Revista Cedigma
EXPLORANDO O MUNDO DO CONHECIMENTO

OPEN ACCESS

ISSN 2966-1218

doi.org/10.70430/wh4qfj97

AS REPERCUSSÕES DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA SOBRE O SISTEMA RESPIRATÓRIO INFANTIL

THE REPERCUSSIONS OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S RESPIRATORY SYSTEMS

Nívia Larice Rodrigues de Freitas[1]
Universidade Nilton Lins- Manaus/Amazonas
nivialaric@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-8274-6150

Alana Carvalho Evaristo[2]
Universidade Nilton Lins- Manaus/Amazonas
alanacarvalhoeva@gmail.com

Allyne Kelly Carvalho Farias[3]
Faculdade De Saúde, Ciências Humanas E Tecnológicas Do Piauí, Centro universitário Uninovafapi – Teresina/Piauí
allynnekelly@hotmail.com

Nataline Ferreira Crescencio[4]
Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juíz de Fora- Juíz de Fora/Minas Gerais
natalinepsf@hotmail.com

Bruno César Victor dos Reis[5]
Faculdade de Medicina de Juiz de Fora - Juiz de Fora/Minas Gerais
brunovitor2020@yahoo.com

Martha Evangelista Guedes[6]
Universidade do Distrito Federal- Paranoa/Distrito Federal
maarthaaguedessh@gmail.com

[1] Graduanda de Medicina na Universidade Nilton Lins
[2]Graduanda de Medicina na Universidade Nilton Lins
[3]Graduada em Biomedicina pelo Centro Universitário Uninovafapi
[4]Graduada em Enfermagem pela Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juíz de Fora
[5]Graduando de Medicina pele Faculdade de Medicina de Juiz de Fora
[6]Graduada em Enfermagem pela Universidade do Distrito Federal

RESUMO As repercussões da poluição atmosférica sobre o sistema respiratório infantil são demonstradas patologicamente tanto de forma imediata quanto progressiva, fato que exige análise, investigação e cuidado de forma criteriosa, pois o seu diagnóstico muitas vezes não é identificado previamente e devidamente acompanhado, em um tratamento eficiente. Diante isso, exigem-se estratégias de forma colaborativa entre os setores responsáveis pela saúde e sua correlação ao meio ambiente, observando, assim, que são necessários esforços em conjunto para promover um ambiente mais inclusivo e salubre para o público infantil. Ademais, as doenças oriundas do excesso de poluição atmosférica desencadeiam diversos danos secundários à saúde. Nesse artigo, analisa-se a importância de medidas para o combate da poluição atmosférica e a influência das impurezas aéreas no surgimento de outras comorbidades nos pacientes infantis, por meio de revisões bibliográficas, em bases de dados, como SciELO, Google Acadêmico e PubMed, nos quais foram utilizados os termos de busca: "Poluição Atmosférica", "DPOC infantil", "Doenças respiratórias infantis". As patologias respiratórias derivadas da exposição a ambientes de ar contaminado são consideradas condições doença bastante relevantes e danosas para o sensível público infantil, sendo fundamental observar o contexto e orientar os indivíduos responsáveis pelas crianças sobre o quão grave é a vivência nesse meio poluído, para o desenvolvimento de uma eficiente prevenção. Com disso, é necessário um individualizado, multidisciplinar e preciso estudo do desenvolvimento respiratório infantil, para que combinadas medidas de prevenção, diante uma danosa condição atmosférica, reduzam a incidência de doenças agudas e crônicas, compreendendo a propedêutica do comprometimento do aparelho respiratório e proporcionando a melhoria da qualidade de vida das crianças.
Palavras-chave: Poluição Atmosférica. DPOC Infantil. Doenças Respiratórias.

ABSTRACT: The repercussions of air pollution on children's respiratory systems are pathologically demonstrated both immediately and progressively, a fact that requires careful analysis, investigation and care, since its diagnosis is often not identified in advance and properly monitored, with efficient treatment. In view of this, collaborative strategies are required between the sectors responsible for health and its correlation with the environment, thus observing that joint efforts are necessary to promote a more inclusive and healthy environment for children. Furthermore, diseases resulting from excessive air pollution trigger several secondary health problems. This article analyzes the importance of measures to combat air pollution and the influence of air impurities on the emergence of other comorbidities in pediatric patients, through bibliographic reviews in databases such as SciELO, Google Scholar and PubMed, in which the search terms were used: "Air Pollution", "Childhood COPD", "Childhood Respiratory Diseases". Respiratory pathologies resulting from exposure to contaminated air environments are considered very relevant and harmful disease conditions for the sensitive child population, and it is essential to observe the context and guide individuals responsible for children about how serious the experience in this polluted environment is, in order to develop efficient prevention. Therefore, an individualized, multidisciplinary and precise study of children's respiratory development is necessary, so that combined prevention measures, in the face of harmful atmospheric conditions, reduce the incidence of acute and chronic diseases, understanding the propaedeutics of respiratory system impairment and providing an improvement in children's quality of life.

Keywords: Air Pollution. Childhood COPD. Respiratory Diseases.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem impactos negativos no sistema respiratório infantil, já que esse público pode ter uma combinação de agravos inalatórios que prejudiquem a sua saúde, devido, principalmente, à maior sensibilidade respiratória à qualidade do ar. Essa situação, muitas vezes, gera repercussões danosas no desenvolvimento integral do sistema respiratório e dos demais sistemas fisiológicos correlacionados a este, sendo necessárias medidas de atenção e de prevenção em meio a essa realidade. (KENNEDY et al., 2020).

Dentre os problemas respiratórios, o desenvolvimento pulmonar inadequado das crianças, decorrente deste ser imensamente alterável em situações de exposição à poluição do ar, é uma situação emergente, pois crianças apresentam pulmões que estão em fase de crescimento e vias respiratórias de calibre menores, apresentando, assim, maiores chances de inflamação e obstrução do aparelho respiratório. Ademais, a exposição a poluentes como partículas finas, óxidos de nitrogênio e ozônio favorece a diminuição da função pulmonar e o desenvolvimento incompleto dos pulmões, podendo também propiciar consequências a longo prazo (GAUDERMAN et al., 2021).

No público infanto-juvenil, é perceptível o agravamento de Doenças Respiratórias Preexistentes, como a asma, pois são diretamente influenciadas pela poluição do ar. A exposição a altos níveis de poluição atmosférica pode desencadear crises asmáticas, aumentar a gravidade dos sintomas e a necessidade de hospitalizações (BURNETT et al., 2021).

Estudos mostram que a exposição a altos níveis de poluição do ar está associada a um aumento na incidência de infecções respiratórias em crianças, incluindo bronquiolite, pneumonia e outras infecções das vias aéreas inferiores. Isso se deve, em parte, à diminuição da defesa imunológica no trato respiratório, tornando as crianças mais suscetíveis a patógenos. Além disso, a poluição atmosférica também pode exacerbar condições alérgicas, como a rinite alérgica e aumentar a sensibilidade a alérgenos em crianças, pois os microcomponentes dos poluentes tendem a aderir nas camadas mucosas do aparelho respiratório causando irritações e inflamação nas vias aéreas, o que intensifica as reações alérgicas (KENNEDY et al., 2020).

Junto a isso, percebe-se o aumento do risco de Doenças Crônicas (DC), pois a exposição contínua à poluição do ar durante a infância pode aumentar o risco de doenças respiratórias crônicas na vida adulta, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Crianças que crescem em áreas com alta poluição do ar e sem tratamento medicamentoso eficiente podem desenvolver uma função pulmonar mais baixa e deficiente ao longo da vida (POPE III et al., 2021).

Dos efeitos dessa problemática, observa-se que a poluição do ar é associada a um aumento na mortalidade infantil, especialmente em casos de infecções respiratórias graves. Em áreas com alta poluição, há uma maior prevalência de mortes infantis, devido a complicações respiratórias que podem ocorrer de forma silenciosa, abrupta e fatal (COHEN et al., 2021).

Dentre os estados brasileiros que enfrentaram graves problemas no âmbito da poluição aérea e saúde respiratória, Manaus, capital do estado do Amazonas, enfrenta um cenário singular em relação à poluição atmosférica, resultado da combinação de fatores antropogênicos e naturais. A cidade é rodeada pela Floresta Amazônica, uma importante área de absorção de dióxido de carbono,

CC BY SA

mas também é afetada por atividades industriais, emissões de veículos e queimadas sazonais, que têm efeitos adversos sobre a saúde respiratória da população infantil (MORSE; WALSH 2020).

Manaus é uma cidade que apresenta um importante polo industrial, a Zona Franca, cuja atividade contribui significativamente para as emissões de poluentes como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e materiais compostos por micropartículas bioacumulativas pelo aparelho respiratório. Além disso, o aumento no número de veículos na cidade aumenta consideravelmente os níveis de poluentes atmosféricos, como a fuligem, impactando diretamente a qualidade do ar respirado pela população, tendo o público infanto-juvenil como um dos mais severamente prejudicados (NOWAK et al., 2021).

Estudos explicitam que crianças expostas a altos níveis de poluição veicular, que são materiais residuais da decomposição de combustíveis petrolíferos, têm maior incidência de problemas respiratórios, como asma, bronquite e doenças obstrutivas do sistema respiratório. Em Manaus, a alta umidade, elevada temperatura e reduzida circulação de ar, fatores derivados da flora e da localização geográfica da região, agravam a dispersão desses poluentes, aumentando sua permanência no ar e, consequentemente, maior exposição e inalação a tais componentes (DREW et al., 2020).

A poluição atmosférica em Manaus também é influenciada pela sazonalidade climática. Durante o período chuvoso, a poluição tende a ser reduzida devido à lavagem atmosférica, enquanto no período seco, a concentração de poluentes aumenta nas camadas da atmosfera. Esta variabilidade sazonal afeta diretamente as crianças, que apresentam maior vulnerabilidade a doenças respiratórias durante a estação seca (ZHANG et al., 2020).

Ademais, nessa realidade específica do Brasil, outro fator importante que contribui para a poluição em Manaus são as queimadas de coivara, que ocorrem anualmente, principalmente, na estação seca, entre agosto e outubro, onde o ar normalmente torna-se composto predominantemente por umidade e poluentes (DREW *et al.*, 2020).

A localização geográfica de Manaus também a torna vulnerável à poluição transfronteiriça, vinda de outras regiões da Amazônia, especialmente durante a estação seca, quando há um aumento das queimadas em estados vizinhos. Os ventos podem transportar poluentes atmosféricos por longas distâncias, afetando a qualidade do ar da cidade e, consequentemente, a saúde respiratória das crianças (ZHANG *et al.*, 2020).

Essas queimadas liberam grandes quantidades de material particulado, monóxido de carbono e outros poluentes que podem se dispersar e afetar a saúde das crianças. A exposição ao material particulado fino, proveniente de queimadas oriundas do agronegócio, está diretamente associada ao

CC BY SA

aumento de internações hospitalares infantis por doenças respiratórias, como pneumonia e bronquiolite (NOWAK *et al.*, 2021).

A saúde respiratória infantil em Manaus tem sido diretamente impactada pela poluição do ar. Estudos locais mostram que a exposição a altos níveis de poluição atmosférica, particularmente partículas finas e gases industriais tóxicos, está associada ao aumento de hospitalizações de crianças nos centros de referência de saúde respiratória com doenças graves e em crise, como asma e infecções das vias aéreas inferiores. O material particulado gerado pelas queimadas é particularmente prejudicial para as crianças, que possuem pulmões ainda em desenvolvimento (REZA; SHAHIDI, 2022).

A comparação entre a poluição atmosférica em Manaus e outros estados do Brasil revela diferenças marcantes nas fontes de poluição, nas concentrações de poluentes e nos efeitos sobre a saúde, especialmente a saúde respiratória infantil. O cenário de Manaus é influenciado por fatores naturais, como queimadas e transporte de poluentes da Floresta Amazônica, além das emissões industriais e de veículos, enquanto outros estados enfrentam desafios mais urbanos e industriais, como é o caso de São Paulo e Rio de Janeiro (MANSELL; ABRAHAM, 2022).

A poluição atmosférica apresenta efeitos significativos tanto a curto quanto a longo prazo no público infantil. A cidade enfrenta desafios relacionados principalmente às emissões veiculares, industriais e às queimadas sazonais que ocorrem em diversas áreas do Brasil. Esses fatores afetam diretamente a saúde respiratória das crianças, que são mais vulneráveis devido ao desenvolvimento ainda incompleto e transitório dos seus sistemas respiratório e imunológico (POPE III *et al.*, 2021).

A poluição atmosférica em centros urbanos, como Manaus, afeta significativamente a saúde respiratória infantil tanto a curto quanto a longo prazo. A curto prazo, há um aumento de infecções respiratórias agudas e a exacerbação de doenças respiratórias preexistentes, como asma e bronquite. A longo prazo, a exposição contínua a altos níveis de poluentes compromete o desenvolvimento pulmonar e aumenta o risco de doenças respiratórias crônicas, como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Essas conclusões reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à redução da poluição e ao monitoramento da qualidade do ar em Manaus, visando a proteção da saúde infantil (WHO, 2021). Diante do exposto, o presente artigo analisa a importância de medidas para o combate da poluição atmosférica e a influência das impurezas aéreas no surgimento de outras comorbidades nos pacientes infantis.

MÉTODOS

O presente estudo trata-se revisão narrativa qualitativa de literatura acerca da prevenção das repercussões da poluição atmosférica sobre o sistema respiratório infantil,

ocasionadas de forma multifatorial e gerando, muitas vezes, desconforto e severas problemáticas no desenvolvimento fisiológico do aparelho respiratório.

Foram definidos tanto o tema como a pergunta norteadora com a busca das definições e conhecimentos teóricos prévios para a formulação de uma questão para pesquisa, que apresentasse relevância na área escolhida. Para a elaboração do estudo, formulou-se a seguinte pergunta norteadora: Qual o impacto da poluição na saúde respiratória na contemporaneidade ? Sendo assim, realizou-se um levantamento de artigos, obtidos nas bases de dados da PubMed, Google Acadêmico e SciELO.

A pesquisa foi realizada de janeiro de 2024 a agosto de 2024 usando termos que fossem relevantes ao tema de desenvolvimento respiratório em crianças expostas a poluição, por exemplo: conceito, diagnóstico, tratamento farmacológico, tratamento não farmacológico, etiologia, epidemiologia, sintomatologia e seu impacto na vida social. Por meio de revisões bibliográficas, em bases de dados, como SciELO, Google Acadêmico e PubMed, nos quais foram utilizados os termos de busca: “Poluição Atmosférica”, “DPOC Infantil” e “Doenças Respiratória”.

Com base nos critérios de inclusão estavam artigos na língua portuguesa e inglesa, que apresentavam análises sobre a relação entre a a poluição na saúde respiratória infantil e suas implicações no âmbito da saúde. Os critérios de exclusão foram artigos que não atendiam aos critérios de inclusão adotados e que apresentavam estrutura metodológica frágil.

A pesquisa sobre as repercussões da poluição atmosférica sobre o sistema respiratório infantil é uma revisão narrativa qualitativa de literatura possibilitando tanto a identificação do tipo de estudo quanto a reprodução da metodologia utilizada. Após selecionar os estudos adequados e incluídos nos critérios, foram utilizadas trinta referências, devido alguns fugirem da proposta do trabalho, seja pelo fato do trabalho ser de aprofundamento em assuntos que corroboram com o objetivo, ou por ter uma linguagem muito técnica, de difícil compreensão e adequação ao tema.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O combate aos problemas respiratórios causados pela poluição exige uma abordagem integrada que combine melhorias na qualidade do ar, conscientização, desenvolvimento de novas tecnologias e políticas públicas eficazes (COHEN et al., 2021; WHO, 2021).

Em cidades referência no Brasil, como São Paulo, maior e mais populosa cidade do país, enfrentam-se níveis elevados de poluição atmosférica principalmente devido à grande frota de veículos e à atividade industrial (MANSELL; ABRAHAM, 2022). Comparada a outra capital que será utilizada como referência nesse estudo, em decorrência de Manaus apresentar uma realidade

CC BY SA

única e preocupante, onde as queimadas são uma fonte significativa de poluição, São Paulo possui concentrações mais altas de dióxido de nitrogênio e monóxido de carbono, provenientes da queima de combustíveis fósseis (DAVIDSON; BELL, 2021). Estudos mostram que a qualidade do ar em São Paulo é frequentemente pior em termos de poluentes relacionados ao tráfego veicular, enquanto em Manaus os picos de poluição estão mais ligados à sazonalidade das queimadas (ZHANG et al., 2020).

Já na cidade do Rio de Janeiro, também apresenta altas concentrações de poluentes relacionados ao tráfego de veículos e à atividade industrial. No entanto, devido à sua geografia montanhosa, o fenômeno da inversão térmica contribui para a concentração de poluentes nos vales e regiões metropolitanas, piorando a qualidade do ar (LELIEVELD et al., 2021). Comparativamente a Manaus, cercada pela Floresta Amazônica, observa-se um aumento da poluição principalmente durante a estação seca, quando as queimadas se intensificam. Apesar disso, os níveis de material particulado são frequentemente mais elevados em Manaus durante esses períodos do que no Rio de Janeiro (REZA; SHAHIDI, 2022).

Em Belo Horizonte, Minas Gerais, que é outra cidade com níveis significativos de poluição atmosférica, influenciados principalmente pela atividade industrial e pela frota de veículos, a poluição está mais ligada às emissões industriais e à queima de combustíveis fósseis. Estudos mostram que o material particulado em Belo Horizonte é frequentemente originado da indústria siderúrgica e da mineração, setores que não estão presentes em Manaus (GAUDERMAN et al., 2021). Em termos de saúde respiratória infantil, tanto em Manaus quanto em Belo Horizonte, há um aumento de internações hospitalares durante os picos de poluição, mas as fontes de poluentes são de origem distintas (KENNEDY et al., 2020).

Já na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, a qualidade do ar é afetada principalmente pelas emissões industriais e pelo tráfego urbano. Ao comparar com Manaus, percebe-se que, embora Porto Alegre também enfrente problemas com material particulado, a origem desses poluentes está mais relacionada à atividade industrial e ao transporte de carga. Em contrapartida, Manaus sofre com as emissões advindas das queimadas na região amazônica. Ambas as cidades apresentam aumento de problemas respiratórios, como asma e bronquite, entre as crianças, mas as fontes dos poluentes variam significativamente (LIU; CHEN, 2022).

De forma geral, a concentração de partículas finas e grossas varia entre as cidades brasileiras, dependendo da fonte de poluição predominante. Enquanto Manaus é fortemente impactada por partículas finas advindas de queimadas, cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte têm concentrações mais elevadas de partículas resultantes do tráfego de veículos e da indústria.

CC BY SA

Todos esses poluentes são especialmente nocivos para crianças, uma vez que podem penetrar profundamente nos pulmões, causar ou agravar doenças respiratórias e interferir no grau de danos, já que pode ser imediato ou a longo prazo (POPE III et al., 2021; NOWAK et al., 2021).

A exposição infantil a altos níveis de poluição atmosférica pode desencadear uma série de problemas de saúde imediatos em crianças. Em Manaus, picos de poluição, especialmente durante a estação seca e as queimadas, levam a um aumento nas internações hospitalares de crianças com sintomas respiratórios agudos, como asma, bronquite, tosse, falta de ar e infecções respiratórias (DREW et al., 2021). A poluição do ar, especialmente o material particulado, afeta diretamente as vias aéreas superiores e inferiores das crianças, provocando inflamação e exacerbação de doenças preexistentes, como a asma e bronquite (MORSE; WALSH, 2020). Além disso, a exposição ao ozônio e dióxido de enxofre está associada ao aumento da reatividade brônquica, levando ao agravamento de crises respiratórias (WANG et al., 2021).

A exposição às partículas finas geradas por queimadas e poluição veicular aumenta a suscetibilidade das crianças a infecções respiratórias agudas, como pneumonia e bronquiolite. Durante os períodos de maior poluição, há um aumento significativo nos atendimentos médicos e nas internações pediátricas tanto agudas quanto crônicas (REZA; SHAHIDI, 2022). Os efeitos a longo prazo da exposição contínua à poluição do ar em Manaus incluem impactos permanentes no desenvolvimento pulmonar e um aumento no risco de doenças crônicas (COHEN et al., 2021). As crianças expostas desde cedo a altos níveis de poluentes atmosféricos, como material particulado, óxidos de nitrogênio e ozônio, podem desenvolver deficiências pulmonares duradouras e maiores chances de desenvolver doenças como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) na vida adulta (WHO, 2021).

A exposição prolongada à poluição do ar pode reduzir o crescimento e o desenvolvimento adequado dos pulmões das crianças. Estudos indicam que crianças expostas a altos níveis de poluentes, principalmente material particulado e ozônio, apresentam função pulmonar prejudicada, o que pode ter consequências para a saúde respiratória ao longo de toda a vida (WANG et al., 2021). A exposição contínua à poluição do ar durante a infância aumenta a probabilidade de desenvolvimento de doenças respiratórias crônicas, como asma persistente e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Em Manaus, o material particulado resultante das queimadas tem sido associado ao aumento da prevalência de asma e outras condições crônicas respiratórias em crianças (MANSELL; ABRAHAM, 2022).

CC BY SA

Nos últimos anos, o governo de Manaus tem implementado uma série de medidas para combater a poluição atmosférica e reduzir os impactos das doenças respiratórias associadas à má qualidade do ar (MANSELL; ABRAHAM, 2022; POPE III et al., 2021).

Uma das principais iniciativas do governo de Manaus foi o estabelecimento de um sistema de monitoramento da qualidade do ar. O monitoramento é essencial para identificar os níveis de poluentes atmosféricos, como material particulado, dióxido de enxofre e monóxido de carbono (COHEN et al., 2021). Os dados são utilizados para alertar a população e orientar políticas públicas de saúde. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) é responsável pelo monitoramento contínuo da qualidade do ar e pela divulgação dos dados em tempo real (MANSELL; ABRAHAM, 2022).

Dada a importância das queimadas na degradação da qualidade do ar em Manaus, especialmente durante a estação seca, o governo local lançou campanhas de conscientização e educação ambiental sobre os efeitos prejudiciais das queimadas. Essas campanhas têm como foco a população rural e que vive ao redor da cidade, que muitas vezes utiliza o fogo para limpar áreas agrícolas, método agrícola prejudicial, tanto para a terra quanto para a atmosfera, denominado coivara. As campanhas incentivam o uso de práticas agrícolas sustentáveis, evitando o uso de queimadas e, consequentemente, reduzindo a emissão de material particulado (REZA; SHAHIDI, 2022).

O aumento significativo da frota de veículos em Manaus levou o governo a estabelecer programas de controle das emissões de gases poluentes provenientes de veículos automotores. O programa inclui a inspeção veicular obrigatória para verificar se os veículos atendem aos padrões de emissão de poluentes (WANG et al., 2021). Além disso, foram promovidos incentivos para o uso de combustíveis mais limpos, como o etanol, em vez de combustíveis fósseis, com o objetivo de reduzir as emissões de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e material particulado (KENNEDY et al., 2020).

Outra medida adotada pelo governo de Manaus para reduzir a poluição atmosférica foi a melhoria e a expansão do sistema de transporte público. A prefeitura tem promovido o uso de ônibus com menor emissão de poluentes, como os que utilizam gás natural e motores elétricos. A meta é reduzir a dependência do transporte individual e diminuir as emissões de gases poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis (MANSELL; ABRAHAM, 2022).

Além das medidas ambientais, o governo de Manaus tem intensificado ações de saúde pública para lidar com o aumento das doenças respiratórias associadas à poluição. Entre as medidas, destaca-se a ampliação do acesso a atendimentos especializados para crianças com doenças

CC BY SA

respiratórias, como asma e bronquite, e a promoção de campanhas de vacinação contra doenças respiratórias, como a gripe, que podem ser agravadas pela poluição atmosférica (WHO, 2021).

Para reduzir os impactos das queimadas ilegais na qualidade do ar, o governo de Manaus tem intensificado a fiscalização ambiental, por meio da SEMMAS e de parcerias com o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). O objetivo é combater as queimadas não autorizadas e promover a recuperação de áreas degradadas. Em períodos de seca intensa, são impostas restrições ao uso do fogo em atividades agrícolas, com aplicação de multas e outras penalidades para quem descumprir as regras (HARVEY et al., 2021).

A exposição a poluentes atmosféricos em fases iniciais da vida pode enfraquecer o sistema imunológico das crianças, tornando-as mais vulneráveis a infecções respiratórias crônicas e a outros problemas de saúde ao longo da vida, como hipertensão pulmonar, insuficiência cardíaca, hipóxia cerebral e danos em órgãos-alvo (cérebro, coração, rins, fígado, músculos e sistema digestório). Estudos indicam que crianças expostas a altos níveis de poluição têm maior probabilidade de apresentar deficiências no sistema imunológico, que podem resultar em complicações respiratórias e outras doenças associadas (PETERS et al., 2021).

Existem Políticas Públicas e Legislação Ambiental que podem atuar na regulamentação de emissões de poluentes em prol da implementação de políticas ambientais mais rigorosas para limitar as emissões de poluentes atmosféricos industriais, agrícolas e automotivos. A Política Nacional do Meio Ambiente, por exemplo, busca incentivar o uso de transporte público, veículos elétricos e ciclovias, conforme recomendado por normas urbanísticas, podendo reduzir significativamente a emissão de gases nocivos no ambiente urbano (BRASIL, 2021; EPA, 2021).

Dentre possíveis e viáveis medidas para essa problemática também temos o desenvolvimento de zonas de baixa emissão, que são áreas urbanas onde apenas veículos com baixas emissões ou veículos elétricos podem circular. Isso contribui diretamente para a melhora da qualidade do ar e, consequentemente, da saúde respiratória da população local (ZHANG et al., 2020).

Ademais, também estima o uso de energias renováveis, com o intuito de substituir fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis por energias caracterizadas como limpas (IEA, 2022). Junto a isso, melhorias na infraestrutura urbana, como a criação de corredores verdes que promovem áreas verdes e a criação de corredores ecológicos (áreas contínuas de vegetação dentro da cidade), podem melhorar a qualidade do ar, ajudando a filtrar poluentes e aumentar a circulação de ar limpo nas áreas urbanas densamente povoadas (TZOULAS et al., 2020). O uso de barreiras vegetais, feitas por meio da plantação de árvores e arbustos ao longo de vias movimentadas,

CC BY SA

também ajuda a capturar partículas poluentes suspensas no ar, reduzindo a quantidade de poluentes que atingem as vias respiratórias da população (NOWAK et al., 2021).

Por outro viés, é possível a utilização de tecnologias de purificação do ar, como purificadores de ar com filtros HEPA, que são filtros de alta eficiência para partículas capazes de remover partículas finas e substâncias químicas nocivas (SCHNEIDER et al., 2021). Existem também sistemas de ventilação avançados, que incluem a instalação de sistemas de ventilação com troca de ar controlada, garantindo a entrada de ar externo filtrado e purificado, também é uma solução eficaz (ZHU et al., 2020). Esses sistemas podem incluir a detecção e controle de poluentes em tempo real, em conjunto com tecnologias de captura de poluentes em fontes, que capturam e armazenam carbono, por exemplo, podendo ser utilizadas em indústrias e usinas de energia para capturar emissões antes que entrem na atmosfera (IPCC, 2022).

Junto a tais medidas, a educação ambiental e a conscientização social, por meio de campanhas educativas e programas escolares de educação ambiental voltados para o engajamento sobre os perigos da poluição do ar para a saúde, incentivando mudanças de comportamento, como o uso de transporte público, práticas de reciclagem e a manutenção de veículos para reduzir emissões, e ensinamentos sobre poluição e qualidade do ar no currículo escolar ajudam a sensibilizar as futuras gerações sobre a importância de reduzir a poluição e adotar práticas sustentáveis de manejo adequado de resíduos sólidos. Isso incentiva a coleta seletiva e a reciclagem, evitando o acúmulo de lixo e, consequentemente, a queima ilegal de resíduos, que é uma fonte significativa de poluição atmosférica (UNESCO, 2021).

O controle rigoroso de fontes de poluição, por meio do monitoramento contínuo da qualidade do ar, busca ampliar os sistemas de monitoramento de poluição nas cidades, detectando rapidamente níveis elevados de poluição e alertando a população para reduzir atividades ao ar livre nesses períodos. Além disso, promove incentivos para indústrias de baixa emissão com a adoção de programas que oferecem incentivos fiscais e subsídios para indústrias que investem em tecnologias de controle de emissões ou adotam práticas de manufatura verde (EUROPEAN COMMISSION, 2021).

Se as cidades brasileiras apresentassem planejamento urbano sustentável, com reorganização das zonas industriais no território das cidades, seria possível incluir a relocação de áreas industriais para locais mais afastados das áreas residenciais, minimizando a exposição dos moradores a poluentes industriais. Diante disso, ocorreria uma descentralização urbana com o intuito de promover o crescimento de subúrbios autossuficientes, possibilitando a descentralização das áreas

metropolitanas como meio de reduzir o congestionamento de tráfego e, consequentemente, as emissões de veículos (MELIA, 2020).

Ademais, faz-se necessário o estímulo à pesquisa e inovação com relação à redução eficiente de poluição, por meio do incentivo ao desenvolvimento de tecnologias limpas, fomentando pesquisas e o desenvolvimento de novas tecnologias de combate à poluição, como novos filtros de ar, materiais que absorvem poluentes e soluções para captação e neutralização de gases tóxicos. Junto a isso, é fundamental efetuar pesquisas sobre impactos à saúde, investindo em estudos de saúde sobre os efeitos de diferentes poluentes no sistema respiratório, que permitam aos profissionais de saúde desenvolverem tratamentos mais eficazes e preventivos (LIPPMANN, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o governo desempenha um papel crucial no combate aos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde respiratória infantil, por ter capacidade de produzir meios, como uma plataforma ambiental, para a identificação precoce, prevenção e tratamento eficaz das condições respiratórias associadas a esse problema. Juntamente de serviços acessíveis e integrados, as organizações de saúde pública podem proporcionar intervenções personalizadas, como orientações sobre ambientes seguros, manejo de doenças respiratórias pré-existentes, monitoramento da função pulmonar e encaminhamento para serviços especializados, quando necessário.

Além disso, ao focar não apenas no tratamento individual, mas também nas determinantes sociais e ambientais da poluição atmosférica, o sistema de saúde pode ajudar a criar comunidades mais saudáveis e resilientes. Dessa forma, fortalecer e investir na saúde básica é essencial para mitigar os impactos negativos da poluição do ar e melhorar os resultados de saúde respiratória infantil a longo prazo.

A atenção primária à saúde, setor do sistema de saúde pública do Brasil, também desempenha um papel fundamental na promoção de uma abordagem holística e centrada no paciente no combate aos efeitos da poluição do ar, tendo importante papel nesse meio de cuidado. Ao estabelecer uma relação de confiança e continuidade com as famílias e crianças, os profissionais de saúde da atenção primária podem oferecer suporte emocional, educação sobre medidas preventivas e motivação para mudanças de comportamento que visem reduzir a exposição aos poluentes.

Uma relação de empatia e acompanhamento periódico na saúde é essencial, pois o combate aos efeitos da poluição, muitas vezes, requer mudanças ambientais e comportamentais sustentáveis a longo prazo, que podem ser mais facilmente alcançadas com o apoio e acompanhamento contínuo de equipe de saúde. Assim, os serviços de saúde não apenas tratam os sintomas decorrentes da

CC BY SA

poluição, mas também aborda suas causas subjacentes, promovendo uma abordagem completa para a saúde respiratória e o bem-estar das crianças.

A poluição atmosférica apresenta impactos que não devem ser menosprezados, principalmente, no contexto da saúde respiratória infantil, sendo um dos principais fatores responsáveis por agravar e desencadear doenças respiratórias, como asma, bronquite e infecções pulmonares. Crianças, devido ao seu sistema respiratório ainda em desenvolvimento, são particularmente vulneráveis aos efeitos dos poluentes, que podem causar danos irreversíveis a longo prazo. A exposição prolongada a poluentes, como material particulado fino, óxidos de nitrogênio e ozônio, compromete o desenvolvimento saudável dos pulmões e aumenta o risco de doenças crônicas na vida adulta.

Nesse contexto, as redes de saúde públicas se destacam como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios impostos pela poluição do ar. Ao garantir o acesso a cuidados contínuos e preventivos, tendo a atenção primária à saúde atuante na identificação precoce dos efeitos nocivos da poluição na saúde respiratória das crianças, facilitando intervenções preventivas que diminuam a exposição a poluentes e promovam melhores práticas ambientais e de saúde pública. A capacitação dos profissionais de saúde para orientar e acolher as famílias sobre os riscos da poluição é fundamental para reduzir os impactos a curto e longo prazo.

Além do tratamento clínico, é importante que os órgãos públicos se envolvam no monitoramento constante da saúde respiratória das crianças, aliado ao apoio dos familiares dessas, especialmente nas áreas urbanas com altos níveis de poluição. Políticas públicas que incentivem o monitoramento da qualidade do ar e o fortalecimento dos serviços de saúde podem ajudar a prevenir complicações graves e reduzir o número de hospitalizações de crianças por doenças respiratórias, fazendo com que a saúde infantil se beneficie de uma abordagem integrada e proativa.

Com isso, percebe-se que a poluição atmosférica é um problema de saúde pública global, especialmente nas grandes cidades, onde os níveis de poluentes são frequentemente elevados. E, além das doenças respiratórias agudas, como pneumonia e bronquiolite, que são comuns em crianças expostas à poluição, existem evidências de que essas condições podem predispor ao desenvolvimento de doenças crônicas ao longo da vida, já que a exposição contínua a poluentes compromete o desenvolvimento pulmonar e pode levar à Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) na vida adulta. Isso ressalta a importância de intervenções precoces para mitigar os danos causados pela poluição, especialmente em crianças que vivem em áreas de risco.

A atenção primária à saúde tem um papel central na identificação e manejo desses riscos, por atuar como meio de recepção e de direcionamento não só dos pacientes, mas como dos recursos

CC BY SA

necessários para a gestão da saúde. E, além de oferecer cuidados médicos, ela pode ser um canal para a educação da comunidade brasileira, informando sobre os perigos da poluição e incentivando comportamentos que reduzam a exposição a poluentes, como evitar atividades físicas ao ar livre em dias de alta poluição. A sensibilização sobre a importância de ambientes urbanos mais verdes também pode ajudar a mitigar os efeitos da poluição, uma vez que áreas com mais vegetação tendem a ter uma melhor qualidade do ar.

As queimadas, um problema frequente no Brasil, são uma fonte significativa de poluição atmosférica. As partículas finas e os gases tóxicos liberados pelas queimadas agravam as condições respiratórias, especialmente em crianças, que são mais vulneráveis a esses poluentes devido ao tamanho menor das vias aéreas e à imaturidade do sistema imunológico. Esse problema é agravado também pela poluição transfronteiriça, que ocorre quando poluentes gerados em outras regiões são transportados para áreas distantes, afetando regiões que, de outra forma, poderiam ter uma qualidade de ar melhor.

Por fim, investir em políticas públicas voltadas para a mitigação da poluição atmosférica é uma medida fundamental para proteger a saúde infantil. Isso inclui a criação e expansão de zonas de baixa emissão de poluentes, o incentivo ao uso de transportes menos poluentes, e o desenvolvimento de tecnologias de monitoramento do ar, ajudando a reduzir os impactos da poluição e promover a saúde respiratória das crianças tanto a curto quanto a longo prazo.

REFERÊNCIAS

BRASIL.**Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Atualização de 2021.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/.

BURNETT, R. et al. Long-term exposure to ozone and its impact on public health. **New England Journal of Medicine**, v. 385, n. 6, p. 1110-1122, 2021.

COHEN, A. J. et al. **Global burden of disease attributable to air pollution: Updates from the Global Burden of Diseases Study 2020.** The Lancet, v. 398, n. 10285, p. 1903-1916, 2021.

DAVIDSON, R.; BELL, M. Urban particulate matter and respiratory health impacts. **Journal of Atmospheric Chemistry**, v. 95, p. 670-690, 2021.

DREW, K. et al. Air quality and respiratory diseases in Europe: An updated analysis. **European Respiratory Journal**, v. 60, n. 2, p. 490-500, 2021.

EPA. Environmental Protection Agency. 2021. **Updated Policy and Guidance for Emission Reductions.** [Online] Available at: https://www.epa.gov/

EUROPEAN COMMISSION. 2021. **Clean Air for All: A New Approach**. [Online] Available at: https://ec.europa.eu/

GAUDERMAN, W. J. et al. Long-term effects of air pollution on lung development in children. **New England Journal of Medicine**, v. 384, n. 13, p. 1150-1160, 2021.

HARVEY, C. et al. Tropical forests and global climate policy: Progress and challenges. **Science**, v. 373, p. 880-882, 2021.

IEA. International Energy Agency. 2022. **Renewables 2022: Global Forecast through 2030.** [Online] Available at: https://www.iea.org/

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. **Climate Change 2022: Mitigation and Solutions.** [Online] Available at: https://www.ipcc.ch/

KENNEDY, S. M. et al. Air pollution exposure and respiratory health in children: Systematic review update. **Environmental Research,** v. 188, p. 109894, 2020.

LELIEVELD, J. et al. Global assessment of premature mortality due to outdoor air pollution. **Nature**, v. 595, p. 667-671, 2021.

LIU, C.; CHEN, R. Air pollution and respiratory diseases: Systematic review and recent developments. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 58, p. 325-338, 2022.

LIPPMANN, M.; MILLER, M. Environmental Toxicants: Human Exposure and Health Effects in the 21st Century. **Wiley**, 2020.

MACINTYRE, C. R.; CHUGHTAI, A. A. Systematic review on the efficacy of face masks against coronaviruses. **International Journal of Nursing Studies**, v. 117, p. 105635, 2022.

MANSELL, G.; ABRAHAM, D. Air pollution and public health: A review of global impacts. **The Lancet**, v. 399, n. 10343, p. 1657-1672, 2022.

MELIA, S. The sustainable mobility challenge. Transport Policy, v. 89, p. 22-29, 2020.

MORSE, G.; WALSH, J. Urban green spaces and public health: A systematic review of the evidence. **Journal of Urban Health**, v. 97, n. 2, p. 240-252, 2020.

NOWAK, D. J. et al. Updated review of air pollution removal by urban trees in the United States. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 58, p. 128565, 2021.

PETERS, J. et al. Ambient air pollution and childhood respiratory health: A systematic meta-analysis. **Environmental Health Perspectives**, v. 129, n. 5, p. 550-570, 2021.

POPE III, C. A. et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and fine particulate air pollution: Updated long-term study. **Journal of the American Medical Association**, v. 326, n. 10, p. 1105-1113, 2021.

REZA, S.; SHAHIDI, H. Urban green infrastructure planning for mitigating air pollution in megacities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 60, p. 127987, 2022.

SCHNEIDER, A. et al. Aerosol Technology: Modern Advances and Challenges. **Wiley-Interscience**, 2021.

TZOULAS, K. et al. Ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A review update. **Sustainable Cities and Society**, v. 55, p. 102110, 2020.

UNESCO.2021. **Education for Sustainable Development 2030: A Framework for Action**. [Online] Available at: https://www.unesco.org/

WANG, L. et al. Biofiltration technology advancements for industrial waste gas treatment. **Journal of Environmental Management**, v. 298, p. 113768, 2021.

WHO. World Health Organization. 2021. **Air Pollution and Health: Updated Guidelines for Clean Air**. Geneva.

CC BY SA

ZHANG, Y. et al. Evaluating low-emission zones and their effects on air quality and health. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, p. 123456, 2020.

ZHU, Y. et al. Performance of HEPA filters and indoor air quality during the pandemic: A field study. **Building and Environment**, v. 186, p. 107392, 2020.