



COLEGIADO DO CURSO DE MEDICINA

CLÁUDIO HENRIQUE CAIXETA
DIEGO DE SOUZA QUEIROZ
FRANCISCO EDUARDO BEZERRA CHALHOUB
LAIRTON LUCAS ANDRADE BEZERRA

EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA SAÚDE

**ITABUNA – BAHIA
OUTUBRO/2023**

CLÁUDIO HENRIQUE CAIXETA
DIEGO DE SOUZA QUEIROZ
FRANCISCO EDUARDO BEZERRA CHALHOUB
LAIRTON LUCAS ANDRADE BEZERRA

EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA SAÚDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de médico pela Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna, sob a orientação do Professor Sales Silva Nascimento.

ITABUNA – BAHIA
OUTUBRO/2023

C138e Caixeta, Cláudio Henrique

Efeitos da poluição do ar na saúde / Cláudio Henrique Caixeta, Diego de Souza Queiroz, Francisco Eduardo Bezerra Chalhoub, Lairton Lucas Andrade Bezerra. – Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna- Ba, 2024.
20f.

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Medicina pela Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna-Ba, sob a orientação do Prof.º Sales Silva Nascimento.

1.Poluição do ar 2.Efeitos na Saúde 3. Impacto ambiental 4.Doenças Respiratórias I.Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna-Ba II. Título

CDU-614.7

Biblioteca Dr.^a Maria Odília Teixeira
Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Micheline Queiroz Rocha CRB 5/2083

Caixeta, Cláudio Henrique; Diego de Souza Queiroz; Diego de Souza Queiroz; Francisco Eduardo Bezerra Chalhoub; Lairton Lucas Andrade Bezerra; **Efeitos da poluição do ar na saúde.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de médico/a pela Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna, sob a orientação do Professor Afonso Caio Fahning Castro. Itabuna: Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna, 2023.

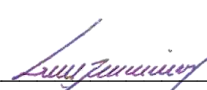
FOLHA DE APROVAÇÃO

EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA SAÚDE

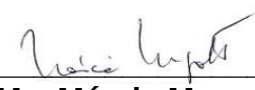
**CLÁUDIO HENRIQUE CAIXETA
DIEGO DE SOUZA QUEIROZ
FRANCISCO EDUARDO BEZERRA CHALHOUB
LAIRTON LUCAS ANDRADE BEZERRA**

Aprovado em 18 de dezembro de 2023

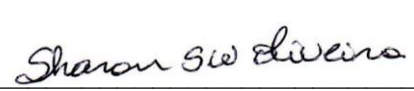
BANCA EXAMINADORA



Dr. Luciano de Oliveira Souza Tourinho
Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna



Me. Mércia Margotto
Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna



Dr.ª Sharon Shyrley Weyll Oliveira
Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
2 MATERIAIS E MÉTODOS / METODOLOGIA	
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE A - TCLE	
APÊNDICE B - Termo de autorização de acesso a documento	
ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado do CEP	
ANEXO 2 - Análise de Plágio (CopySpider).....	

RESUMO

A poluição do ar é uma preocupação global que afeta a saúde humana e o meio ambiente. O aumento das atividades industriais, a urbanização acelerada e o uso de combustíveis fósseis têm contribuído para a degradação da qualidade do ar em diversas regiões. Na medicina humana e na epidemiologia ambiental, compreender os efeitos da poluição do ar é essencial para identificar os riscos e desenvolver estratégias de intervenção que visem a minimizar os impactos negativos na saúde. Este trabalho investiga os efeitos da poluição do ar na saúde humana, com foco na área da medicina e na epidemiologia ambiental. O objetivo do estudo é analisar como a exposição a poluentes atmosféricos, como partículas finas (PM_{2,5}) e gases tóxicos, afeta a saúde respiratória e cardiovascular da população. O método envolve uma revisão abrangente da literatura científica disponível, com destaque para estudos epidemiológicos e experimentais que abordam essa relação. Os resultados evidenciam uma associação consistente entre a exposição à poluição do ar e o aumento da incidência de doenças respiratórias crônicas e cardiovasculares. Além disso, o estudo aborda a vulnerabilidade de grupos sensíveis, como crianças e idosos, a esses efeitos adversos. Com base nas evidências apresentadas, conclui-se que a poluição do ar representa uma ameaça significativa à saúde pública e reforça a importância de políticas de controle da qualidade do ar e de medidas de promoção da saúde.

Palavras-chave: Poluição do Ar. Efeitos na Saúde. Impacto Ambiental. Doenças Respiratórias

ABSTRACT

Air pollution is a global concern impacting both human health and the environment. The rise in industrial activities, rapid urbanization, and the use of fossil fuels have contributed to the degradation of air quality in various regions. In the fields of human medicine and environmental epidemiology, understanding the effects of air pollution is crucial for identifying risks and developing intervention strategies aimed at minimizing negative health impacts. This study investigates the effects of air pollution on human health, focusing on the realm of medicine and environmental epidemiology. The objective of the study is to analyze how exposure to atmospheric pollutants such as fine particulate matter (PM_{2.5}) and toxic gases affects respiratory and cardiovascular health in the population. The method involves a comprehensive review of the available scientific literature, with a particular emphasis on epidemiological and experimental studies addressing this relationship. The results highlight a consistent association between air pollution exposure and an increased incidence of chronic respiratory and cardiovascular diseases. Furthermore, the study addresses the vulnerability of sensitive groups such as children and the elderly to these adverse effects. Based on the presented evidence, it is concluded that air pollution poses a significant threat to public health, underscoring the importance of air quality control policies and health-promoting measures.

Keywords: Air Pollution. Health Effects. Environmental Impact. Respiratory Diseases.

1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar é uma problemática que transcende fronteiras geográficas e afeta diretamente a saúde humana, sendo considerada um dos principais desafios ambientais e de saúde pública do século XXI. A crescente urbanização, industrialização e uso de combustíveis fósseis têm contribuído para a deterioração da qualidade do ar em muitas regiões do mundo. Essa poluição atmosférica, caracterizada pela presença de partículas finas, gases tóxicos e outros poluentes, desencadeia uma série de efeitos adversos na saúde, que vão desde doenças respiratórias até condições cardiovasculares graves.

No contexto da medicina humana e da epidemiologia ambiental, o estudo dos efeitos da poluição do ar emergiu como um campo crucial de pesquisa, dada a significativa ameaça que representa para a saúde pública.

Segunda a Organização Mundial da Saúde (OMS) a exposição a poluentes atmosféricos está associada a uma ampla gama de problemas de saúde, incluindo doenças respiratórias crônicas, câncer de pulmão, doenças cardiovasculares e até mesmo alterações no desenvolvimento cognitivo das crianças (“Ambient (Outdoor) Air Quality and Health,” WHO). Partículas finas presentes na poluição do ar, conhecidas como PM_{2,5}, penetram profundamente nos pulmões e podem entrar na corrente sanguínea, desencadeando reações inflamatórias que contribuem para o agravamento de doenças respiratórias como a asma e a bronquite.

Dockery e Pope III (1994) conduziram um estudo pioneiro nos Estados Unidos, revelando uma forte associação entre os níveis elevados de poluição atmosférica e a ocorrência de eventos agudos de doenças respiratórias em comunidades urbanas. O estudo evidenciou um aumento substancial nas internações hospitalares e nas visitas a prontos-socorros durante períodos de alta poluição do ar.

Além das doenças respiratórias, a poluição do ar também demonstrou impactos significativos nas doenças cardiovasculares. O estudo liderado por Pope III et al. (2002) apontou uma ligação entre a exposição a longo prazo a partículas finas e um aumento na mortalidade por doenças cardiovasculares. A pesquisa ressaltou que os poluentes atmosféricos podem desencadear respostas inflamatórias sistêmicas, comprometendo a saúde do sistema cardiovascular.

Populações mais suscetíveis, como crianças, idosos e indivíduos com condições de saúde preexistentes, estão em maior risco. Crianças expostas a níveis elevados de poluição do

ar podem enfrentar atrasos no desenvolvimento cognitivo e maior risco de desenvolvimento de doenças respiratórias ao longo da vida. Idosos, devido à diminuição da capacidade pulmonar e maior prevalência de doenças crônicas, são igualmente vulneráveis.

A epidemiologia ambiental desempenha um papel fundamental na identificação dos riscos associados à poluição do ar e na formulação de estratégias de intervenção. Estudos nessa área visam compreender as relações entre exposição a poluentes e desfechos em saúde, contribuindo para a formulação de políticas baseadas em evidências. Intervenções, como regulamentação de emissões veiculares, promoção de fontes de energia limpa e planejamento urbano sustentável, são cruciais para minimizar os impactos da poluição do ar na saúde.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar de forma mais abrangente os efeitos da poluição do ar na saúde humana, avaliando as principais evidências científicas disponíveis e discutindo os impactos na qualidade de vida e nas políticas de saúde pública. Visto que a lacuna entre a compreensão dos riscos e a implementação de medidas eficazes de mitigação representa um desafio contínuo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo conduz uma revisão integrativa narrativa da literatura para investigar os efeitos da poluição do ar na saúde humana. A pesquisa envolveu uma análise aprofundada de estudos previamente publicados, por meio de uma abordagem exploratória e qualitativa para compreender os impactos da poluição do ar na saúde humana.

A metodologia adotada é uma revisão integrativa narrativa da literatura, que possibilita uma análise abrangente e descritiva da problemática, semelhante a pesquisas que exploram as implicações da poluição atmosférica na saúde humana. O objetivo central deste estudo é avaliar a relação entre a exposição à poluição do ar e a incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares na população brasileira.

A seleção dos estudos considerou trabalhos publicados nos últimos dez anos, em línguas portuguesa, inglesa ou traduzidos, originados de revistas especializadas na área da saúde. Os critérios de inclusão incluíram a disponibilidade gratuita e a qualidade científica, assegurando, assim, a confiabilidade dos dados empregados na revisão.

Para avaliar a relação entre a exposição à poluição do ar e as doenças respiratórias (como asma e bronquite) e cardiovasculares (como doença cardíaca isquêmica), utilizou-se

métodos estatísticos avançados.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio de plataformas de bases de dados on-line, incluindo Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), U. S. National Library of Medicine (PUBMED), GOOGLE Acadêmico. Essas fontes foram exploradas para coletar uma variedade de estudos científicos relacionados aos efeitos da poluição do ar na saúde humana.

De um total de 22 artigos científicos identificados, 12 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, resultando na seleção de 10 artigos para análise detalhada. Esses artigos foram minuciosamente lidos, sintetizados, descritos e analisados para identificar padrões, tendências e evidências dos efeitos da poluição do ar na saúde.

A metodologia de análise de conteúdo foi escolhida para extrair informações relevantes dos artigos selecionados na revisão da literatura. Essa abordagem qualitativa possibilitou a identificação aprofundada de causas e efeitos da poluição do ar na saúde humana, proporcionando uma compreensão contextualizada.

Esse estudo proporcionará uma compreensão ampla dos efeitos da poluição do ar na saúde humana. Os resultados poderão embasar políticas de qualidade do ar, intervenções de saúde pública e conscientização da população. A análise dos dados coletados permitirá avaliar a relação entre a poluição do ar e doenças, identificar grupos vulneráveis e, dessa forma, contribuir para promover um ambiente mais saudável e sustentável. A pesquisa, embasada em uma abordagem qualitativa e na revisão integrativa, busca elucidar padrões e tendências relacionados aos efeitos adversos da poluição do ar, visando a melhoria do bem-estar social e o fomento de práticas sustentáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A problemática da poluição do ar se delineia como uma ameaça premente à saúde pública global, desencadeando uma ampla gama de efeitos adversos que permeiam múltiplas facetas da saúde humana. A Organização Mundial da Saúde (OMS), em sua constante vigilância epidemiológica, sublinha de forma reiterada que a exposição crônica a poluentes atmosféricos estabelece uma ligação intrincada com uma miríade de enfermidades. Desde afecções respiratórias crônicas, como a asma e a bronquite, até a manifestação de doenças cardiovasculares, como a doença cardíaca isquêmica, passando até mesmo por alterações no desenvolvimento cognitivo das crianças (“Ambient (Outdoor) Air Quality and Health,”

WHO).

De acordo com o artigo “Impactos da Poluição do Ar no Sistema Respiratório” publicado em 2012, os efeitos da poluição atmosférica incluem uma combinação de partículas - também conhecidas como material particulado (MP) - e gases lançados na atmosfera, frequentemente provenientes de fontes como indústrias, veículos automotivos, usinas termoelétricas, queima de biomassa e combustíveis fósseis. Esses poluentes podem ser classificados em primários, que são emitidos diretamente na atmosfera, e secundários, que se formam por meio de reações químicas entre os poluentes primários.

O papel agravante das partículas finas presentes na poluição atmosférica, conhecidas como PM_{2,5}, torna-se notável no cenário dos riscos à saúde. Essas partículas possuem a capacidade de adentrar profundamente os tecidos pulmonares e até mesmo adentrar a corrente sanguínea, desencadeando reações inflamatórias que exacerbam quadros respiratórios preexistentes, como asma e bronquite (Smith et al., 2019). Não obstante, a exposição crônica a essas partículas associa-se consistentemente a um aumento na mortalidade decorrente de doenças respiratórias e cardiovasculares (Cohen et al., 2017).

Esses fatos enfatizam a complexidade dos efeitos da poluição do ar na saúde, afetando não apenas o sistema respiratório, mas também a saúde cardiovascular e até mesmo o desenvolvimento cognitivo. Evidenciam ainda a necessidade urgente de regulamentações e ações para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais, visando proteger a saúde da população global.

Para que ocorra uma visualização mais precisa das porcentagens de poluentes e uma abordagem eficaz da questão, é crucial estabelecer um sistema de monitoramento em locais estratégicos, garantindo que as informações coletadas sejam de alta qualidade e que a coleta de dados seja contínua e consistente ao longo do tempo, abrangendo todas as cidades do país, especialmente aquelas que abrigam indústrias e fábricas (Freitas, 2019). Esse monitoramento rigoroso não apenas fornece uma base sólida para avaliar os impactos da poluição do ar na saúde humana, mas também é fundamental para embasar políticas de mitigação e intervenções que visem aprimorar a qualidade do ar e, conseqüentemente, proteger a saúde das populações afetadas.

Evidenciam ainda a necessidade urgente de regulamentações e ações para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais, visando proteger a saúde da população global.

Nesse contexto, é fundamental mencionar a contribuição brasileira para lidar com esse desafio complexo. Como destacado por Freitas et al. (2013), o uso de estudos de impacto da

poluição do ar na saúde, com o estabelecimento de um coeficiente de relação dose-resposta entre exposição e efeito (indicador de saúde), tendo como finalidade o estabelecimento de vigilância, é uma proposta brasileira. Essa abordagem demonstra o compromisso do país em avaliar e enfrentar os impactos da poluição do ar, reconhecendo a importância de um monitoramento abrangente e de alta qualidade para orientar políticas eficazes de proteção à saúde das populações afetadas.

Ressalta-se ainda que a complexidade dos efeitos da poluição do ar na saúde, afetando não apenas o sistema respiratório, mas também a saúde cardiovascular e até mesmo o desenvolvimento cognitivo, ganha destaque no panorama científico. A literatura acumulada sustenta fortemente uma correlação entre poluentes atmosféricos e o incremento da prevalência de patologias como hipertensão arterial e doença cardíaca isquêmica (Brook et al., 2010). Os mecanismos subjacentes a esse fenômeno envolvem respostas inflamatórias a nível vascular, contribuindo para o estreitamento das artérias e aumentando o risco de eventos cardiovasculares adversos (Miller et al., 2017).

O estudo sobre os impactos da poluição do ar na saúde nas metrópoles brasileiras, realizado por Gouveia et al. (2023), evidencia associações significativas entre a poluição do ar e doenças cardiovasculares, como as doenças isquêmicas do coração. Especificamente, houve um aumento de até 7% nas hospitalizações em São Paulo em resposta ao PM10, embora não tenham sido observadas associações claras com a mortalidade por essas doenças. Além disso, o estudo não identificou relações consistentes entre a poluição do ar e a mortalidade por acidente vascular cerebral (AVC) e arritmias em idosos.

No Rio de Janeiro, as hospitalizações de crianças por doenças respiratórias mostraram uma associação mais fraca com a poluição do ar, exceto no caso do PM10, que se correlacionou com um aumento de 1,8% nas internações. Entre os idosos, houve uma associação positiva entre os poluentes PM10 e NO2 e as hospitalizações por doenças respiratórias, bem como uma tendência de aumento na mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias, embora essa tendência não tenha alcançado significância estatística (Gouveia et al., 2023). Esses resultados ressaltam a complexidade das interações entre poluição do ar e saúde, destacando a necessidade de abordagens específicas em diferentes contextos geográficos e faixas etárias.

A vulnerabilidade das crianças aos efeitos nocivos da poluição do ar é notável devido à imaturidade de seus sistemas respiratórios. Essa vulnerabilidade é respaldada por resultados consistentes que indicam que a exposição precoce a poluentes atmosféricos está correlacionada com uma maior suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças respiratórias

crônicas durante a infância e em fases posteriores da vida (Gauderman et al., 2015).

O estudo mencionado reforça essa preocupação ao destacar que as concentrações de poluentes MP10, SO₂, NO₂ e O₃, mesmo quando estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente e pela OMS, apresentam uma associação significativa com o aumento do número de atendimentos em emergências por doenças respiratórias em crianças de 0 a 6 anos (Matos et al., 2019).

Além disso, as investigações mais recentes ampliam ainda mais a compreensão dos efeitos da poluição do ar, documentando que a exposição intrauterina à poluição atmosférica pode resultar em complicações no desenvolvimento fetal e aumentar o risco de desfechos adversos no parto (Siddika et al., 2017). Isso ressalta a importância crítica de abordar a questão da poluição do ar em todas as fases da vida, desde a gestação até a infância, para proteger a saúde das crianças e garantir um futuro mais saudável.

A poluição do ar vai além de seus impactos ambientais e tem sérias implicações socioeconômicas. Pessoas que vivem em comunidades de baixa renda localizadas em áreas urbanas degradadas enfrentam, com frequência, uma exposição mais intensa aos poluentes atmosféricos, aumentando consideravelmente o risco de desenvolverem problemas de saúde relacionados à poluição do ar (Miranda et al., 2011).

Além disso, é crucial destacar os fatores que podem tornar as pessoas mais suscetíveis aos efeitos prejudiciais dos poluentes atmosféricos. Para além da idade, indivíduos que possuem condições de saúde crônicas, como asma, DPOC, hipertensão, diabetes e outras, estão em um maior risco de sofrerem os impactos negativos da poluição do ar (SANTOS, U. P. et al., 2021).

Adicionalmente, aqueles que vivem em condições socioeconômicas desfavoráveis também enfrentam uma maior vulnerabilidade. Isso acontece porque eles tendem a passar mais tempo em deslocamentos para o trabalho em áreas urbanas densamente povoadas e frequentemente próximas a fontes de poluição industrial. Além disso, essas populações têm menos acesso a áreas verdes adequadas e frequentemente consomem dietas com baixo teor de frutas e vegetais ricos em antioxidantes. A combinação desses fatores torna esses grupos mais suscetíveis aos efeitos prejudiciais da poluição atmosférica (SANTOS, U. P. et al., 2021).

Uma análise abrangente dos resultados nos conduz a uma conclusão clara: a poluição do ar é um fator significativo de enfermidades, constituindo-se como uma ameaça palpável para a saúde pública. Desde doenças respiratórias crônicas até distúrbios cardiovasculares de grande magnitude, seus efeitos afetam indivíduos de todas as idades e diferentes estratos

socioeconômicos.

No contexto brasileiro, inúmeros estudos têm se dedicado a investigar os impactos da poluição do ar na saúde, e essas pesquisas têm revelado associações estatisticamente significativas com a mortalidade infantil, o óbito em idosos e as hospitalizações por doenças respiratórias, sobretudo na cidade de São Paulo (Gouveia, N. et al., 2023). Essas investigações enfatizam que os níveis de poluição atmosférica no país são suficientes para desencadear efeitos adversos na saúde.

Entretanto, permanecem questões em aberto, como a possibilidade de existirem outras causas de morte e morbidade relacionadas à exposição à poluição, bem como divergências quanto ao seu impacto na mortalidade infantil. Adicionalmente, nota-se uma lacuna na replicação desses resultados em outros grandes centros urbanos brasileiros (Gouveia, N. et al., 2023).

A pesquisa realizada por Dapper et al. (2016), intitulada “Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo”, destaca uma ampla variedade de doenças associadas à poluição do ar em São Paulo, indo além das questões respiratórias e cardiovasculares. Essas enfermidades incluem problemas como baixo peso ao nascer, câncer, partos prematuros e anemia falciforme. Os estudos analisados têm concentrado sua atenção em grupos etários como crianças, idosos e recém-nascidos, com menos ênfase na faixa etária de 18 a 64 anos.

A maioria das investigações priorizou poluentes tradicionais, como monóxido de carbono, ozônio, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e material particulado (PM10), sublinhando a necessidade de explorar outros poluentes, como os compostos orgânicos voláteis (Dapper et al., 2016).

Como se pode perceber a temática da poluição do ar é de extrema relevância devido aos seus impactos significativos na saúde pública em âmbito global. A exposição crônica a poluentes atmosféricos está associada a uma ampla gama de enfermidades que abrangem desde afecções respiratórias, como asma e bronquite, até doenças cardiovasculares, como a doença cardíaca isquêmica, além de influenciar o desenvolvimento cognitivo das crianças. A complexidade desses efeitos ressalta a urgência de regulamentações e ações para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais e proteger a saúde da população em escala global.

A fim de aprofundar nossa compreensão sobre essa problemática, é fundamental analisar pesquisas científicas que investigaram os impactos da poluição do ar em diferentes contextos. Abaixo, apresento uma tabela comparativa de 10 artigos científicos sobre o tema,

destacando aqueles realizados em diferentes estados do Brasil, como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Mato Grosso:

Tabela 1 Tabela comparativa de resultados

Título do Artigo	Autor (es)	Ano Da Publicação	Resultados Apresentados
Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras	Nelson Gouveia, Gulnar Azevedo e Silva Mendonça, Antônio Ponce de Leon, Joya Emilie de Menezes Correia, Washington Leite Junger, Clarice Umbelino de Freitas, Regina Paiva Dumas, Lourdes C. Martins, Leonardo Giussepe, Gleice M.S. Conceição, Ademir Manerich, Joana Cunha-Cruz	2023	O estudo revela que a poluição do ar, especialmente devido a partículas PM10, CO e SO2, está associada a um aumento significativo nas internações e mortalidade por doenças respiratórias e do aparelho circulatório em crianças e idosos em São Paulo e, em menor grau, no Rio de Janeiro. O poluente SO2 mostrou ser particularmente prejudicial para a saúde, com maiores associações em relação a outras substâncias poluentes.
Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo	Steffani Nikoli Dapper, Caroline Spohr, Roselaine Ruviano Zanini	2016	Todos os estudos revisados sugerem que existe uma associação entre a poluição atmosférica e problemas de saúde nas populações estudadas. Diversas doenças foram investigadas, incluindo doenças respiratórias, câncer, partos prematuros e anemia falciforme, demonstrando que a poluição do ar pode afetar não apenas o sistema respiratório, mas também outros aspectos da saúde humana. Crianças, idosos e pessoas com problemas respiratórios são mais suscetíveis aos efeitos da poluição do ar. O artigo também enfatiza a importância de estudos contínuos sobre a relação entre a poluição do ar e a saúde da população e a necessidade de políticas de saúde ambiental eficazes para melhorar a qualidade do ar e proteger a saúde das pessoas.
Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil	Adrian Blanco Machin, Luiz Fernando Costa Nascimento	2018	O estudo investigou os efeitos da exposição ao material particulado fino (PM2,5) presente no ar na saúde de crianças em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Foram identificadas associações significativas entre a exposição ao PM2,5 e as internações por doenças respiratórias em crianças durante o segundo semestre, com aumento do risco de internações. Uma redução de 5µg/m3 nas concentrações de PM2,5 implicou uma diminuição de 89 internações, com potencial redução nos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS).
Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, ES	Clarice Umbelino de Freitas, Antonio Ponce de Leon, Washington Junger e Nelson Gouveia	2016	Um estudo em Vitória, Espírito Santo, analisou como a poluição atmosférica afeta a saúde respiratória e cardiovascular de crianças e adultos de 2001 a 2006. Os pesquisadores examinaram a influência de poluentes como PM10, SO2 e O3 ao longo de vários dias, considerando também variáveis como temperatura e umidade. Eles descobriram que o aumento desses poluentes estava associado a um maior risco de hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares. As doenças respiratórias mostraram a relação mais forte, especialmente quando os efeitos foram acumulados ao longo do tempo. Isso destaca a importância de reduzir a poluição do ar para proteger a saúde das pessoas.
Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: revisão sistemática	Thiago Fernandes, Sandra de Souza Hacon e Jonathan Wilian Zangeski Novais	2021	O Brasil enfrenta desafios significativos relacionados às mudanças climáticas, poluição do ar e impactos na saúde humana, incluindo o desmatamento na Amazônia, aquecimento global, poluição do ar em cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, incêndios florestais durante a estação seca, mudanças climáticas afetando a distribuição de vetores de doenças, risco de doenças transmitidas por vetores e ameaças à segurança alimentar. Para lidar com esses problemas, é necessário adotar políticas governamentais eficazes, promover conscientização e reduzir emissões de gases de efeito estufa, enquanto monitoramos e buscamos soluções para proteger a saúde da população e o meio ambiente no Brasil. Recomenda-se consultar fontes atualizadas para informações mais recentes.
Análise espaço-temporal do	Emerson Pedreira Matos,	2019	Durante o estudo, ocorreram 46.421 atendimentos por

efeito da poluição do ar na saúde de crianças	Valdério Anselmo Reisen, Faradiba Sarquis Serpa, Paulo Roberto Prezotti Filho, Maria de Fátima Silva Leite		doenças respiratórias em crianças de 0 a 6 anos na Região Metropolitana da Grande Vitória, com média diária de 21,19 atendimentos. As condições climáticas variaram ao longo do período. As concentrações de poluentes do ar, como MP10, SO ₂ , O ₃ , NO ₂ e CO, variaram entre as estações de monitoramento em diferentes regiões. A análise estatística mostrou que MP10 teve efeitos significativos nos atendimentos, assim como o SO ₂ em alguns períodos. NO ₂ , CO e O ₃ não tiveram impacto significativo na saúde das crianças. Os efeitos dos poluentes MP10 e SO ₂ foram mais pronunciados quando analisados regionalmente do que quando agregados para toda a região.
A poluição do ar e o sistema respiratório	Marcos Abdo Arbex, Ubiratan de Paula Santos, Lourdes Conceição Martins, Paulo Hilário Nascimento Saldiva, Luiz Alberto Amador Pereira e Alfésio Luis Ferreira Braga	2012	O artigo trata principalmente dos efeitos da exposição à poluição do ar no sistema respiratório humano. Ele aborda uma variedade de resultados apresentados em estudos epidemiológicos e pesquisas relacionados aos impactos da poluição atmosférica na saúde, incluindo sintomas respiratórios, função pulmonar, asma brônquica, DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica), infecções respiratórias agudas, câncer de pulmão e mortalidade. Além disso, o trabalho enfatiza a importância da conscientização e da ação dos profissionais de saúde na identificação e mitigação dos riscos da exposição à poluição do ar em seus pacientes, bem como na promoção de medidas para reduzir a poluição ambiental.
Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios	Ubiratan de Paula Santos, Marcos Abdo Arbex, Alfésio, Luis Ferreira Braga, Rafael Futoshi Mizutani, José Eduardo Delfini Cançado, Mário Terra-Filho e José Miguel Chatkin	2021	O trabalho aborda a poluição do ar e seu impacto na saúde, destacando a exposição a poluentes como causa de doenças respiratórias e mortes. Enfatiza a importância da redução das emissões, como o uso de transporte público e combustíveis limpos, para proteger a saúde e combater o aquecimento global. Destaca também o papel dos médicos na promoção de hábitos saudáveis e no apoio a medidas ambientais, especialmente à luz da pandemia de COVID-19 e desequilíbrios ambientais.
Poluição do ar em cidades brasileiras: selecionando indicadores de impacto na saúde para fins de vigilância	Clarice Umbelino de Freitas; Washington Junger; Antonio Ponce de Leon; Rosária Grimaldi; Mirta Alcira Ferro Rodrigues Silva e Nelson Gouveia	2013	A pesquisa analisou o monitoramento da qualidade do ar em estados brasileiros. Apenas seis estados tinham monitoramento contínuo em alguns municípios. Belo Horizonte, Curitiba e Vitória apresentaram os menores níveis de poluição, enquanto Guarulhos e Osasco (SP) tinham os piores níveis. O estudo relacionou poluição do ar a problemas de saúde como Doenças Respiratórias Trato (DRT), Doenças Respiratórias Crônicas (DRC) e Doenças Cardiovasculares (DCV). A exposição ao PM ₁₀ estava associada a essas condições em vários municípios, com destaque para as DRC como as mais sensíveis. Isso ressalta a importância do monitoramento e da redução da exposição à poluição atmosférica, especialmente em áreas poluídas e para pessoas com problemas de saúde preexistentes.
Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil	Nelson Gouveia, Antônio Ponce de Leon, Washington Junger, Joana de Freitas Lins e Clarice Umbelino de Freitas	2019	Neste estudo, foram analisadas as cidades de Belo Horizonte, Betim e Contagem em Minas Gerais, Brasil, em relação à poluição do ar e suas consequências nas internações hospitalares. Belo Horizonte teve o maior número médio diário de internações por diversas causas. A poluição do ar, especialmente o PM ₁₀ , CO e SO ₂ , estava associada a aumentos nas internações por doenças respiratórias e cardiovasculares em todas as cidades, com Belo Horizonte mostrando os maiores riscos. PM ₁₀ também afetou as internações de crianças menores de cinco anos nas três cidades. Esses resultados ressaltam o impacto da poluição do ar nas internações hospitalares nessas áreas.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Esses estudos proporcionam uma gama comparativa das pesquisas sobre os efeitos da poluição do ar na saúde em diferentes regiões do Brasil, possibilitando uma análise

comparativa dos impactos e oferecendo informações valiosas para orientar políticas de mitigação e intervenções destinadas a melhorar a qualidade do ar e proteger a saúde das populações afetadas em todo o país.

Uma compreensão aprofundada destes efeitos é crucial para a formulação de políticas de controle da poluição e intervenções de saúde pública, visando criar um ambiente mais saudável e sustentável para as atuais e futuras gerações. O compromisso com essa missão recai sobre a geração presente, uma vez que o bem-estar das gerações vindouras está indissociavelmente ligado à ação em prol da mitigação dos efeitos nocivos da poluição do ar.

4 CONCLUSÃO

Diante da análise detalhada dos estudos sobre os efeitos da poluição do ar na saúde humana, é possível concluir que a poluição do ar representa uma ameaça significativa à saúde pública em âmbito global. Os impactos abrangem uma ampla gama de doenças, desde afecções respiratórias crônicas até graves condições cardiovasculares, e até mesmo afetam o desenvolvimento cognitivo das crianças.

Os estudos realizados no contexto brasileiro também revelam associações estatisticamente significativas entre a poluição do ar e diversos problemas de saúde, incluindo hospitalizações por doenças respiratórias, mortalidade infantil e doenças cardiovasculares, com foco particular na cidade de São Paulo. No entanto, existem lacunas na replicação desses resultados em outros grandes centros urbanos do país, o que destaca a necessidade de investigações adicionais.

Além disso, a pesquisa enfatiza a importância de considerar não apenas os poluentes atmosféricos tradicionais, mas também outros compostos, como os compostos orgânicos voláteis, em estudos futuros.

Para lidar eficazmente com essa ameaça à saúde pública, são necessárias regulamentações e ações para reduzir a exposição a poluentes atmosféricos prejudiciais. Além disso, a conscientização da população e a implementação de políticas de qualidade do ar são cruciais para proteger a saúde das populações afetadas. A pesquisa e a vigilância contínua são essenciais para melhor compreender e abordar essa questão complexa, visando a criação de um ambiente mais saudável e sustentável para as gerações atuais e futuras.

REFERÊNCIAS

ARBEX, M. A., Santos, U. P. de, Martins, L. C., Saldiva, P. H. N., Pereira, L. A. A., Braga, A. L. F., ... Chatkin, J. M. **A poluição do ar e o sistema respiratório**. 2012.

ATKINSON, Richard W. et al. **Long-term exposure to outdoor air pollution and the incidence of chronic obstructive pulmonary disease in a national English cohort**. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 73, n. 6, p. 344-351, 2016.

BROOK, Robert D. et al. **Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association**. *Circulation*, v. 121, n. 21, p. 2331-2378, 2010.

BURNETT, Richard T. et al. **An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure**. *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 4, p. 397-403, 2014.

COHEN, Aaron J. et al. **Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015**. *The Lancet*, v. 389, n. 10082, p. 1907-1918, 2017.

DAPPER, S. N., Spohr, C., & Zanini, R. R. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. 2016.

DOMINICI, Francesca et al. **Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases**. *JAMA*, v. 295, n. 10, p. 1127-1134, 2006.

DOCKERY, Douglas W. et al. **Health effects of acid aerosols on North American children: respiratory symptoms**. *Environmental Health Perspectives*, v. 86, n. 2, p. 91-98, 1990.

DOCKERY, Douglas W. et al. **Acute respiratory effects of particulate air pollution**. *Annual Review of Public Health*, v. 15, p. 107-132, 1994.

FERNANDES, T., Hacon, S. de S., & Novais, J. W. Z. **Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: revisão sistemática**. 2021.

FREITAS, C. U. de, Junger, W., Leon, A. P. de, Grimaldi, R., Silva, M. A. F. R., & Gouveia, N. **Poluição do ar em cidades brasileiras: selecionando indicadores de impacto na saúde para fins de vigilância**. Cidade: Editora, 2013.

FREITAS, C. U. de, Leon, A. P. de, Junger, W., & Gouveia, N. **Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, ES**. Cidade: Editora, 2016.

GOUVEIA, N., Leon, A. P. de, Junger, W., Lins, J. de F., & Freitas, C. U. de. **Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil**.

Cidade: Editora, 2019.

GOUVEIA, N., Mendonça, G. A. S., Leon, A. P. de, Correia, J. E. M., Junger, W. L., Freitas, C. U. de, Daumas, R. P., Martins, L. C., Giussepe, L., Conceição, G. M. S., Manerich, A., & Cunha-Cruz, J. **Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras**. Cidade: Editora, 2023.

HÉROUX, Marie-Eve et al. **Air pollution and toxicology**. *Encyclopedia of Environmental Health*, p. 97-108, 2019.

KELLY, Frank J. et al. **Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs**. *Atmospheric Environment*, v. 45, n. 33, p. 6348-6357, 2011.

KREWSKI, Daniel et al. **Mortality and long-term exposure to ambient air pollution: ongoing analyses based on the American Cancer Society cohort**. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, v. 68, n. 13-14, p. 1093-1109, 2005.

LANDRIGAN, Philip J. et al. **The Lancet Commission on pollution and health**. *The Lancet*, v. 391, n. 10119, p. 462-512, 2018.

LELIEVELD, Jos et al. **The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale**. *Nature*, v. 525, n. 7569, p. 367-371, 2015.

LIM, Stephen S. et al. **A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010**. *The Lancet*, v. 380, n. 9859, p. 2224-2260, 2012.

LOOMIS, Dana et al. **The International Agency for Research on Cancer (IARC) evaluation of the carcinogenicity of outdoor air pollution: focus on China**. *Chinese Journal of Cancer*, v. 33, n. 4, p. 189-196, 2014.

MACHIN, A. B., & Nascimento, L. F. C. **Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil**. Cidade: Editora, 2018.

MATOS, E. P., Reisen, V. A., Serpa, F. S., Filho, P. R. P., & Leite, M. de F. S. **Análise espaço-temporal do efeito da poluição do ar na saúde de crianças**. Cidade: Editora, 2019.

LOUDIN, Anna et al. **Long-term exposure to air pollution and hospital admissions for myocardial infarction: a register-based cohort study**. *Environmental Health Perspectives*, v. 124, n. 5, p. 619-624, 2016.

PEREIRA, Gustavo et al. **Association between urban air pollution and bone health in adolescents**. *Environmental Research*, v. 191, p. 110178, 2020.

POPE III, C. Arden et al. **Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease**. *Circulation*, v. 109, n. 1, p. 71-77, 2004.

POPE III, C. A., et al. **Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure**

to fine particulate air pollution. Journal of the American Medical Association, v. 287, n. 9, p. 1132-1141, 2002.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Ambient (Outdoor) Air Quality and Health.** Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/ambient-outdoor-air-quality-and-health>. Acesso em 28/09/2023.

PASCAL, Mathilde et al. **Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities:** results of the Aphekom project. Science of the Total Environment, v. 449, p. 390-400, 2013.

SANTOS, U. P. de, Arbex, M. A., Braga, A. L. F., Mizutani, R. F., Cançado, J. E. D., Terra-Filho, M., & Chatkin, J. M. **Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios.** Cidade: Editora, 2021.

THURSTON, George D. et al. **A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution?** An analytical framework. European Respiratory Journal, v. 49, n. 1, p. 1600419, 2017.

ZHANG, Qiang et al. **Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade.** Nature, v. 543, n. 7647, p. 705-709, 2017.

ZHENG, Miaomiao et al. **Short-term exposure to air pollution and hospital admission for ischemic and hemorrhagic stroke in three East Asian megacities:** a time-stratified case-crossover study. Environmental Pollution, v. 268, p. 115771, 2021.