

URBAN95



Qualidade do ar e a primeira infância



**Bernard
van Leer**
FOUNDATION

Efeitos nocivos da poluição
do ar à saúde das crianças
e ações para minimizá-los.

AUTORIA

Universidade de São Paulo

Luana Ferreira Vasconcelos
Maria de Fátima Andrade
Regina Maura de Miranda
Rubens Fabio Pereira

APOIO TÉCNICO

WRI Brasil

Ariadne Amanda Barbosa Samios
Talita Esturba
Paula Manoela dos Santos

REVISÃO

Atelie Navio

Ursula Troncoso

PROJETO GRÁFICO

Agência Sequoia

Este material foi desenvolvido no âmbito da parceria com o WRI Brasil para o Programa Urban95, iniciativa da Fundação Bernard van Leer.

Setembro de 2021 - 1ª edição



O QUE É A POLUIÇÃO DO AR?

O ar que respiramos é composto por uma mistura de gases, partículas e substâncias essenciais para a manutenção da vida no planeta, no entanto, quando há excesso de substâncias a um nível que se torna nocivo à saúde humana e ao meio ambiente, podemos considerar que o ar está poluído¹. Nas grandes cidades, a poluição do ar tem sido um dos principais problemas ambientais, pois a alta urbanização, a industrialização acelerada, o excesso de veículos e as queimadas (de resíduos, vegetação, lixo, entre outras) tornam a concentração de poluentes na atmosfera nociva e contribuem para a degradação da qualidade do ar, afetando não só a escala local como também regional e global^{2,3}.

QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS POLUENTES ATMOSFÉRICOS?

No ar, além dos gases, existem partículas microscópicas de vários tamanhos e formadas por diversos elementos químicos, sendo as partículas finas mais nocivas à saúde humana devido à facilidade de inalação e ao risco que representam para o sistema respiratório e cardiovascular⁴. Atualmente, os principais poluentes monitorados pelas agências ambientais no mundo todo são:

- material particulado inalável fino ($MP_{2,5}$);
- material particulado inalável (MP_{10});
- hidrocarbonetos (HC);
- monóxido de carbono (CO);
- compostos de nitrogênio (NO, NO_2); e
- ozônio (O_3).

O $MP_{2,5}$ pode equivaler a um tamanho 20 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo, mas existem partículas ainda menores, chamadas de ultrafinas. Quanto menor o tamanho da partícula, maior a probabilidade do poluente penetrar profundamente no trato respiratório, podendo causar diversos problemas à saúde, a curto e a longo prazo⁵.

DE ONDE VEM A POLUIÇÃO DO AR?

A poluição do ar pode vir de fontes naturais, como poeira do solo, sal marinho e vulcões, ou de atividades humanas, como indústrias e veículos. Nas cidades, diversas fontes de poluição estão presentes em nosso dia a dia: motores de veículos a combustão, chaminés de indústrias como siderúrgicas, refinarias, fábricas de cimento e papel, queimadas e incineração de lixo doméstico, poeira vinda do solo ou das estradas, fornos à lenha, fumaça de cigarro, evaporação de produtos químicos de limpeza, entre outras.



QUALIDADE DO AR E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 2015, a ONU estabeleceu junto aos seus países membros uma nova agenda de desenvolvimento sustentável com metas até 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável⁶(ODS). A poluição atmosférica, apesar de não estar mencionada de forma direta, está implícita de forma indireta e transversal em todos os ODS. Políticas públicas para redução da emissão de poluentes e melhoria da qualidade do ar contribuem para alcançar as metas estabelecidas para os ODS.



Objetivo 1: Reduzir a poluição do ar pode ajudar as famílias a se tornarem mais saudáveis, economizar em despesas médicas e melhorar a produtividade.



Objetivo 2: A poluição do ar pode causar danos às colheitas e afetar a qualidade e segurança dos alimentos.



Objetivo 3: A poluição do ar representa uma grande ameaça à saúde humana. Está ligada a infecções respiratórias e doenças cardiovasculares. Causa aumento na morbidade e mortalidade da população.



Objetivo 4: A poluição do ar pode impactar a cognição e o aprendizado das crianças. É importante garantir boas condições de qualidade do ar nas escolas e ensinar sobre o desenvolvimento sustentável.



Objetivo 5: A poluição do ar pode afetar diretamente a saúde de mulheres grávidas e seus bebês, gerando uma maior carga e responsabilidades de cuidado muitas vezes atribuídas somente ao gênero feminino.



Objetivo 6: Poluentes oriundos da queima de biomassa e de combustíveis fósseis podem causar a chuva ácida e comprometer a qualidade da água.



Objetivo 7: Eletricidade proveniente de fontes renováveis gera benefícios à saúde pública por meio da redução da poluição do ar.



Objetivo 8: A poluição do ar pode trazer impactos à saúde humana, safras, crescimento de florestas, clima e ambiente, com consequências para a produtividade e crescimento econômico.



Objetivo 9: Diminuição do consumo de energia, medidas sustentáveis e incentivo ao transporte público podem ajudar a melhorar a qualidade do ar.



Objetivo 10: Pessoas pobres e populações minoritárias estão mais expostas à poluição do ar e são mais vulneráveis a impactos adversos à saúde.



Objetivo 11: Grandes centros urbanos têm muitas fontes de poluentes. O incentivo ao planejamento de cidades mais sustentáveis pode ajudar a diminuir a geração de poluentes.



Objetivo 12: Produtos químicos lançados na atmosfera são perigosos para a saúde humana. A produção e o consumo responsáveis podem ajudar a diminuir esse problema ambiental.



Objetivo 13: Os combustíveis fósseis tem um papel importante nas mudanças climáticas, colocando em risco a qualidade do ar e suprimentos de alimentos e água, sendo uma ameaça à saúde humana.



Objetivo 14: A deposição de poluentes atmosféricos na água afeta negativamente sua qualidade, podendo levar a processos de acidificação e eutrofização de corpos de água.



Objetivo 15: A emissão de alguns poluentes derivados da combustão de combustíveis fósseis pode causar chuva ácida, que representa uma ameaça às florestas e ao ecossistema.



Objetivo 16: As instituições públicas têm um papel fundamental na gestão da qualidade do ar, que deve ser monitorado para a elaboração de políticas públicas eficientes para redução da poluição.



Objetivo 17: Não existem fronteiras para a poluição do ar, um problema com fontes emissoras locais, porém com impactos globais. A melhoria da qualidade do ar deve ser tratada por todos os setores e em todas as esferas da sociedade.

OS POLUENTES ATMOSFÉRICOS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE DAS CRIANÇAS

Anualmente morrem mais de 7 milhões de pessoas por doenças cardiorrespiratórias e cânceres de pulmão, doenças relacionadas diretamente à poluição do ar⁸. As crianças respiram mais rápido que os adultos e, por terem menor estatura, ficam mais próximas da altura de escapamentos veiculares e poeiras do solo, inalando ainda mais poluentes. Seus pulmões, cérebro e sistema imunológico estão ainda em formação, o que as torna parte da população mais vulnerável aos efeitos da má qualidade do ar, principalmente as crianças com idade entre 0 e 6 anos^{9,10}.

Monitorar a qualidade do ar nos ambientes em que as crianças passam a maior parte do tempo e desenvolver estratégias que minimizem os efeitos das altas concentrações de poluentes nesses espaços, torna-se extremamente necessário para manutenção da qualidade de vida e desenvolvimento das crianças.

- O material particulado fino ($MP_{2,5}$) é o principal poluente associado a doenças respiratórias. Mesmo em baixas concentrações, **há evidência de impactos na saúde**, especialmente dos mais vulneráveis como as crianças, **mesmo quando não há violação dos padrões de qualidade do ar atualmente estabelecidos**^{11,12,13}, indicando que os padrões estão inadequados.
- **Mesmo antes do nascimento**, a exposição à poluição do ar pode causar baixo peso em recém-nascidos, parto prematuro e prejudicar o desenvolvimento do sistema imunológico. A exposição à poluição do ar durante a gravidez também pode causar diminuição da função pulmonar na infância e o desenvolvimento de bronquite, rinite e asma infantil¹⁴.
- A poluição do ar também representa um risco para o futuro das crianças. Poucas coisas são tão importantes para uma criança quanto seus primeiros mil dias de vida, a janela crítica de desenvolvimento do cérebro e a base para o futuro neural. A exposição à poluição pode impactar o desenvolvimento saudável do cérebro da criança, uma vez que **os níveis de toxicidade do ar necessários para danificar o cérebro nos primeiros dias de vida são muito menores do que aqueles necessários para causar danos ao cérebro de um adulto**¹⁵.
- A exposição à poluição do ar ($MP_{2,5}$ e MP_{10}), pode aumentar significativamente a prevalência de **asma e alergia em crianças e afetar o aprendizado e a cognição**^{5,8,16,17,18,19}.
- A exposição à **poluição do ar foi associada à incidência de diversas doenças na infância**, como câncer, otite média, anemia falciforme, infecções respiratórias, obesidade, dermatite atópica, pneumonia, autismo, doenças reumatológicas, entre outras¹⁰.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece uma concentração limite de $MP_{2,5}$ segura para a saúde humana, mas estudos mostram internações de crianças entre 0 e 12 anos que foram expostas a concentrações mesmo abaixo desse limite¹². A exposição das crianças a altos níveis de poluição é também um problema social, já que populações mais pobres residem em áreas industriais ou com menor infraestrutura urbana e são mais suscetíveis à má qualidade do ar^{20,21}.



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS CRIANÇAS PEQUENAS

- Respiram 50% mais ar por quilograma de peso corporal do que adultos.
- Os tecidos corporais estão imaturos e as células do trato respiratório possuem maior permeabilidade por não estarem totalmente desenvolvidas.
- O pulmão estará desenvolvido por completo aos seis anos de idade.
- O cérebro está na principal fase de desenvolvimento.
- O sistema imune está ainda em formação.
- Pela baixa estatura estão mais próximas do chão, onde se acumulam mais poluentes, e dos escapamentos veiculares.

EFEITOS DA POLUIÇÃO NAS CRIANÇAS

- Toxicidade por inalação de poluentes.
- Má formação das células neurais.
- Baixa cognição e dificuldade de aprendizado.
- Desenvolvimento de doenças respiratórias como asma, bronquite, entre outras.

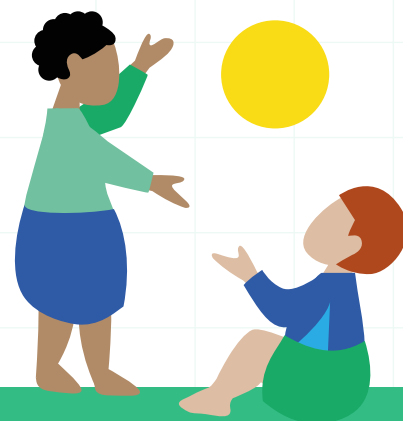
QUALIDADE DO AR NOS ESPAÇOS DA PRIMEIRA INFÂNCIA



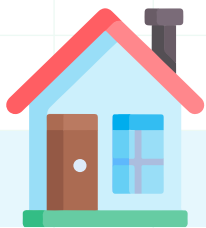
Ambientes escolares

A qualidade do ar dentro e ao redor das escolas, onde as crianças podem passar cinco horas ou mais por dia, pode influenciar na sua saúde. Os territórios educadores urbanos estão rodeados por diversas fontes de poluição. Uma delas é o grande número de veículos na entrada das escolas, onde os motoristas geralmente formam filas de carros em marcha lenta para o embarque/desembarque das crianças. Estudos demonstram que a concentração de partículas finas ($MP_{2,5}$) aumenta em 300% nos ambientes escolares durante os períodos de entrada e saída dos alunos²².

No momento em que os pais deixam ou buscam seus filhos nas escolas de carro, e deixam o motor em funcionamento, as crianças pequenas podem ficar expostas a níveis elevados de poluentes, como material particulado, CO e NO_x . Outro fator que favorece o aumento de concentração de poluentes nos ambientes escolares é a proximidade das instalações a pontos de ônibus, vias de tráfego intenso e cruzamentos com semáforos.



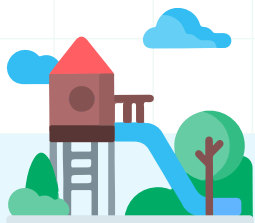
- **A escola é o ambiente onde as crianças costumam passar a segunda maior parte do seu dia**, por isso é importante que a qualidade do ar seja favorável para o desenvolvimento saudável.
- **Os horários de saída e entrada de alunos nas escolas podem representar o pico de concentração de poluentes nestes ambientes**, especialmente quando há grande presença de veículos em marcha lenta ou congestionamentos.
- **A concentração de poluentes é maior até a altura de 1 metro do solo** e compreende a altura da saída dos escapamento veiculares. Muitas escolas possuem locais de espera das crianças próximas às áreas de embarque e desembarque veiculares, o que pode favorecer a inalação de mais poluentes.
- **As emissões dos veículos nos entornos escolares afetam** as concentrações de partículas finas também no **ambiente interno das escolas**.
- É importante manter os ambientes escolares bem arejados, assim como é importante evitar a entrada de poluentes nos ambientes internos. **As escolas devem dar preferência para ventilação através de aberturas voltadas para o interior do terreno** e não para vias com alto volume de tráfego veicular.
- **O contato com a vegetação é benéfico** para o desenvolvimento das crianças e pode ser **uma aliada no combate à poluição do ar**.



Ambientes residenciais

Os níveis de poluentes em ambientes internos podem ser tão altos quanto aqueles em ambientes externos, mesmo em cidades altamente industrializadas. Muitas pessoas gastam 90% do seu tempo em ambientes internos²³. Gases e partículas são a principal causa da má qualidade do ar em residências. Ventilação inadequada também pode aumentar os níveis de poluentes internos por não proporcionar diluição das emissões internas e má renovação do ar dentro de casa. Muitas pessoas cozinham ou aquecem suas casas por meio de fogueiras ou fogões simples queimando querosene, biomassa (lenha e resíduos agrícolas) e carvão²⁴.

Outras fontes de poluentes internos incluem os próprios materiais de construção e de pintura, produtos químicos e de limpeza domésticos, sistemas de ar-condicionado, cigarro (que expõe crianças ao fumo passivo do cigarro), entre outros. Conhecer essas fontes é importante para proteger a saúde das crianças no ambiente doméstico¹⁵.



Espaços públicos

Os espaços públicos frequentados pelas crianças e cuidadores, como parques, parquinhos e praças, são ambientes afetados diretamente pelas emissões de veículos, indústrias e queimadas locais, dependendo da característica de cada cidade. As recomendações da OMS para os ambientes externos como um todo, são de evitar atividades ao ar livre e de alto esforço físico quando a concentração de poluentes estiver alta ou acima dos níveis seguros para saúde. Os alertas e recomendações nessas situações devem ser feitos pelas agências ambientais que monitoram os poluentes, como a CETESB no estado de São Paulo²⁵.

Para as crianças com problemas respiratórios pré-existent, como asma e bronquite, estas recomendações devem ser enfatizadas, e é aconselhado o uso de máscaras em espaços públicos, em dias com altas concentrações de poluentes¹⁵.



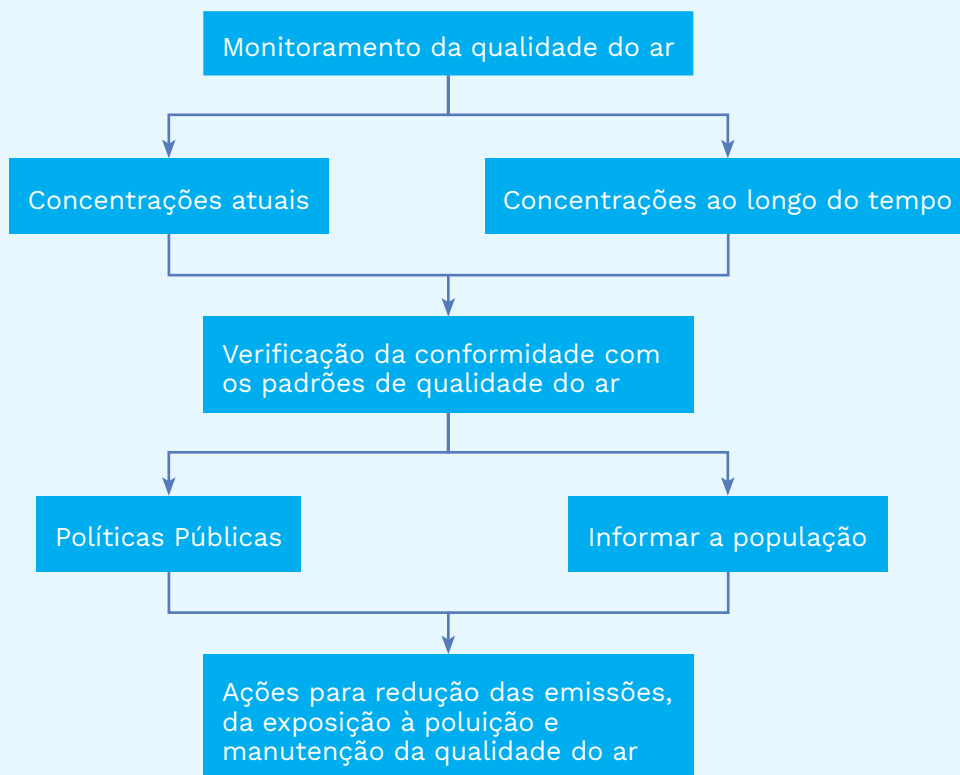
PADRÕES DE QUALIDADE DO AR: COMO SABER SE OS NÍVEIS ESTÃO ACEITÁVEIS?

A fim de se oferecer orientação na redução dos impactos da poluição do ar na saúde, a Organização Mundial da Saúde estabeleceu os padrões de qualidade do ar com base na avaliação de evidências científicas por especialistas. A partir dessas recomendações, cada país define seus padrões de acordo com os riscos à saúde, viabilidade tecnológica, econômica e outros fatores políticos e sociais do local. No Brasil, cada estado pode estabelecer seus padrões, desde que sejam iguais ou mais restritivos que a norma federal, que atualmente define limites de concentração de poluentes muito acima dos recomendados pela OMS^{13,26}.

O monitoramento da qualidade do ar no Brasil ainda é realizado em poucos estados^{10,27}. Um estudo apontou que dos 27 estados, 20 não realizam monitoramento da qualidade do ar, ou realizam de forma ineficiente. Os altos custos e a manutenção dos instrumentos de medição de referência limitam estes estudos²⁸.

Gestores públicos necessitam investir no monitoramento da qualidade do ar, mesmo que com tecnologias alternativas, a fim de identificar os níveis de concentração de poluentes aos quais está exposta a população, em especial as crianças. Este conhecimento permite desenvolver estratégias e ações para a manutenção das concentrações de poluentes dentro de padrões recomendados e, dessa forma, garantir a saúde das pessoas.

GESTÃO DA QUALIDADE DO AR PARA GESTORES PÚBLICOS.



A tabela 1 apresenta os padrões brasileiros de qualidade do ar, diferenciados entre padrões de qualidade do ar intermediários, metas que serão estabelecidas e cumpridas em etapas, e o padrão final, que reflete os valores-guia definidos pela Organização Mundial da Saúde^{13,26}. Os padrões vigentes estão destacados em negrito e evidenciam o longo caminho a ser percorrido para a adoção dos padrões finais, recomendados pela OMS visando à proteção da saúde da população.

Tabela 1. Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA, nº 491, de 19 de Novembro de 2018). Fonte: Adaptado de BRASIL (2018)²⁶.

Poluente Atmosférico	Período de Referência	Padrão Intermediário 1 (µg/m³) Padrão Atual	Padrão Intermediário 2 (µg/m³)	Padrão Intermediário 3 (µg/m³)	Padrão Final (µg/m³) Padrão da OMS
Material Particulado (MP ₁₀)	24 horas Anual ^a	120 40	100 35	75 30	50 20
Material Particulado (MP _{2,5})	24 horas Anual ^a	60 20	50 17	37 15	25 10
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24 horas Anual ^a	60 40	40 30	30 20	20 -
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora ^b Anual ^a	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O ₃)	8 horas ^c	140	130	120	100
Fumaça	24 horas Anual ^a	120 40	100 35	75 30	50 20
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas ^c	-	-	-	9 (ppm)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas Anual ^d	- -	- -	- -	240 80
Chumbo (Pb)	Anual ^a	-	-	-	0,5

Observações:

- a. média aritmética anual
- b. média horária
- c. máxima média móvel obtida no dia
- d. média geométrica anual



POSSÍVEIS AÇÕES PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR PARA AS CRIANÇAS E A COMUNIDADE ESCOLAR

Todas as pessoas podem ajudar a reduzir a exposição das crianças à poluição do ar, minimizar seus efeitos na saúde e contribuir para a diminuição de fontes emissoras nos espaços da primeira infância, seja em âmbito pessoal, coletivo, da comunidade escolar ou do poder público.

Ações do poder público municipal

- Monitorar a qualidade do ar em tempo real e em locais com alta presença de crianças.
- Desenvolver mecanismos de informação à população sobre os níveis de qualidade do ar e as precauções a serem adotadas quando os níveis apresentam risco para saúde.
- Desenvolver programas e campanhas para sensibilização de pais e cuidadores sobre má qualidade do ar, seus efeitos no desenvolvimento e saúde das crianças e como evitar a exposição à poluição do ar.
- Incentivar ações para substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia mais limpas e renováveis, incluindo o uso apropriado de fontes solares, eólicas e térmicas.
- Evitar a construção de equipamentos públicos e escolas de primeira infância próximo a vias com intenso tráfego de veículos.
- Criar áreas calmas ou zonas 30 (áreas com velocidade veicular reduzida) em áreas com alta presença de equipamentos de primeira infância.
- Fomentar a criação de canteiros e áreas verdes nos arredores das vias com intenso tráfego de veículos onde já existam escolas, equipamentos e espaços públicos voltados à primeira infância.
- Evitar que pontos de ônibus e semáforos sejam implantados em frente ou muito perto do acesso às escolas, a fim de evitar maiores concentrações de poluentes nos locais com maior fluxo e permanência de crianças.

Ações coletivas

- Organizar grupos de caronas com outros responsáveis e cuidadores na escola para reduzir o uso de veículos particulares.
- Conversar sobre os riscos da poluição do ar para as crianças com amigos e familiares e compartilhar ideias de ações para a comunidade.
- Demandar informações do governo sobre o monitoramento dos níveis de qualidade do ar nos locais frequentados pelas crianças.
- Apoiar ações de manutenção, proteção e criação de áreas verdes no bairro e na escola.

Ações da comunidade escolar

- Realizar atividades com pais e crianças para conscientização dos impactos da poluição do ar, identificação de fontes de poluição local (como queima de lixo) e a importância de ações que reduzam a exposição à poluição.
- Alterar ou flexibilizar o horário de entrada e saída das turmas de primeira infância, para diminuir a exposição à poluição nos horários com maior tráfego veicular.
- Apoiar a organização de sistemas de caronas entre responsáveis e pais de alunos.
- Implementar cercas vivas e vegetação entre o estacionamento dos funcionários e a entrada/janelas/quadras da escola.
- Definir áreas de embarque e desembarque mais distantes do portão da escola, para evitar maior concentração de poluentes nos locais com maior fluxo e permanência de crianças e orientar que pais e cuidadores caminhem com as crianças até o portão da escola.
- Orientar motoristas de veículos escolares a não ficar com o motor em funcionamento enquanto aguardam o embarque/desembarque das crianças.
- Manter salas e espaços internos ventilados, porém buscar abrir janelas e portas que não sejam voltadas para vias com alto tráfego de veículos.

Ações individuais

- Usar máscara em períodos com altas concentrações de poluentes, como horas de pico de tráfego em grandes avenidas ou quando indicado pelas agências de controle ambiental.
- Priorizar o uso de transportes ativos (a pé, bicicleta).
- Não queimar lixo.
- Não fumar na presença de crianças.
- Manter o ambiente doméstico limpo e lavar cobertores periodicamente.
- Manter crianças afastadas de locais em reforma.
- Manter residências ventiladas, porém evitar janelas que sejam voltadas a locais com intenso tráfego veicular.
- Cuidado ao usar fogões a lenha e lareiras em ambientes fechados.
- Usar produtos de limpeza certificados e na dose indicada pelos fabricantes.
- Fazer manutenção periódica do ar-condicionado.
- Evitar expor crianças a ambientes com altos níveis de poluentes, como ruas e avenidas com intenso tráfego de veículos.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução nº 03, 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 agosto 1990. Seção 1, p. 15937-15939. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>
2. BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo. GEOUSP espaço e tempo. São Paulo. v. 20, n. 1, p.160-177, 2016. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo. GEOUSP espaço e tempo. São Paulo. v. 20, n. 1, p.160-177, 2016.
3. SEINFELD, J.H., PANDIS, S.N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. 2. ed. New York: John Wiley & Sons. 2006.
4. ELLIOT, A.J., SMITH, S., DOBNEY, A., THORNES, J., SMITH, G.E., VARDOULAKIS, S. Monitoring the effect of air pollution episodes on health care consultations and ambulance call-outs in England during March/April 2014: A retrospective observational analysis. Environ. Pol. 214: 903-911, 2016.
5. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health risk assessment of air pollution — General principles, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2016.
6. UNITED NATIONS. Sustainable development goals, 17 goals to transform our world. United Nations, 2015. Disponível em: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
7. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Air quality in Europe 2017 Report. 2017. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>
8. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Clean air for health: Geneva Action Agenda. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/phe/news/clean-air-for-health/en/>
9. SHARMA, A., KUMAR, P. A review of factors surrounding the air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. Environment International. v. 120. p. 262-278, 2018. DOI: 10.1016/J.ENVINT.2018.07.038
10. SIMONI, W., PINHEIRO, B., ESTURBA, T., SANT'ANA, A., ARAÚJO, C., VORMITTAG, E., WICHER, H., CUNHA, K., B., FARIA, M., ANDRADE, M., F., PORTO, P., ARTAXO, P., ROCHA, R. O estado da qualidade do ar no brasil. WRI Brasil, 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/o-estado-da-qualidade-do-ar-no-brasil>
11. BRAGA, A.; BÖHM, G. M.; PEREIRA, A. A.; SALDIVA, P. Poluição atmosférica e saúde Humana. Revista USP, São Paulo, v. 51, n.1, p. 58-71, 2001.
12. NASCIMENTO, A. P.; SANTOS, J. M.; MIL, J. G.; SOUZA, J. B.; REIS JÚNIOR, N. C.; REISEN, V. A. Associação entre concentração de partículas finas na atmosfera e doenças respiratórias agudas em crianças. Revista de Saúde Pública. v. 51, n. 3, 2017. DOI:10.1590/S1518-8787.2017051006523. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102017000100202.
13. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Europa, 2006. Disponível em: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1
14. KORTEN, I., RAMSEY, K., LATZIN, P. Air pollution during pregnancy and lung development in the child. Paediatr. Respir. Rev. v. 21. p. 38-46, 2017.

15. UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND. Danger in the air: How air pollution can affect brain development in young children. New York, 2017. Disponível em: https://www.unicef.org/sites/default/files/press-releases/glo-media-Danger_in_the_Air.pdf
16. KLIS, K., WRONKA, I. Associations between childhood and adolescence exposure to air pollution and adult height in polish women. *Environmental Research*, v. 189. p. 109965, 2020.
17. PAUL, R., SINGH, A. Does early childhood adversities affect physical, cognitive and language development in indian children? Evidence from a panel study. *SSM - Population Health*. v. 12. p. 100693, 2020.
18. MILOJEVIC, A., DUTEY-MAGNI, P., DEARDEN, L., WILKINSON, P. Lifelong exposure to air pollution and cognitive development in young children: the UK Millennium Cohort Study *Environ. Res. Lett.* v. 16. p. 055023, 2021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe90c>
19. FORNS, J. et al. Longitudinal association between air pollution exposure at school and cognitive development in school children over a period of 3.5 years. *Environmental Research*. v.159. p. 416–421, 2017.
20. OYANA, T. J., PODILA, P., WESLEY, J. M., LOMNICKI, S. M., CORMIER, S. A. Spatiotemporal patterns of childhood asthma hospitalization and utilization in Memphis metropolitan area from 2005 to 2015. *Journal of Asthma*, v. 54. p. 842–855, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02770903.2016.1277537>.
21. BECK-SAGUE, C. M., ARRIETA, A., PINZON-IREGUI, M., C., ORTIZ, B., DEAN, A., G., CUDDIHY, A., GASANA, J. Trends in Racial and Ethnic Disparities in Childhood Asthma in Miami, Florida: 2005-2013. *Journal Immigr Minor Health*. v. 20(6). p. 1429-1437, 2018. DOI: 10.1007/s10903-017-0686-1.
22. KUMAR, P. et al. Mitigação da exposição à poluição do ar causada pelo trânsito nas escolas e no seu entorno: Guia para crianças, escola e comunidades locais. Global Centre for Clean Air Research, Universidade de Surrey, Reino Unido. 2020.
23. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality. US, 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/inside-story-guide-indoor-air-quality>
24. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Household air pollution and health. 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/>
25. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa da qualidade do ar – Região Metropolitana de São Paulo. 2021. Disponível em: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>
26. BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 21 nov. 2018, Ed. 223, Seção: 1, p. 155.
27. INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE. Análise do monitoramento de qualidade do ar no Brasil. Instituto Saúde e Sustentabilidade. São Paulo, 2019.
28. CHATZIDIAKOU, L., KRAUSE, A., POPOOLA, O.A.M., DI ANTONIO, A., KELLAWAY, M., HAN, Y., SQUIRES, F.A., WANG, T., ZHANG, H., QI WANG, SHIYI CHEN, Y. F., MIN HU, QUINT, J. K., BARRATT, B., KELLY, F. J., ZHU, T., JONES, R. L. Characterizing low-cost sensors in highly portable platforms to quantify personal exposure in diverse environments. *Atmospheric Measurement Techniques*. v. 12. p. 4643–4657, 2019.



URBAN95 