



Poluição atmosférica: o cigarro nosso de todo o dia

Air pollution: our daily cigarette

Marilyn Urrutia-Pereira¹, Laura Simon², Pietro Rinelli², Dirceu Solé³

RESUMO

O objetivo deste artigo foi avaliar a relação entre poluição atmosférica e a saúde das crianças. Foi realizada pesquisa na base de dados do MEDLINE, nos últimos 10 anos, empregando os seguintes termos: “air pollution”, ou “household air pollution” ou “primary traffic pollutants” ou “environmental burden” AND “child health” ou “lung function” ou “acute respiratory infections” ou “pregnancy”. Os artigos identificados foram selecionados após leitura dos títulos, e os considerados de importância foram lidos na íntegra e incluídos nessa revisão. Além desses, referências por eles citadas e dados de agências oficiais, considerados de relevância, também foram incluídos. Estudos documentam associação positiva entre exposição de crianças à poluição do ar e maior morbimortalidade de afecções respiratórias, incluindo a asma. Quanto mais precoce for essa exposição, maiores serão os seus efeitos.

Descritores: Poluição ambiental, material particulado, testes de função respiratória, pneumonia, saúde da criança.

Introdução

A exposição a partículas finas, tanto intradomiciliar como extradomiciliar, provoca anualmente sete milhões de mortes prematuras^{1,2}. Por si só, a poluição do ar ambiente impõe enormes custos à economia mundial, excedendo US\$ 5 trilhões em perdas de qualidade de vida³.

O ar ambiente está contaminado por muitas fontes, tanto antropogênicas quanto naturais, que diferem nas áreas rurais e urbanas. Nas áreas urbanas, as principais fontes são a combustão de

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the relationship between air pollution and children's health. A search was performed in the MEDLINE database for the past 10 years using the following terms: “air pollution” or “household air pollution” or “primary traffic pollutants” AND “child health” or “lung function” or “acute respiratory infections” or “pregnancy”. For selection of articles, titles were read and analyzed, and articles considered of importance were read in full and then included in this review. In addition, cited references and relevant data from official agencies were included. The selected studies report a positive association between exposure of children to air pollution and increased morbidity and mortality due to respiratory diseases, including asthma. The earlier the exposure, the greater its effects.

Keywords: Environmental pollution, particulate matter, respiratory function tests, pneumonia, child health.

combustíveis fósseis para produção de energia, transportes, cozimento doméstico, aquecimento e incineração de resíduos. As comunidades rurais, em países com baixa e média renda, estão expostas principalmente à queima doméstica de querosene, biomassa e carvão para cozinhar, aquecer e iluminar, à queima de resíduos agrícolas e certas atividades agroflorestais⁴.

Esses processos geram misturas complexas de contaminantes que podem interagir quimicamente.

1. Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Pampa, Uruguiana, RS.

2. Acadêmico do Curso de Medicina, Universidade Federal do Pampa, Uruguiana, RS.

3. Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Departamento de Pediatria, Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia - São Paulo, SP.

Normalmente, estas misturas incluem monóxido de carbono (CO), óxido nítrico (NO), chumbo, arsênio, mercúrio, dióxido de enxofre (SO₂), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) e material particulado (PM). Este último afeta mais pessoas do que qualquer outro poluente do ar, e é geralmente usado, de modo amplo, como um indicador representativo da poluição do ar⁵.

Dados recentes publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) mostram que a poluição do ar tem amplo e terrível impacto sobre a saúde e a sobrevivência das crianças. Globalmente, 93% das crianças vivem em ambientes com níveis de poluição do ar acima das diretrizes da OMS⁶.

Uma de cada quatro mortes de crianças menores de cinco anos está direta ou indiretamente relacionada a riscos ambientais⁷. Tanto a poluição do ar ambiente quanto a poluição do ar domiciliar contribuem para as infecções do trato respiratório, que causaram, em 2016, 543.000 mortes de crianças menores de cinco anos¹. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), são objetivos e metas universais que envolvem igualmente todos os países, estimulando iniciativas até 2030, em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta, reconhecendo a importância de fatores sociais e ambientais como determinantes da saúde⁸.

Todos os 17 ODS estão claramente vinculados a metas relacionadas à saúde, 12 envolvem diretamente a realização de ações a respeito das mudanças climáticas e refletem a crescente conscientização de que os objetivos de saúde, meio ambiente e mitigação da pobreza estão inter-relacionados para: garantir uma vida saudável para todos (ODS 3), que as cidades sejam inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (ODS 11), o acesso universal à energia (ODS 7) e a necessidade de conscientização na luta constante contra as mudanças climáticas (ODS 13)⁸.

Estima-se que, até o ano 2030, as mudanças do clima serão responsáveis por 250.000 mortes por ano⁹ devido a muitos dos poluentes que ameaçam a saúde, como os gases de efeito estufa, responsáveis pelo aquecimento global, sendo necessárias intervenções para reduzir suas emissões, com os consequentes benefícios para a saúde e a melhora do clima.

Assim, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável oferece a oportunidade de aumentar as ações para enfrentar os riscos ambientais que

prejudicam a saúde, principalmente das crianças. A aplicação de políticas e práticas de saúde baseadas em evidências para protegê-las da poluição do ar são essenciais para cumprir a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, prevenindo doenças, reduzindo a mortalidade e melhorando o seu bem-estar¹⁰, e todas as pessoas, em todos os níveis, têm um papel a desempenhar: indivíduos, famílias, professores, pediatras, médicos de família, alergistas, pneumologistas, enfermeiros, profissionais de saúde, comunidades, governos nacionais e agências internacionais.

Evidências acumuladas sobre as relações entre a poluição do ar e a saúde das crianças devem ser fontes de inspiração e orientação de esforços coletivos e coordenados dos profissionais de saúde na sua prática médica, para a comunicação dos riscos à saúde e as possíveis soluções a serem adotadas para o público em geral e para os gestores de saúde.

Exposição de crianças à contaminação atmosférica

A poluição do ar é uma crise global de saúde pública. A exposição a poluentes atmosféricos ameaçam a saúde de pessoas de todas as idades, em todas as partes do mundo, mas afeta principalmente os mais vulneráveis, as crianças⁶.

As seguintes particularidades condicionam que as crianças sejam as principais afetadas pelo impacto do meio ambiente¹¹:

- *Imaturidade biológica*: desde o período embrionário, há diferentes estágios de maturação, tanto anatômicos, devido ao rápido crescimento celular, como fisiológicos, devido ao sistema imunológico imaturo que implica em um sistema de detoxificação celular menos desenvolvido, o que dificulta o metabolismo de componentes que podem colocar em risco a saúde¹².
- *Crescimento pulmonar*: o pulmão fetal em desenvolvimento, assim como o pulmão de crianças maiores, é mais suscetível a lesões por agentes tóxicos que incluem poluentes do ar a uma dose menor que a dose sem efeito para adultos. Assim, existem pontos críticos durante o desenvolvimento pulmonar pré-natal e pós-natal, quando essa suscetibilidade é maior do que em outras ocasiões. Por esta razão, a idade no momento da exposição a contaminantes inalados desempenha um papel importante no padrão de lesão e reparo¹².

- *Maior energia e consumo metabólico:* devido ao rápido crescimento e desenvolvimento, as necessidades basais na infância condicionam uma maior necessidade de oxigênio e nutrientes. Portanto, as crianças consomem mais alimentos, bebem mais líquidos e respiram mais ar por quilo de peso corporal do que os adultos. Nos primeiros dez anos de vida, inalam, ingerem e absorvem através da pele, mais substâncias tóxicas por quilo de peso do que um adulto. Se somarmos a menor capacidade de neutralizar, desintoxicar e eliminar contaminantes externos, seus efeitos adversos serão mais intensos e persistentes¹¹.
- *Comportamento social:* o comportamento natural e inato das crianças está associado a maior espontaneidade, curiosidade e confiança em seu ambiente, causando maior desamparo diante de agressões ambientais e sinais de alerta do que os adultos. As crianças engatinham, rastejam, levam objetos constantemente à boca, ficando mais expostas a potenciais contaminantes de poeira, solo, componentes de brinquedos, ou produtos domésticos de limpeza, entre muitos outros. Além disso, devido à sua altura, principalmente nos dois primeiros anos de vida, respiram compostos orgânicos voláteis que são mais densos e pesados que o ar que os adultos que os inalam em menor grau porque são mais altos¹¹.
- *Maior expectativa de vida:* como as crianças têm mais anos potenciais de vida pela frente, podem desenvolver efeitos de médio e longo prazo diante de exposições crônicas a poluentes ambientais, ainda que em doses baixas¹¹.
- *Nenhuma capacidade de decisão:* as crianças não têm capacidade para opinar sobre questões ambientais. Elas não podem decidir entre ficar ou não expostas a fatores poluentes dentro das suas casas ou escolas¹¹. Assim, quanto mais cedo sua exposição, mais longa será a possível doença ou deficiência crônica. Esse tipo de exposição cumulativa à poluição do ar pode se tornar uma sentença de vida, imposta apenas quando a vida está começando.

Efeitos da contaminação do meio ambiente na saúde do pulmão das crianças

A exposição à poluição do ar ambiente começa a influenciar o sistema respiratório no útero e pode prejudicar o desenvolvimento pulmonar. Quando o

feto é exposto a estímulos nocivos, a programação fetal é alterada e as células pulmonares podem sofrer remodelação disfuncional. O ambiente materno e as exposições podem alterar o desenvolvimento pulmonar fetal, predispondo a futuras doenças respiratórias. Associações entre exposições ambientais pré-natais e distúrbios respiratórios pós-natais dependem do momento da exposição, bem como da dose e o tempo de exposição¹³.

A placenta, muito importante na troca de substâncias entre a mãe e o feto, é também um caminho para a exposição do feto quando a mãe está exposta à poluição do ar¹⁴. A exposição ao ar contaminado intraútero pode alterar a população de células imunológicas do recém-nascido e predispor as crianças, a alergias e à asma¹⁵. Presença de partículas poluidoras deslocadas do pulmão de mulheres grávidas para a placenta, foram encontradas recentemente em mulheres expostas à poluição ambiental em Londres¹⁶.

Há evidências fortes de que a exposição pré-natal à poluição do ar está associada à deterioração do desenvolvimento pulmonar e da função pulmonar em crianças¹⁷. A coorte de nascimentos PIAMA, demonstrou que a poluição do ar pode levar ao aumento de obstrução das vias aéreas, mas não à redução do volume pulmonar na adolescência¹⁸. Estudo recente investigou a associação entre a exposição à poluição do ar relacionada ao tráfego durante o primeiro ano de vida e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e documentou valores menores deste aos 16 anos de idade¹⁹.

Esses dados são muito importantes tomando-se em consideração a caracterização recente, em grande amostra de população geral, de seis trajetórias diferentes da função pulmonar durante a vida, da primeira infância até a sexta década²⁰. A melhor compreensão da evolução da função pulmonar ao longo da vida facilita a instituição de intervenções de base populacional para prevenir doenças. Três dessas seis trajetórias aumentaram o risco de desenvolver doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) até a meia-idade, e estavam relacionadas com asma, bronquiolite, pneumonia, rinite alérgica, eczema, asma parental e tabagismo materno durante a infância²¹.

As crianças também podem ser mais suscetíveis que os adultos aos efeitos da poluição do ar devido ao seu comportamento. Elas passam os dias mais perto do chão do que os adultos, e alguns poluentes domésticos e do ar ambiente são encontrados em concentrações mais altas nessa zona, onde as

crianças respiram e brincam⁴. Bebês que passeiam na rua em carrinhos entre 0,56 m e 0,82 m de altura em relação ao nível do solo, estão mais expostos, posto que a concentração dentro do primeiro metro acima do nível da rolagem é crítica e condicionada às condições meteorológicas: velocidade e direção do vento e à turbulência produzida pelo tráfego que afetam a dispersão da poluição ao seu redor²².

A poluição relacionada com o tráfego é um assunto de preocupação generalizada. O NO₂ é comumente usado como marcador confiável dessa poluição. Metanálise de 13 estudos documentou que níveis aumentados de NO₂ foram associados a maior prevalência de crianças com função pulmonar anormal²³. Evidências sustentam a necessidade de uma política de redução da exposição a veículos a diesel bem como sobre os potenciais efeitos benéficos dessa política sobre a saúde das crianças²⁴.

Recém-nascidos e lactentes, passam a maior parte do tempo em casa, onde são mais suscetíveis à poluição do ar doméstico, onde a dependência generalizada de combustíveis sólidos e querosene, para cozinhar, aquecer e iluminar expõe muitas crianças a ambientes domésticos altamente contaminados, junto com as suas mães enquanto cozinham ou se aquecem com combustíveis poluentes²⁵. A falta generalizada de acesso à energia limpa para uso doméstico tem consequências trágicas em larga escala: em 2016, a poluição do ar doméstico foi responsável por 3,8 milhões de mortes prematuras, 41% da população mundial estava exposta à poluição doméstica por cozimento com combustíveis e tecnologias poluidoras, o que determinou mais de 400.000 mortes de crianças menores de 5 anos de idade^{2,9}.

O uso de combustíveis e tecnologias poluidoras para cozinhar sempre foi um problema quase exclusivo de países de baixa e média renda, afetando 83% da população da região Africana, 59% na região do Sudeste Asiático e 42% na região do Pacífico Ocidental, 31% na região do Mediterrâneo Oriental, 6% na região da Europa e 13% nas Américas^{2,9}. No Brasil, como em outros países da América Latina, o custo elevado do gás de cozinha nos últimos anos obrigou as famílias, a utilizar a lenha como combustível para cozinhar seus alimentos e se aquecer, provocando assim um aumento dos níveis de poluição intradomiciliar²⁶.

As cinco principais causas de morte de crianças menores de 5 anos em todo o mundo são nascimento prematuro, infecções respiratórias agudas, compli-

cações intraparto (incluindo asfixia ao nascimento) e anomalias congênitas²⁷. A exposição à poluição atmosférica contribui com mais da metade das mortes, decorrentes de infecções respiratórias agudas em crianças menores de 5 anos em países de baixa e média renda, o que a torna uma das principais causas de mortalidade infantil em todo o mundo²⁸.

Nhung e cols. realizaram uma metanálise de 17 estudos sobre os efeitos da exposição a curto prazo ao ar ambiente poluído e pneumonia infantil, e concluíram que essas exposições estavam significativamente associadas ao aumento de internações hospitalares por pneumonia²⁹. Darrow e cols.³⁰ investigaram a associação entre mudanças a curto prazo nas concentrações de poluentes no ar ambiente e visitas a serviços de emergência por infecções respiratórias e documentaram, em menores de 5 anos, exacerbação das infecções respiratórias e pneumonia.

A exposição prolongada ao ar ambiente poluído também pode aumentar o risco de pneumonia no início da vida. Metanálise de 10 coortes de nascimento encontrou associação entre a exposição a longo prazo à poluição atmosférica relacionada ao tráfego de veículos e a incidência de pneumonia³¹. Rice e cols.³² examinaram a associação entre a exposição pré-natal à poluição do ar relacionada ao tráfego e o risco de infecção respiratória (incluindo pneumonia, bronquiolite e crupe) no início da vida, e verificaram que morar próximo a uma estrada principal durante a gravidez aumentava o risco de infecções respiratórias no início da vida.

A poluição intradomiciliar é a principal causa de infecção respiratória aguda, particularmente pneumonia, em crianças⁴. Metanálise de estudos observacionais mostrou que a taxa de infecções respiratórias agudas em crianças expostas à fumaça de combustível de biomassa doméstica foi duas vezes maior que a de crianças que não foram expostas ou que viviam em domicílios onde eram utilizados combustíveis mais limpos³³.

Há evidências substanciais de que a exposição à poluição do ar aumenta o risco das crianças de desenvolver asma e que poluentes respiratórios também pioram a asma infantil. Vários estudos epidemiológicos têm relatado associações entre a poluição do ar ambiente e a incidência de asma na infância³⁴, bem como os déficits da função pulmonar³⁵, e estudos recentes sugerem que essa relação pode começar no útero³⁶. Lavigne e cols. observaram que a exposição à poluição do ar ambiente durante a gravidez pode

aumentar o risco de asma em crianças pequenas³⁷.

Sbihi e cols. analisaram uma coorte de nascimentos de base populacional e encontraram associação positiva entre a exposição perinatal à poluição do ar e a incidência de asma em pré-escolares³⁸. Revisão sistemática de 18 estudos encontrou evidências de ligação significativa entre a exposição pré-natal ao NO₂, SO₂ e PM₁₀ e o desenvolvimento de asma³⁹, o mesmo foi observado por outros autores⁴⁰.

Knibbs e cols. analisaram as consequências da poluição ambiental para a saúde, examinando o impacto da umidade no quarto e dos fogões a gás sobre a asma infantil na Austrália⁴¹. Eles verificaram que 26% dos lares australianos estão úmidos e que 38% usam gás natural para cozinhar e calcularam que a fração populacional atribuível de asma relacionada à moradia úmida foi de 7,9% (intervalo de confiança [IC] de 95%: 3,2-12,6) e a atribuível a fogões a gás foi de 12,3% (IC95%: 8,9-15,8)⁴¹.

Lin e cols.⁴² observaram associação positiva entre o cozimento a gás, a exposição ao NO₂ e asma infantil ou sibilos. Wong e cols. encontraram relação entre cozinhar em fogo aberto e o risco de asma relatada em meninos e meninas⁴³. Zhang e cols., em metanálise de 26 estudos conduzidos na região da Ásia Oriental, encontraram associações entre a exposição ao NO₂, SO₂, CO e PM₁₀ e a frequência a hospitais gerais e de emergência por asma⁴⁴. A associação entre exposição à poluição do ar e morbidade da asma foi geralmente mais significativa em crianças menores de 15 anos⁴⁴.

Medidas recomendadas aos profissionais de saúde

Os profissionais de saúde são fontes confiáveis de informação e aconselhamento, desempenham um papel muito importante não apenas no tratamento de problemas de saúde causados pela poluição do ar, como também na educação de familiares e pacientes sobre os riscos e soluções, bem como na comunicação com o público em geral e com os líderes governamentais.

Os profissionais de saúde devem aumentar o seu papel na gestão da exposição das crianças à poluição do ar por melhores métodos de cuidados, prevenção e ação coletiva. Assim, eles devem:

- *Estar informados*: todos os profissionais de saúde devem considerar a poluição do ar como um fator de risco importante para os pacientes e entender

as fontes de exposição ambiental nas comunidades em que trabalham. Eles devem ser informados sobre as maneiras pelas quais a poluição do ar pode afetar a saúde das crianças.

- *Reconhecer condições médicas associadas ou relacionadas à exposição*: os profissionais de saúde têm um papel importante na identificação de fatores de risco para prevenção de doenças. Um profissional de saúde pode identificar os fatores de risco relacionados à poluição do ar, fazendo perguntas pertinentes sobre o ambiente da criança ou das mulheres grávidas.
- *Investigar, publicar e disseminar conhecimentos*: os profissionais de saúde podem realizar pesquisas sobre os efeitos da poluição do ar na saúde da criança e publicar os resultados de estudos sobre as causas, mecanismos e efeitos da exposição ambiental das crianças, bem como possíveis tratamentos, prevenção e gestão e desenvolver estratégias de comunicação para mudança social e de comportamento.
- *Prescrever soluções e educar famílias e comunidades*: os profissionais de saúde podem “prescrever” soluções para problemas relacionados à poluição do ar, como a mudança para consumo de combustíveis limpos e eletrodomésticos que consomem menos energia.
- *Aumentar a conscientização entre colegas e alunos*: pela formação de outras pessoas no campo da saúde e da educação, profissionais de saúde podem e devem aumentar o alcance de suas mensagens sobre os riscos para a saúde da poluição do ar e as estratégias para reduzi-la. Os profissionais de saúde podem envolver seus colegas em seu local de trabalho, em centros de saúde locais, em conferências e em associações profissionais. Eles podem apoiar a inclusão da saúde ambiental das crianças no currículo das instituições de ensino fundamental e superior, particularmente nas escolas de medicina e de enfermagem.
- *Aconselhar soluções para representantes políticos e líderes de outros setores*: os profissionais de saúde estão bem posicionados para compartilhar seus conhecimentos com os tomadores de decisão, incluindo membros de governos locais e conselhos escolares, e com outros líderes comunitários. Os profissionais de saúde podem transmitir fielmente aos líderes a carga de saúde causada pela poluição do ar, apoiar melhores padrões e políticas para reduzir a exposição prejudicial, advogar

pelo monitoramento e enfatizar a necessidade de proteger as crianças vulneráveis.

Em conclusão, poluentes atmosféricos não reconhecem fronteiras políticas, mas viajam para onde o vento e os padrões climáticos predominantes os levam. Por essa razão, abordagens cooperativas regionais e internacionais são necessárias para alcançar redução significativa na exposição infantil. As abordagens para evitar a exposição devem ser complementares e reforçar-se mutuamente, em todas as escalas: casas, clínicas, instituições de saúde, municípios, governos nacionais e a comunidade global. Os profissionais de saúde podem se unir para conseguir que os líderes tomem medidas fortes para proteger os cidadãos mais vulneráveis, as crianças que têm pouco ou nenhum controle sobre o ar que respiram.

Referências

1. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease - WHO. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250141/9789241511353-eng.pdf?sequence=1>. Acessado em novembro/2018.
2. Burden of disease from the joint effects of household and ambient air pollution for 2016. Summary of results. WHO. Disponível em: http://www.who.int/airpollution/data/AP_joint_effect_BoD_results_May2018.pdf. Acessado em novembro/2018.
3. World Bank, Institute for Health Metrics and Evaluation. The cost of air pollution: strengthening the economic case for action. Washington (D.C.): World Bank; 2016. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/781521473177013155/pdf/108141-REVISED-Cost-of-PollutionWebCORRECTEDfile.pdf>. Acessado em novembro/2018.
4. Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children. WHO; 2016. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204717/9789241565233_eng.pdf?sequence=1. Acessado em novembro/2018.
5. Emissões Gases de Efeito Estufa (GEE). Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/emissoes-de-gee>. Acessado em novembro/2018
6. Air Pollution and Child Health. Prescribing clean air. WHO. Disponível em: <http://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en/>. Acessado em novembro/2018.
7. Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the environmental burden of disease from environmental risks. WHO; 2016. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf?sequence=1. Acessado em novembro/2018.
8. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ministério de Relações Exteriores. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acessado em novembro/2018.
9. Burden of disease from household air pollution for 2016. Summary of result. Disponível em: http://www.who.int/airpollution/data/HAP_BoD_results_May2018_final.pdf. Acessado em novembro/2018.
10. Transformando o nosso mundo. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acessado em novembro/2018.
11. López FC, Ortega-García JA. Pediatría Ambiental: la salud de los niños y el medio ambiente. *Pediatr Integral*. 2018;XXII(3):155.
12. Latzin P, Röösli M, Huss A, Kuehni CE, Frey U. Air pollution during pregnancy and lung function in newborns: a birth cohort study. *Eur Respir J*. 2009;33(3):594-603.
13. Lee A, Leon Hsu HH, Mathilda Chiu YH, Bose S, Rosa MJ, Kloog I, et al. Prenatal fine particulate exposure and early childhood asthma. Effect of maternal stress and fetal sex. *J Allergy Clin Immunol*. 2018;141(5):1880-6.
14. Dicks S, Doust E, Cowie H, Ayres JG, Turner S. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review. *BMJ Open*. 2014;4(2):1-7.
15. Sly PD, Schüep K. Nanoparticles and children's lungs: is there a need for caution? *Paediatr Respir Rev*. 2012;13(2):71-2.
16. Liu N. Do inhaled carbonaceous particles translocate from the lung to the placenta? European Respiratory Society Annual Meeting, Paris. Abstract no: PA360, 2018.
17. Lee A, Kaali S, Quinn A, Delmini R, Burkart K, Opoku-Mensah J, et al. Prenatal household air pollution is associated with impaired infant lung function with sex-specific effects: Evidence from GRAPHS, a cluster randomized cookstove intervention trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018. doi: 10.1164/rccm.201804-0694OC. (Epub ahead of print)
18. Milanzi EB, Koppelman GH, Smit HA, Wijga AH, Oldenwening M, Vonk JM, et al. Air pollution exposure and lung function until age 16: the PIAMA birth cohort study. *Eur Respir J*. 2018; Sep27:52(3). pii:1800218. doi: 10.1183/13993003.00218-2018.
19. Schultz ES, Hallberg J, Bellander T, Bergström A, Bottai M, Chiesa F, et al. Early-Life Exposure to Traffic-related Air Pollution and Lung Function in Adolescence. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193(2):171-7.
20. Bui DS, Lodge CJ, Burgess JA, Lowe AJ, Perret J, Bui MQ, et al. Childhood predictors of lung function trajectories and future COPD risk: a prospective cohort study from the first to six decade of life. *Lancet Respir Med*. 2018;6(7):535-44.
21. Milanzi EB, Brunekreef B, Koppelman GH, Wijga AH, van Rossem L, Vonk JM, et al. Lifetime second hand smoke exposure and childhood and adolescent asthma: findings from the PIAMA cohort. *Environ Health*. 2017;23:16(1):14.
22. Sharma A, Kumar P. A review of factors surrounding the air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. *Environ Int*. 2018;120:262-78.
23. Barone-Adesi F, Dent JE, Dajnak D, Beevers S, Anderson HR, Kelly FJ, et al. Long-Term Exposure to Primary Traffic Pollutants and Lung Function in Children: Cross-Sectional Study and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(11):e0142565.
24. Liu NM, Grigg J. Diesel, children and respiratory disease. *BMJ Paediatr Open*. 2018;24:2(1):e000210.
25. Mortimer K, Balmes JR. Cookstove trials and tribulations: what is needed to decrease the burden of household air pollution? *Ann Am Thorac Soc*. 2018;15(5):539-41.
26. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP). Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acessado em novembro/2018.
27. Global Health Observatory (GHO) data. Disponível em: <http://www.who.int/gho/en/>. Acessado em novembro/2018.
28. Horne BD, Joy EA, Hofmann MG, Gestelad PH, Cannon JB, Lefler JS, et al. Short-term elevation of fine particulate matter air pollution and acute lower respiratory infection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198(6):759-66.

29. Nhung NTT, Amini H, Schindler C, Kutlar Joss M, Dien TM, Probst-Hensch N, et al. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environ Pollut.* 2017;230:1000-8.
30. Darrow LA, Klein M, Flanders WD, Mulholland JA, Tolbert PE, Strickland MJ. Air pollution and acute respiratory infections among children 0-4 years of age: an 18-year time-series study. *Am J Epidemiol.* 2014;180(10):968-77.
31. MacIntyre EA, Gehring U, Mölter A, Fuertes E, Klümper C, Krämer U, et al. Air pollution and respiratory infections during early childhood: an analysis of 10 European birth cohorts within the ESCAPE Project. *Environ Health Perspect.* 2014;122(1):107.
32. Rice MB, Rifas-Shiman SL, Oken E, Gillman MW, Ljungman PL, Litonjua AA, et al. Exposure to traffic and early life respiratory infection: a cohort study. *Pediatr Pulmonol.* 2015;50(3):252-9.
33. Desai MA, Mehta S, Smith KR. Indoor smoke from solid fuels: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Disponível em http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/9241591358/en/. Acessado em novembro 2018.
34. Khreis H, Kelly C, Tate J, Parslow R, Lucas K, Nieuwenhuijsen M. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int.* 2017;100:1-31.
35. Morales E, Garcia-Esteban R, de la Cruz OA, Basterrechea M, Lertxundi A, de Dicastillo MD, et al. Intrauterine and early postnatal exposure to outdoor air pollution and lung function at preschool age. *Thorax.* 2015;70:64-73.
36. Hehua Z, Qing C, Shanyan G, Qijun W, Yuhong Z. The impact of prenatal exposure to air pollution on childhood wheezing and asthma: A systematic review. *Environ Res.* 2017;159:519-30.
37. Lavigne É, Bélair MA, Rodriguez Duque D, Do MT, Stieb DM, Hystad P, et al. Effect modification of perinatal exposure to air pollution and children asthma incidence. *Eur Respir J.* 2018; Feb 1. pii: 1701884. doi: 10.1183/13993003.01884-2017. [Epub ahead of print]
38. Sbihi H, Tamburic L, Koehoorn M, Brauer M. Perinatal air pollution exposure and development of asthma from birth to age 10 years. *Eur Resp J.* 2016;47(4):1062-71.
39. Hehua Z, Qing C, Shanyan G, Qijun W, Yuhong Z. The impact of prenatal exposure to air pollution on childhood wheezing and asthma: a systematic review. *Environ Res.* 2017;159:519-30.
40. Anderson HR, Favarato G, Atkinson RW. Long-term exposure to air pollution and the incidence of asthma: meta-analysis of cohort studies. *Air Qual Atmos Health.* 2013;6:47-56.
41. Knibbs LD, Woldeyohannes S, Marks GB, Cowie CT. Damp housing, gas stoves and the burden of childhood asthma in Australia. *Med J Aust.* 2018;208:299-302.
42. Lin W, Brunekreef B, Gehring U. Meta-analysis of the effects of indoor nitrogen dioxide and gas cooking on asthma and wheeze in children. *Int J Epidemiol.* 2013;42(6):1724-37.
43. Wong GW, Brunekreef B, Ellwood P, Anderson HR, Asher MI, Crane J, et al. Cooking fuels and prevalence of asthma: a global analysis of phase three of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Lancet Resp Med.* 2013;1(5):386-94.
44. Zhang S, Li G, Tian L, Guo Q, Pan X. Short-term exposure to air pollution and morbidity of COPD and asthma in East Asian area: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2016;148:15-23.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Correspondência:
Dirceu Solé
E-mail: alergiaimunologiareumatologia@unifesp.br