor, 2025.

4 Indicadores de qualidade do ar

A qualidade do ar é sempre avaliada por meio do Índice da Qualidade do Ar (IQA), que considera vários poluentes atmosférico. A imagem 2 apresenta os níveis de IQA e suas possíveis implicações na saúde humana e recomendações correspondentes.

Tabela 1 – Classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQA) e implicações para a saúde humana.

IQA	Nível de poluição do ar	Implicações para a saúde	Declaração de advertência (para PM _{2,5})
0 - 50	Bom	A qualidade do ar é considerada satisfatória e a poluição atmosférica representa pouco ou nenhum risco	Nenhum
51 -100	Moderado	A qualidade do ar é aceitável; no entanto, para alguns poluentes, pode haver um problema de saúde moderado para um número muito pequeno de pessoas que são excepcionalmente sensíveis à poluição do ar.	Crianças e adultos ativos e pessoas com doenças respiratórias, como asma, devem limitar esforços prolongados ao ar livre.
101-150	Insalubre para grupos sensíveis	Membros de grupos sensíveis podem sofrer efeitos na saúde. É improvável que o público em geral seja afetado.	Crianças e adultos ativos e pessoas com doenças respiratórias, como asma, devem limitar esforços prolongados ao ar livre.
151-200	Insalubre	Todos podem começar a sentir efeitos na saúde; os membros de grupos sensíveis podem sentir efeitos mais graves na saúde	Crianças e adultos ativos e pessoas com doenças respiratórias, como asma, devem evitar esforços prolongados ao ar livre; todos os outros, especialmente crianças, devem limitar os esforços prolongados ao ar livre.
201-300	Muito insalubre	Alertas de saúde sobre condições de emergência. Toda a população tem maior probabilidade de ser afetada.	Crianças e adultos ativos e pessoas com doenças respiratórias, como asma, devem evitar qualquer esforço ao ar livre; todos os outros, especialmente crianças, devem limitar o esforço ao ar livre.
300+	Perigoso	Alerta de saúde: todos podem sofrer efeitos mais graves na saúde	Todos devem evitar qualquer esforço ao ar livre

Fonte: AQICN (2024).

5 Poluição do ar: efeitos respiratórios

A poluição do ar representa uma ameaça à saúde humana por estar associada a diversos problemas respiratórios e entre outros. Esses efeitos podem ser agudos quando a exposição é recente e crônica quando a exposição é prolongada, geralmente superiores a três meses (Santos et al., 2021). Os efeitos da exposição, crônica ou aguda, é associada ao aumento da mortalidade por doenças respiratórias. Em seguida, podemos observar o quadro 2 com as doenças que são associados a exposição desses poluentes.

Quadro 2 – Doenças respiratórias associadas à poluição do ar, seus poluentes e grupos de risco

Doença	Explicação Rápida	Poluentes Associados	Grupos de Risco
Asma	Inflamação crônica das vias aéreas, com episódios de falta de ar, chiado e tosse.	MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , CO	Crianças, adolescentes, pessoas com histórico alérgico.
DPOC	Dificuldade progressiva para respirar causada por obstrução crônica dos pulmões.	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂	Idosos, fumantes, trabalhadores expostos.
Bronquite	Inflamação dos brônquios que causa tosse persistente e produção de muco.	MP ₁₀ , SO ₂	Crianças, idosos, fumantes.
Rinite Alérgica	Inflamação da mucosa nasal, com espirros, coriza e congestão nasal.	MP ₁₀ , MP _{2,5} , NO ₂	Crianças, adolescentes, alérgicos.
Infecções respiratórias	Doenças como pneumonia e bronquite aguda, agravadas pela poluição.	MP _{2,5} , NO ₂	Crianças pequenas e idosos.
Câncer de Pulmão	Formação de células malignas nos pulmões por exposições prolongadas.	MP ₁₀ , MP _{2,5} , hidrocarbonetos aromáticos	Idosos, fumantes, moradores urbanos.

Declínio da função pulmonar	Redução da capacidade respiratória, com piora de VEF1 e CVF.	MP _{2,5} , NO ₂ , O ₃ , partículas de carbono	Crianças em crescimento, idosos.
Apneia do sono	Paradas respiratórias durante o sono, associadas à inflamação das vias aéreas.	MP _{2,5} , NO ₂	Pessoas com sobrepeso, adultos.
Bronquiolite obliterante	Estreitamento irreversível dos bronquíolos, dificultando a respiração.	MP _{2,5} , compostos de biomassa	Trabalhadores rurais, expostos à queima.

Fonte: Adaptado de SANTOS, U. P. et al.

6 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa documental baseada numa revisão sistemática da literatura, onde foi realizado o levantamento de artigos científicos publicados no período de 2015 a 2025. Para Roever (2017), a revisão sistemática consiste em uma metodologia com questões claras, com o intuito de identificar e avaliar criticamente as pesquisas científicas de grande relevância.

No que diz respeito a abordagem, este estudo se define como uma pesquisa de natureza qualitativa. Segundo Soares (2019), a pesquisa qualitativa se expressa mais pelo desenvolvimento de conceitos a partir de fatos, ideias ou opiniões, e do entendimento indutivo e interpretativo que se atribui aos dados descobertos, associados ao problema de pesquisa.

A busca dos artigos foi realizada nos meses de Março a Maio de 2025, por intermédio de busca avançada na base de dados Google Acadêmico, usando como descritores controladores os termos, “poluição do ar” e “efeitos da poluição” com a interposição do operador booleano “AND”.

Critério de pesquisa:

Foram incluídos artigos em Língua Portuguesa, em sua maioria, disponíveis online na íntegra, que atendessem o objeto da pesquisa e que retratassem uma das palavras-chave referente ao tema.

7 Resultados

Obteve-se no total 230 artigos, depois aplicou-se os critérios para a seleção dos artigos. Durante a leitura destes, foram excluídos 200 artigos por não atenderem os critérios de pesquisa, não se alinharam a temática pós análise. Dez artigos não estavam disponíveis online, 4 estavam duplicados, totalizando assim 16 para a realização da pesquisa, como é ilustrado no quadro 3 a seguir.

Quadro 3- Principais resultados encontrados de artigos.

Trabalhos	Autores
O ar que respiramos – uma visão geral da poluição que lançamos na atmosfera.	Anjos, A. E. S. (2022)
Poluição do ar, saúde e regulação no Brasil: estamos avançando? <i>Cadernos de Saúde Pública</i> .	Buralli, R. J. e Connerton, P. (2025)
Variáveis climáticas relacionadas à poluição do ar e os efeitos causados à saúde humana.	Camillo, C. M., Souza, A. M. e Ramser, C. A. S. (2020)
Efeitos da poluição atmosférica sobre doenças respiratórias: uma revisão narrativa.	Carneiro, C. F. <i>et al.</i> (2021)
Poluição do ar e efeitos na saúde de crianças na Amazônia paraense: uma análise bibliométrica.	Fernandes, T. <i>et al.</i> (2019)
A relação entre poluição do ar e o aumento de doenças respiratórias crônicas em populações urbanas.	Lima, J. G. Á. <i>et al.</i> (2025)
Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil.	Moraes, S. L., Almendra, R., Santana, P. e Galvani, E. (2019)

Poluição atmosférica: consequências para a saúde da população brasileira.	Maciel, C. S. M. et al. (2019)
Aspectos da poluição atmosférica: análise da qualidade do ar em Coronel Fabriciano e Timóteo, MG, Brasil.	Queiroz, M. T. A. <i>et al.</i> (2020)
Revisão bibliográfica dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana: breve análise crítica da atual legislação brasileira sobre os padrões de qualidade do ar.	Raposo Junior, A., Norton, S. R. e Assis, W. L. (2021)
Poluição, um veneno silencioso para a saúde humana.	Ribeiro, H. (2019)
Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios.	Santos, U. P. <i>et al.</i> (2021)
Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras.	Silva, A. F. e Vieira, C. A. (2017)
Avaliação de impacto à saúde da poluição do ar no município de Diadema, Brasil.	Silva, L. T., Abe, K. C. e Miraglia, S. G. E. K. (2017)
A poluição do ar e os impactos nas cidades.	Trindade, R. A. Q., Pereira, I. C. O., Lima, K. R. B. e Caldas, A. C. (2024)
Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil.	Vormittag, Cirqueira, Neto e Saldiva (2021))

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

8 Discussão

Nesta seção será discutido os principais estudos selecionados para embasar a presente pesquisa, baseando-se principalmente nos efeitos da poluição do ar na saúde humana com ênfase nos problemas respiratórios, e possíveis associação.

A poluição do ar é um dos principais problemas do mundo atual, não apenas pelo impacto nas mudanças climáticas, mas também na saúde pública e individual, sendo um importante fator de risco para o aumento da morbidade e mortalidade (SANTOS et al., 2021).

Os diversos problemas relacionados à poluição do ar têm se intensificado nos últimos tempos, especialmente aqueles relacionados ao sistema respiratório que chega a ser um dos mais afetados entre os indivíduos.

É um fato que a poluição está diretamente ligada aos problemas do sistema respiratório. Segundo Queiroz et al. (2020) a degradação da qualidade do ar pode contribuir com eventos adversos à saúde, principalmente no que diz respeito aos agravos relacionados ao quadro respiratório. A poluição do ar é considerada um dos maiores riscos ambientais para a saúde humana, particularmente nas áreas urbanas, contribuindo para o aumento de doenças e infecções respiratórias (asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumonia), doenças cardiovasculares, cancro do pulmão, AVCs RIBEIRO (2019). Diversos estudos demonstraram que poluentes como MP_{10} , NO_2 , CO , O_3 e SO_2 estão associados aos efeitos nocivos agudos sobre doenças respiratórias, como por exemplo o aumento de admissões hospitalares (Trindade et al., 2024).

Para Rodrigues et al. (2017), o $PM_{2,5}$ se destaca como o poluente que apresenta maior toxicidade devido a sua “multielementariedade” e pode atingir tanto as porções mais inferiores do trato respiratório quando entrar em contato diretamente com a corrente sanguínea.

Segundo Silva e Vieira (2017), ao decorrer do século XX, houve uma intensificação de queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo, para geração de energia, extração e processamento de materiais primas como minérios e ainda setores industriais de base como fundições e siderúrgicas, fábricas de cimento, vidro e indústrias químicas tornaram-se as principais fontes de emissões de poluição do ar. Segundo Dapper, Spohr e Zanini (2016) esses episódios impulsionaram estudos na área da Epidemiologia com a finalidade de analisar os efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde.

Para Maciel et al. (2019) em consideração os custos da poluição na economia associado à sua interferência na saúde humana, pode-se concluir que os efeitos da poluição não atingem apenas a população, como também, traz danos para a economia, tomando como base a cidade de São José do Rio Preto que teve um aumento de gasto estimado em 1,9 milhão de reais causados pelo número excessivo de casos de internações.

Segundo os dados do IBGE (2016), existe um grande número de morbidades causado por doenças respiratórias principalmente em São Paulo/SP, seguido pela cidade do Rio de Janeiro. A OMS divulgou a perda precoce de cerca de oito milhões de vidas no mundo pela poluição do ar. Dessas, cerca de 3,7 milhões devem ser relacionadas à poluição do ar externa, o que representa 46% de todas as fontes de poluentes relacionadas ao ar. (Camilo; Souza; Ramser, 2020). Somente no ano de 2012, observou-se mais de 1,3 milhões de admissões

hospitalares por doenças do trato respiratório no Brasil, sendo cerca 60 mil casos no Estado do Rio de Janeiro, o que custou ao Sistema Único de Saúde (SUS) uma soma de aproximadamente R\$ 6 bilhões de reais, sendo R\$ 28 milhões na capital carioca (Viera et al., 2019)

Ainda de acordo com CARNEIRO et al (2021), em um estudo realizado de 2011 a 2013 em São Paulo (SP) onde a prevalência de doenças respiratórias tem aumentado, principalmente por conta do desenvolvimento da indústria, que aumenta os níveis de gases tóxicos, observou-se 23.456 mortes por bronquite, enfisema pulmonar e asma de pessoas idosas (indígenas de 60 anos ou mais) que viviam em SP.

De acordo com Segundo Raposo Junior, Norton e Assis (2021) os indivíduos mais susceptíveis são as crianças, idosos, portadores de doenças crônicas e suscetibilidade genética. O maior impacto em crianças ocorre devido ao sistema imunológico mais imaturo e à maior ventilação minuto se comparado aos adultos. Em idosos, a susceptibilidade é maior devido à Imunossenescência e diminuição da função pulmonar.

Carneiro et al. (2021) realça que os efeitos de poluentes aéreos sobre o aparelho respiratório e cardiovascular são bem documentados e são associados ao decréscimo da função pulmonar e ao surgimento de doenças infecciosas como gripe, pneumonia, bronquites e bronquiolites. Há correlação também com o desenvolvimento de doenças crônicas, em especial, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), asma e piora de sintomas como exacerbação de doenças alérgicas, principalmente, rinite e asma em população mais vulnerável como crianças e idosos.

De acordo com Vormittag et al. (2021), além do monitoramento da qualidade do ar, é obrigação do Estado gerar informações decorrentes desse processo e comprometer-se a divulgá-las. Essa obrigação tem respaldo legal para a sociedade ter acesso a dados e informações dos órgãos e entidades ambientais públicos, conforme prevê a Lei n.10.650/2003 (Brasil, 2003).

O governo do estado de São Paulo criou, por meio do Decreto Estadual nº 59.113, de 23 de abril de 2013, os padrões estaduais de qualidade do ar, mais restritivos que os nacionais. Ainda assim, os valores do decreto para o MP_{10} , $MP_{2,5}$ e O_3 continuam acima dos níveis recomendados pela OMS. Dessa forma, analisando o período estudado — 2012 a 2014 —, foi possível verificar que, em grande parte do tempo, os níveis de $MP_{2,5}$, MP_{10} e O_3 ficaram acima dos padrões recomendados pela OMS (2005), significando riscos elevados à saúde da população. De acordo com os resultados e cenários preditivos apresentados, notou-se os benefícios de uma redução mais acentuada e sustentada se os níveis máximos de O_3 e MP atendessem aos PQA estabelecidos pela OMS. Entre todos os cenários estimados, o que mais se destacou foi o cenário a longo prazo, relacionado à redução dos níveis de $MP_{2,5}$. Os resultados

mostraram que, caso fosse atingida uma concentração de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mais de 100 óbitos seriam evitados, o que resultaria num ganho de 16,4 meses de expectativa de vida e uma economia de mais de US\$ 527 milhões anuais, excluídos os valores como despesas indiretas com a saúde, o absenteísmo e os custos intangíveis, como qualidade de vida, o que faria com que esse valor fosse ainda mais significativo Silva, Abe e Miraglia (2017)

As medidas mais eficazes para a redução do impacto da poluição à saúde humana são a redução das emissões. Para Santos et al. (2021), A ampliação do transporte público, o uso de combustíveis mais limpos nos veículos, nas indústrias e nos domicílios, bem como a mudança dos padrões de construção das edificações, que exigem grande consumo de energia, são medidas possíveis e necessárias para reduzir o aquecimento global e os efeitos diretos à saúde humana. Mas, estima-se que haja uma redução dos níveis de emissões tendo em conta as recomendações da OMS e o acordo de Paris.

Buralli e Connerton (2025) destacam que os impactos da poluição do ar na saúde são maiores entre as populações mais vulneráveis e de menor renda, combinando injustiça social e ambiental, agravadas pelas mudanças climáticas. Não é fácil entender como crianças que vivem na Amazônia, por muitos considerada o pulmão do mundo, podem respirar durante meses, todos os anos, a níveis de poluição que poderiam, por exemplo, fazer escolas cancelarem as aulas por alguns dias na Califórnia (Estados Unidos).

O clima também é um dos fatores que influencia diretamente na poluição do ar. Segundo Fernandes et al. (2019), elementos como radiação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e pressão atmosférica e precipitação afetam diretamente as funções fisiológicas do homem.

É um consenso da comunidade acadêmica mundial que a poluição do planeta está o modificando gradativamente para um estado de incapacidade de manter a vida humana. Diversos artigos na literatura abordam a poluição atmosférica e sua influência na piora das condições de saúde da humanidade, bem como da manutenção da natureza como um todo (Maciel et al., 2019).

Um estudo de caso realizado em São Paulo sobre "variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças" mostrou que doenças respiratórias que desencadeiam em internações estão ligadas a fatores ambientais, principalmente temperaturas intermediárias não aos extremos de calor ou frio, como tem se documentado em pesquisas. Fatores como, umidade do ar, chuvas e poluição também se mostraram importantes para entender o aumento desses casos, especialmente entre as meninas, representou o grupo mais sensíveis a certas condições climáticas. Entretanto autores enfatizam

que estudos como esse podem ajudar a criar políticas públicas que visam proteger a saúde das crianças diante das mudanças no clima (Moraes et al., 2019).

Por outro lado, também é importante destacar que os poluentes são divididos em duas categorias. Conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990), os poluentes podem ser divididos em duas categorias, os primários, que são emitidos diretamente pelas fontes de poluição, e os secundários, que são formados na atmosfera, através da reação química entre poluentes primários e os constituintes naturais da atmosfera (Camilo; Souza; Ramser, 2020)

Na análise dos artigos listados, observou-se que as doenças respiratórias estão diretamente ligadas à poluição do ar. Segundo Lima et al. (2025) os avanços na compreensão dos impactos da poluição atmosférica têm revelado relações complexas entre fatores ambientais e desfechos respiratórios. As pesquisas mais recentes investigam não apenas os mecanismos fisiopatológicos envolvidos, mas também o impacto de intervenções urbanas, como a ampliação de espaços verdes e a redução de emissões na mitigação dos efeitos adversos à saúde.

9 Considerações finais

Neste estudo abordou-se sobre os efeitos da poluição do ar na saúde humana, com ênfase no sistema respiratório, constatou-se que a poluição do ar atmosférico está diretamente associada as doenças respiratórias e representa um risco à saúde pública. Durante a análise de estudos realizados nos últimos 10 anos, comprovou-se que a exposição prolongada aos poluentes atmosféricos como Material particulado (MP₁₀, MP_{2,5}); Dióxido de Nitrogênio (NO₂); Monóxido de carbono (CO); Ozônio (O₃) Dióxido de enxofre e (SO₂) está associada a doenças respiratórias tais como, asma, bronquite, DPOC e câncer do pulmão.

Por outro lado, também, identificou-se que as crianças e idosos representam os grupos mais vulneráveis. Além deles, também constam pessoas com predisposição como pessoas diabéticas, hipertensas e obesas. Diante disso, é necessário que políticas sejam criadas para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos, de modo a nos protegermos de doenças respiratórias e possíveis internações.

Também é muito importante que se faça mais estudos sobre a poluição do ar para conscientizar o povo e descobrir mecanismos de evitarmos a poluição do ar a qualquer custo, para minimizar o impacto da poluição na saúde humana, uma vez que ela representa uma grande ameaça na nossa saúde.

10 Referências:

ABE, Karina Camasmie; MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. Avaliação de impacto à saúde do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores no município de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 21, supl. 1, p. e180310, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180310>.

AGUILAR-GOMEZ, Sandra; DWYER, Holt; GRAFF ZIVIN, Joshua; NEIDELL, Matthew. *This is air: the “non-health” effects of air pollution*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2022. (NBER Working Paper Series, n. 29848). Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w29848>.

ANJOS, Aline Emanuela da Silva. O ar que respiramos – uma visão geral da poluição que lançamos na atmosfera. In: NUNES, Matheus Simões (org.). *Estudos em direito ambiental: desenvolvimento, desastres e regulação*. Campina Grande: Editora Licuri, 2022. p. 57–63.

BARBOSA, Juliana Lage; CAMPOS, Vânia P.; ROCHA, Franciele O. Campos da. Desenvolvimento de amostrador passivo para óxidos de nitrogênio (NOx) na atmosfera. *Revista Virtual de Química*, [S. l.], [s. n.], [s.d.]. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20220132>.

BEZERRA ALVES, Telma Lucia et al. Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças das vias aéreas superiores no município de Monteiro – PB. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 433–450, set./dez. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Poluentes atmosféricos*. Brasília: MMA, 2019.

BRITO, G. F. S.; SODRÉ, F. F.; ALMEIDA, F. V. O impacto do material particulado na qualidade do ar. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 5, p. 1335–1354, 2018. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br>. Acesso em: 2 abr. 2025.

BURALLI, Rafael Junqueira; CONNERTON, Patrick. Poluição do ar, saúde e regulação no Brasil: estamos avançando? *Cadernos de Saúde Pública*, v. 41, n. 3, e00172924, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT172924>.

CAMILLO, Cíntia Moralles; SOUZA, Adriano Mendonça; RAMSER, Cláudia Aline de Souza. Variáveis climáticas relacionadas à poluição do ar e os efeitos causados à saúde humana.

Ciência e Natura, Santa Maria, v. 42, ed. comemorativa: Stat., e07, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X39722>.

CARNEIRO, Camila Fonseca et al. Efeitos da poluição atmosférica sobre doenças respiratórias: uma revisão narrativa. In: DESIDERIO, Ana Paula de Souza et al. (org.). *Ciências da Saúde: desafios, perspectivas e possibilidades*. v. 2. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021. p. 231–244. DOI: <https://doi.org/10.37885/210504464>.

CÉSAR, Ana Cristina Gobbo et al. Material particulado fino estimado por modelo matemático e internações por pneumonia e asma em crianças. [S. l.], [s.d.].

DAPPER, Steffani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviano. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 83–98, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>.

FAJERSZTAJN, Laís; VERAS, Mariana; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. Como as cidades podem favorecer ou dificultar a promoção da saúde de seus moradores? *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 7–26, jan./abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100002>.

FERNANDES, Thiago et al. Poluição do ar e efeitos na saúde de crianças na Amazônia paraense: uma análise bibliométrica. *Revista Sociedade & Desenvolvimento*, v. 8, n. 4, p. e4984907, 2019. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i4.907>.

FERNANDES, Thiago; HACON, Sandra de Souza; NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 28, p. 138, jan./jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v28i0.72297>.

GOUVEIA, Nelson et al. Poluição do ar e hospitalizações na maior metrópole brasileira. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 51, p. 117, 2017. Disponível em: <http://www.rsp.fsp.usp.br/>. Acesso em: 29 mar. 2025.

MACIEL, Caroline Silva Manguiera et al. Poluição atmosférica: consequências para a saúde da população brasileira. *Journal of Medicine and Health Promotion*, Patos, v. 4, n. 2, p. 1153–1159, abr./jun. 2019.

MATOS, Emerson Pedreira et al. Análise espaço-temporal do efeito da poluição do ar na saúde de crianças. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 10, p. 1–16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00145418>.

MORAES, Sara Lopes de et al. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 7, e00101418, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00101418>.

OLIVEIRA, A. P.; MATOS, M. C. N.; PEREIRA, B. B. Avaliação da exposição ambiental ao monóxido de carbono, material particulado e ao ruído no Terminal Central de Transporte Coletivo de Uberlândia, Minas Gerais. *Journal of Health & Biological Sciences*, v. 5, n. 1, p. 79–85, 2017.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade et al. Aspectos da poluição atmosférica: análise da qualidade do ar em Coronel Fabriciano e Timóteo, MG, Brasil. *Revista de Gestão Industrial*, Ponta Grossa, v. 16, n. 1, p. 204–223, jan./mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3895/gi.v16n1.11768>.

RAPOSO JUNIOR, Alceu; NORTON, Shayanne Raposo; ASSIS, Wellington Lopes de. Revisão bibliográfica dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana: breve análise crítica da atual legislação brasileira sobre os padrões de qualidade do ar. *Cadernos do Leste*, Belo Horizonte, v. 21, n. 21, p. 1–28, jan./dez. 2021.

RIBEIRO, Helena. Poluição, um veneno silencioso para a saúde humana. *Revista de Ciência Elementar*, Porto, v. 7, n. 4, p. 1–5, dez. 2019. DOI: <http://doi.org/10.24927/rce2019.069>.

RODRIGUES, P. C. O. et al. Variabilidade climática aumenta a morbimortalidade associada ao material particulado. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 51, art. 91, p. 1–9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051006952>.

ROVIER, Leonardo. Compreendendo os estudos de revisão sistemática. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, p. 127–130, abr./jun. 2017.

SANTOS, Ubiratan de Paula et al. Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 47, n. 1, p. e20200267, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>. Acesso em: 19 abr. 2025.

SOARES, Simaria de Jesus. Pesquisa científica: uma abordagem sobre o método qualitativo. *Revista Ciranda*, Montes Claros, v. 1, n. 3, p. 168–180, jan./dez. 2019. Disponível em: www.periodicos.unimontes.br/ciranda.

SOUZA, Pedro A. F. et al. Desenvolvimento de amostrador passivo sensível para monitoramento de poluição atmosférica por dióxido de nitrogênio. *Química Nova*, v. XY, n. 00, p. 1–5, [200-]. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170117>.

SILVA, Laiana Tamion da; ABE, Karina Camasmie; MIRAGLIA, Simone Georges El Khouri. Avaliação de impacto à saúde da poluição do ar no município de Diadema, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais – RBCIAMB*, n. 46, p. 117–129, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170258>.

SILVA, Alexandre Fernando da; VIEIRA, Carlos Alexandre. Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras. *Ciência e Sustentabilidade*, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 1, p. 166–189, jan./jun. 2017.

TORRES, L. M. et al. Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente. *Naturae*, v. 2, n. 1, p. 23–33, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6441.2020.001.0003>.

TRINDADE, Renata Alves Quadra et al. A poluição do ar e os impactos nas cidades. *X Fórum Rondoniense de Pesquisa*, v. 10, n. 1, p. 1–3, 2024. ISSN 2764-1295.

VORMITTAG, Evangelina da Motta P. A. de Araújo et al. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 35, n. 102, p. 7–24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>.

WHO Global Conference on Air Pollution and Health. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/01-11-2018-who-global-conference-on-air-pollution-and-health>. Acesso em: 24 jun. 2021.

ZOLLER, T.; MFINANGA, E. H.; ZUMBA, T. B.; et al. *Symptoms and functional limitations related to respiratory health and carbon monoxide poisoning in Tanzania: a cross sectional study*. Environmental Health, v. 21, art. 38, 2 abr. 2022. DOI: 10.1186/s12940-022-00847-x.