

## Tendência dos Estudos Sobre Poluição Atmosférica e Transtornos Respiratórios na Primeira Infância, 1993-2019

Marcela Milrea Araújo Barros,<sup>1</sup> Ivone Evangelista Cabral<sup>2</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar publicações científicas quanto à tendência da literatura sobre a relação entre a poluição atmosférica e os transtornos respiratórios na primeira infância. **Método:** Trata-se de uma revisão narrativa de artigos originais e revisões sistemáticas nos idiomas inglês, português, francês e espanhol, disponíveis nas bases Lilacs, PubMed/Medline, Scopus, EBSCO/CINAHL, Evip-NET e Biblioteca Cochrane. Na busca, combinaram-se descritores em trio com operadores booleanos and/or no mês de novembro de 2019, sem definição de recorte temporal. **Resultados:** Dos 1.702 resultados, incluíram-se 42 publicações entre os anos 1993 e 2019. Após a eliminação de duplicados, os revisores pares procederam a análise agrupando-os em três décadas (1990, 2000, 2010). Destacam-se, como tendência, a centralidade do modelo epidemiológico nos conceitos relacionados à condição respiratória, ao ambiente e à vulnerabilidade da criança. As relações de causa e efeito, contudo, desconsideraram os determinantes estruturais da sociedade, crítico da saúde da criança e dos poluentes atmosféricos que influenciaram nas internações. Determinaram, portanto, internações por condições respiratórias por causas sensíveis à atenção primária. **Conclusão:** A promoção de ambientes saudáveis e a redução de mortes evitáveis exige um olhar para além do modelo clínico-epidemiológico. Enfrentar essa problemática exige um repensar no modo de produzir conhecimento articulando saúde e ambiente.

**Palavras-chave:** Lactente; pré-escolar; poluentes ambientais; poluição do ar; transtornos respiratórios; saúde ambiental.

### TENDENCY OF STUDIES ON AIR POLLUTION AND RESPIRATORY DISORDERS IN EARLY CHILDHOOD, 1993-2019

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze scientific publications regarding the trend in the literature on the relationship between air pollution and respiratory disorders in early childhood. **Method:** This is a narrative review of original articles and systematic reviews in English, Portuguese, French and Spanish, available in Lilacs, PubMed/Medline, Scopus, EBSCO/CINAHL, EVIP-NET and Cochrane Library databases. In the search, descriptors were combined in trio with Boolean operators and/or in November 2019, without a definition of time frame. **Results:** Of the 1,702 results, 42 publications between the years 1993-2019 were included. After eliminating duplicates, peer reviewers performed the analysis by grouping them into three decades (1990, 2000, 2010). The centrality of the epidemiological model in the concepts related to the respiratory condition, the environment and the child's vulnerability stands out as a trend. However, the cause-and-effect relationships disregarded the structural determinants of society, critical of the child's health and the air pollutants that influenced hospitalizations. Therefore, they determined hospitalizations for respiratory conditions due to causes sensitive to primary care. **Conclusion:** Promoting healthy environments and reducing preventable deaths requires looking beyond the clinical-epidemiological model. Facing this problem requires rethinking the way to produce knowledge articulating health and environment.

**Keywords:** Infant; preschool; environmental pollutants; air pollution; respiratory disorders. environmental health.

RECEBIDO EM: 28/7/2020

MODIFICAÇÕES SOLICITADAS EM: 17/5/2021

ACEITO EM: 7/10/2021

<sup>1</sup> Autora correspondente. Secretaria de Estado da Saúde de Rondônia – Sesau. Avenida Pinheiro Machado, 550 – Centro. Porto Velho/RO, Brasil. CEP 76801-000. <http://lattes.cnpq.br/7115766333830560>. <https://orcid.org/0000-0002-4569-0354>. [mmilrea@hotmail.com](mailto:mmilrea@hotmail.com)

<sup>2</sup> Escola de Enfermagem Anna Nery – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

## INTRODUÇÃO

No cenário nacional e internacional observa-se que há uma preocupação com o impacto da poluição ambiental sobre a saúde humana devido à estreita relação entre poluição do ar e causas evitáveis de doenças e mortes. Das 4,3 milhões de mortes que ocorrem a cada ano por exposição ao ambiente interno (*indoor*), 3,7 milhões são atribuíveis ao ambiente externo (*outdoor*)<sup>1</sup>. Além disso, de acordo com o Fórum das Sociedades Respiratórias Internacionais<sup>2</sup>, os transtornos respiratórios do trato inferior matam mais pessoas que o vírus da imunodeficiência humana (HIV), a tuberculose e a malária combinadas. Particularmente na infância, em estimativa de carga global de doenças realizada em 2016 pela *Global Burden of Disease Study – GBD*<sup>3</sup>, em 195 países, as infecções do trato respiratório inferior representam a sexta causa de mortalidade precoce.

Lactentes e pré-escolares, faixas etárias correspondentes à primeira infância, são especialmente sensíveis e vulneráveis aos poluentes ambientais, pois os epitélios e células do sistema imunológico estão em franco desenvolvimento. Eles possuem menor número de alvéolos respiratórios quando comparados aos adultos, aumentando cerca de dez vezes nos primeiros anos de vida<sup>4</sup>. A relação entre o volume respiratório/minuto e o peso corporal é maior que nos adultos, o que contribui para maior exposição aos poluentes<sup>5</sup>. Os poluentes do ar iniciam o processo inflamatório alterando a permeabilidade e possibilitando o acesso e a progressão de microrganismos patogênicos<sup>6</sup>.

A curto prazo, a exposição desse grupo infantil aos poluentes ambientais pode resultar em menor capacidade de respostas das vias aéreas, tornando-as mais vulneráveis aos transtornos respiratórios. A longo prazo, a exposição pode reduzir a imunidade, aumentando as chances de infecções respiratórias, internação hospitalar e maior risco de morte<sup>7</sup>.

No conjunto das inúmeras prioridades de saúde pública que concorrem entre si, destacam-se as infecções do trato respiratório inferior que geram demanda elevada de Internações por Condições Sensíveis à Atenção Primária (ICSAP). O marco conceitual ICSAP surgiu, na década de 90 do século 20, no modelo americano de *ambulatory care sensitive conditions* e adaptado às condições brasileiras. Partiu-se do princípio de que, para algumas condições de saúde, a Atenção Primária à Saúde (APS), oportuna e de qualidade, pode evitar hospitalização ou reduzir sua frequência<sup>8</sup>. A partir da décima revisão e Classificação Estatística Internacional de doenças e problemas relacionados a saúde (CID-10), as infecções do trato respiratório inferior foram incluídas como indicadores de avaliação indireta da APS.

Apesar dos avanços das políticas públicas no campo da saúde pública brasileira, critica-se a hegemonia do modelo biomédico no manejo de condições respiratórias associadas às emissões de poluentes ambientais. As práticas assistenciais efetivas e resolutivas dos casos são insuficientes, pois as demandas geradas nos serviços de saúde e os custos para a sociedade continuam sendo significativos<sup>9</sup>. Os poluentes gerados pelo aumento crescente da atividade industrial, circulação de veículos e queima de biomassa florestal não só afetam co-



munidades mais próximas, mas, também, viajam milhares de quilômetros pela atmosfera, atingindo longas distâncias<sup>10</sup>.

No século 21 as discussões que conectam saúde e poluentes atmosféricos possuem dimensões interdisciplinares e intersetoriais em resposta à diversidade, à complexidade e à dinâmica global atual<sup>11</sup>. Existem, ainda, no entanto, lacunas epistêmicas, particularmente o desenvolvimento de estudos que reúnem saberes e uma diversidade de olhares sobre os transtornos respiratórios em lactentes e pré-escolares, em busca de tendências conceituais construídas nos campos da saúde e ambiente.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar publicações científicas quanto à tendência da literatura sobre a relação entre a poluição atmosférica e os transtornos respiratórios na primeira infância.

## MÉTODO

Entre as revisões de literatura optou-se pelo tipo narrativa<sup>12</sup> como estratégia para a elucidação de tendência das publicações, evitando duplicações e buscando a geração de lacunas do conhecimento, a partir da análise de estudos qualitativos e quantitativos<sup>13</sup>. Para assegurar o rigor científico, a redução de viés na seleção de artigos para a revisão e a eficácia da estratégia de busca bibliográfica, o revisor narrativo precisa eleger uma pergunta de revisão<sup>12</sup>.

Os estudos de revisões narrativas são relevantes à medida em que destacam tendências conceituais que podem ser adotadas em futuras investigações. Arelados a isso, emerge a necessidade da análise de estudos que integram saúde e poluição ambiental na primeira infância como campo prioritário de intervenção da saúde pública. Nesse sentido, definiu-se a seguinte pergunta: Qual é a tendência da literatura científica sobre a relação entre a poluição atmosférica e os transtornos respiratórios na primeira infância?

A busca foi realizada a partir dos portais: Periódicos Capes e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), nas bases da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), *Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line* (Pubmed/Medline), Scopus, EBSCO-CINAHL, Evip-NET e Biblioteca Cochrane.

A partir dos Descritores em Ciências da Saúde (DECs/Mesh), selecionou-se *Child, Preschool* (considerando crianças em idade pré-escolar de 2 a 5 anos), *Infant* (considerando crianças de 1 a 23 meses), *Respiration Disorders*, *Respiratory Tract Diseases* e *Environment Environmental pollutants* e *Air pollution*. Os descritores foram combinados em trio com o uso de operadores booleanos *and* e *or*. As buscas foram realizadas em 14 dias do mês de novembro de 2019. Para exemplificar, o Quadro 1, a seguir, registra a estratégia de combinações realizadas a partir do uso dos operadores booleanos *and* e *or*.



Quadro 1 – Estratégias de combinações realizadas nas bases de dados consultadas utilizando os operadores booleanos *and* e *or*

SELEÇÃO NAS BASES DE DADOS CONSULTADAS			
PORTAL	BASES DE DADOS	ESTRATÉGIAS = seleção de artigos originais e revisões sistemáticas publicados em português, inglês, francês e espanhol.	TOTAL
Capes/ BVS	Lilacs	tw:((tw:("Preschool" OR "Infant"))) AND (tw:("disease, respiratory tract" OR "diseases, respiratory tract" OR "respiratory tract disease" OR "tract disease, respiratory" OR "tract diseases, respiratory" )) AND (tw:("environments" OR "impacts, environmental" OR "environmental impacts" OR "impact, environmental" OR "environmental impact" )))	43
	Medline		909
SUBTOTAL			952
Capes	Scopus (Elsevier)	(TITLE-ABS-KEY ("Preschool" OR "Infant") AND TITLE-ABS-KEY ("Disease, Respiratory Tract" OR "Diseases, Respiratory Tract" OR "Respiratory Tract Disease" OR "Tract Disease, Respiratory" OR "Tract Diseases, Respiratory") AND TITLE-ABS-KEY ("Environments" OR "Impacts, Environmental" OR "Environmental Impacts" OR "Impact, Environmental" OR "Environmental Impact"))	680
Capes	COCHRANE	("Preschool" OR "Infant"):ti,ab,kw AND ("Disease, Respiratory Tract" OR "Diseases, Respiratory Tract" OR "Respiratory Tract Disease" OR "Tract Disease, Respiratory" OR "Tract Diseases, Respiratory"):ti,ab,kw AND ("Environments" OR "Impacts, Environmental" OR "Environmental Impacts" OR "Impact, Environmental" OR "Environmental Impact"):ti,ab,kw	5
	EVIPNET	Criança AND Respiratória AND Ambiental	5
Capes	CINAHL (EBSCO)	(Infant or preschool) AND respiratory tract diseases AND environment	60
TOTAL			<b>1.702</b>

Fonte: As autoras, 2019.

Na seleção das publicações incluiu-se artigos originais e revisões sistemáticas nos idiomas inglês, português, francês e espanhol, que abordavam a primeira infância (lactentes e pré-escolares) de maneira especial por serem mais sensíveis e vulneráveis aos poluentes atmosféricos. Excluíram-se teses, dissertações, diretrizes de prática, editoriais de revistas e revisões de literatura não sistematizadas. Não se definiu recorte temporal, no qual identificou-se acesso aos estudos elegíveis somente a partir do ano de 1993 em consideração à disponibilidade do documento na íntegra.

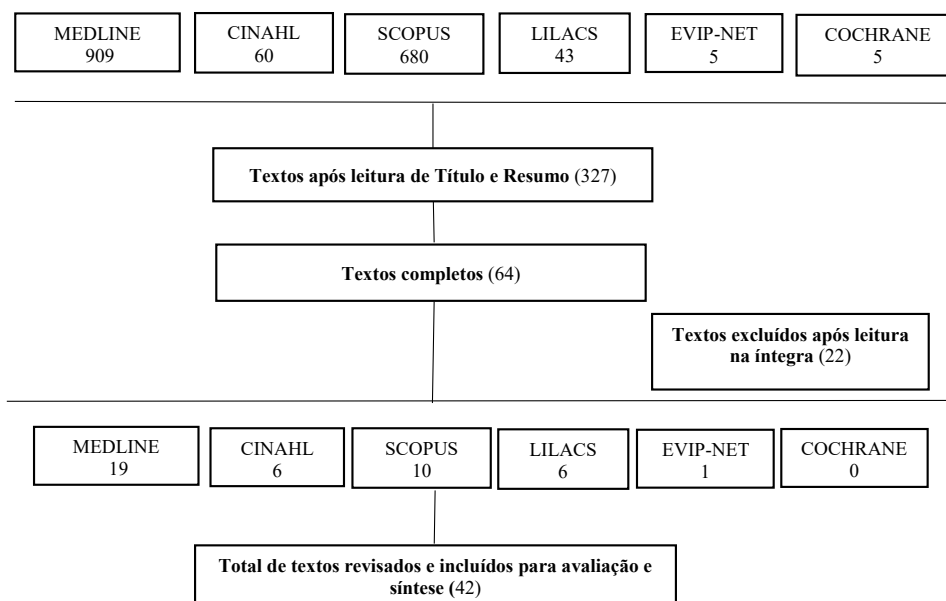
Inicialmente foram excluídos artigos cujos conteúdos não articulavam os transtornos respiratórios com o ambiente atmosférico e aqueles que não se referiam às idades de lactentes e pré-escolares de interesse para a revisão. Dos 1.702 documentos que resultaram da busca, 1.375 foram excluídos. Após, pro-



cedeu-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave do artigo, excluindo-se aqueles publicados em idiomas que implicassem em alto custo de tradução e textos completos não localizados ou que estavam em período de embargo (pelo alto custo de aquisição). Nesta etapa foram incluídos 64 textos completos para análise pelos revisores.

Os 64 estudos foram analisados na íntegra por três duplas de revisores integrantes do grupo de pesquisa do Núcleo Enfermagem em Saúde da Criança e do Adolescente da Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os artigos foram divididos entre as duplas de revisores. Cada dupla de revisor leu e extraiu informações do artigo de maneira independente, preenchendo os itens constantes em um instrumento construído pelas pesquisadoras com base em *checklists*, recomendados para a escrita científica. Para a etapa de categorização utilizou-se a matriz de síntese descritiva como ferramenta para a organização e extração dos dados. Dos textos, 42 deles foram considerados elegíveis (Figura 1) para a revisão.

Figura 1 – Fluxograma para o processo de seleção dos estudos – período 1993-2019



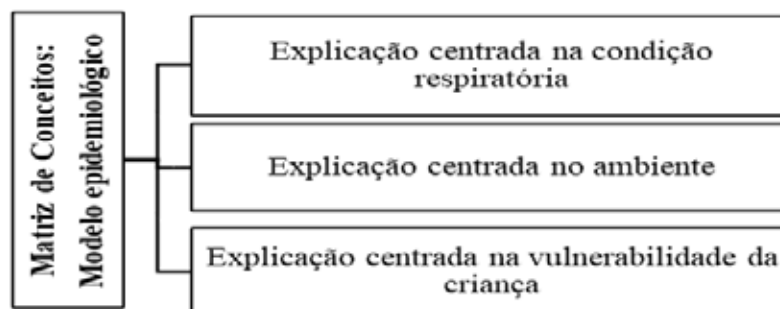
Fonte: As autoras, 2019.

## RESULTADOS

A leitura, na íntegra, dos textos completos foi sintetizada na matriz de conceitos apresentada na Figura 2.



Figura 2 – Componentes da Matriz de Conceitos relacionando transtornos respiratórios e poluentes atmosféricos na primeira infância



Fonte: As autoras, 2020.

Quanto à temporalidade, constata-se maior tendência de publicações nas últimas três décadas (1990, 2000 e 2010), com destaque para os modelos explicativos epidemiológico e ecológico explicativos das causas de infecções do trato respiratório inferior em lactentes e pré-escolares. Observam-se produções procedentes de diferentes países e cidades mais industrializadas e aquelas de grandes áreas florestais. Quanto às fontes de poluentes ambientais, que afetam a primeira infância e determinam essas condições respiratórias, destacam-se as relacionadas ao ambiente interno (*indoor*), externo (*outdoor*) e ambos (*indoor/outdoor*). Por último, os efeitos da exposição ambiental afetam principalmente o trato inferior das vias aéreas, determinando emergências respiratórias e internações hospitalares para tratamento de pneumonia e bronquite, por exemplo.

Entre os estudos epidemiológicos destacam-se os ecológicos de séries temporais (19/42), transversais (10/42), coorte (7/42), caso-controle e revisões sistemáticas (3/42), envolvendo todos os continentes (Americano, Europeu, Asiático, Africano e Oceania). Os estudos enfatizam mais o ambiente interno ou microambiente (*indoor*) associado ao tabagismo passivo e à queima de combustíveis sólidos como determinantes das condições respiratórias na infância. Em relação ao ambiente externo ou macroambiente (*outdoor*), constata-se associação positiva entre a concentração de material particulado, cuja causa são os incêndios florestais, tráfego e atividades industriais, com os atendimentos ambulatoriais e as internações por condições agudas do trato respiratório inferior.

Há uma tendência de contemporaneidade dos estudos publicados na década de 2010, quando se intensificaram as pesquisas que relacionam ambiente às condições respiratórias, principalmente por ser o grupo da primeira infância mais vulnerável que as demais faixas etárias (Tabela 1).

Tabela 1 – Síntese de estudos que relacionam poluição atmosférica e transtornos respiratórios na primeira infância – período de 1993-2019

Autor, Ano	Tipo de estudo	País de origem	Cenário	Síntese Descritiva
<b>Década de 1990</b>				
Samet et al., 1993 <sup>14</sup>	Coorte	Estados Unidos	Indoor	Casas com fogão a gás não afetaram a saúde respiratória das crianças.
Saldiva et al., 1994 <sup>15</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Mortalidade infantil por TR relacionado aos poluentes: CO, PM, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , Nox e Nox.
Keiding, Rindel, Kronborg, 1995 <sup>16</sup>	Ecológico de Séries temporais	Dinamarca	Outdoor	Associação positiva de TR e poluentes NO e Nox relacionados ao tráfego.
Herbarth et al., 1999 <sup>17</sup>	Ecológico de séries temporais	Alemanha/ Argentina	Outdoor/ Indoor	Aumento dos riscos de asma e alergias relacionados às emissões atribuíveis ao tráfego.
Ilabaca et al., 1999 <sup>18</sup>	Ecológico de séries temporais	Chile	Outdoor	Aumento das emergências respiratórias, especialmente a pneumonia, relacionado ao PM10 e PM2,5.
Ostro et al., 1999 <sup>19</sup>	Ecológico de Séries temporais	Chile	Outdoor	As consultas clínicas por Infecções das Vias Aéreas Inferiores estiveram relacionados ao PM10.
<b>Década de 2000</b>				
Kotlík et al., 2001 <sup>20</sup>	Transversal	República Tcheca	Indoor	20% das crianças com queixas respiratórias foram associadas à qualidade do ar interno.
Al-Delaimy, 2002 <sup>21</sup>	Transversal	Austrália	Indoor	Níveis de nicotina capilar foram relacionados à presença de fumantes membros da família do pré-escolar.
Prietsch et al., 2003 <sup>22</sup>	Transversal	Brasil	Indoor	Foram considerados fatores de risco para TR: tabagismo passivo, baixa escolaridade materna, renda familiar baixa e aglomeração.
Barnett et al., 2005 <sup>23</sup>	Ecológico de Séries temporais	Austrália	Outdoor	Correlação significativa entre internações por pneumonia, bronquite e poluentes PM2,5, PM10.
Purwana, 2005 <sup>24</sup>	Transversal	Indonésia	Indoor	Sintomas respiratórios infantis estiveram associados às concentrações do poluente PM10.
Castro et al., 2007 <sup>25</sup>	Ecológico de séries temporais	Brasil	Outdoor	Fatores sociais influenciam o desenvolvimento de TR infantis. A asma correspondeu a 15% dos casos.
Dong et al., 2008 <sup>26</sup>	Transversal	China	Indoor	Maior prevalência de sintomas respiratórios naqueles que viviam próximo ao tráfego.
Moura et al., 2008 <sup>27</sup>	Ecológico de séries temporais	Brasil	Outdoor	Somente o O <sub>3</sub> apresentou significância nos atendimentos de emergência por causas respiratórias infantis.
Rosa et al., 2008 <sup>6</sup>	Transversal	Brasil	Outdoor	O sexo masculino correspondeu a 50% dos atendimentos ambulatoriais por transtornos respiratórios das vias aéreas inferiores.
Karakis et al., 2009 <sup>28</sup>	Transversal	Israel	Outdoor	Aumento da morbidade respiratória na infância e a poluição industrial.
Girón, Mateus, Méndez, 2009 <sup>29</sup>	Coorte	Colômbia	Outdoor	Exposição ao lixo tem efeito negativo na saúde respiratória infantil e nos custos para tratamento.





Década de 2010				
Ignotti et al., 2010 <sup>30</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Para cada aumento de 1% de PM2,5 nas queimadas houve aumento de 8% na hospitalização infantil.
Franck et al., 2011 <sup>31</sup>	Coorte	Alemanha	Indoor	A exposição a partículas no ambiente interno ( <i>indoor</i> ) (<1 µm e > 0,5 µm) foi associada ao risco para bronquite.
Coelho, Gonçalves, Latorre, 2012 <sup>32</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Risco de internações por TR de vias aéreas superiores relacionadas aos poluentes CO e SO <sub>2</sub> e de vias aéreas inferiores relacionadas ao PM10 e O <sub>3</sub> .
Jasinski, Pereira, Braga, 2011 <sup>33</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Aumento de 10% dos casos de internação com associação positiva de poluentes PM10 e O <sub>3</sub> .
Ghosh et al., 2012 <sup>4</sup>	Coorte/	República Tcheca	Outdoor	A exposição a níveis elevados de NOx esteve associada à bronquite.
Silva et al., 2013 <sup>34</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Internações por TR infantis influenciadas pelo poluente PM2.5.
Rodrigues, Ignotti, Hacon, 2013 <sup>35</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Varição negativa entre as taxas de internações por TR infantis e focos de queimadas.
Freitas et al., 2013 <sup>36</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Relação significativa em 89% para TR na primeira infância e poluentes atmosféricos.
Andrade Filho et al., 2013 <sup>37</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	O período de estação seca apresentou os maiores níveis de PM2,5 e focos de queimadas relacionadas aos TRs na infância.
Dostal et al., 2013 <sup>38</sup>	Coorte/	República Tcheca	Outdoor	Maior incidência de TR de vias aéreas superiores. Menor morbidade em crianças que vivem na parte menos poluída pelas indústrias.
Rivera, Medina, 2013 <sup>39</sup>	Transversal	Honduras	Indoor	A associação poluentes ambientais e TR se relacionam ao contexto de pobreza.
Yu, Yang, Chien, 2013 <sup>40</sup>	Ecológico de Séries temporais	China	Outdoor	70% dos registros da emergência/ambulatorial foram de TR após a tempestade da poeira asiática como poluente do ar.
Sackou et al., 2014 <sup>41</sup>	Transversal	África	Indoor	A queima de combustível sólido foi associada a sintomas respiratórios infantis.
Nirel, Schiff, Paltiel, 2015 <sup>42</sup>	Caso Controle	Israel	Outdoor	A proximidade residencial da indústria pode contribuir para internações respiratórias precoces.
Nirel et al., 2015 <sup>43</sup>	Caso Controle	Israel	Outdoor	Internações por TR estiveram mais relacionadas aos lactentes e pré-escolares que viviam a 50 metros da rota de tráfego.
Pereira, Limongi, 2015 <sup>44</sup>	Revisão Sistemática	Brasil	Outdoor	Há uma necessidade de revisão de parâmetros ambientais.
Xiao et al., 2016 <sup>45</sup>	Caso-Controle	Geórgia	Outdoor	Os poluentes O <sub>3</sub> e PM2.5 foram associados à bronquite, pneumonia e otite média.



Froes Asmus et al., 2016 <sup>46</sup>	Revisão Sistemática	Brasil	Outdoor	Na região da Amazônia os estudos envolvem queima das florestas. No Sudeste do Brasil, relacionam-se à poluição veicular e industrial.
Nascimento et al., 2017 <sup>5</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Incremento de 4,2 µg/m <sup>3</sup> na concentração de PM <sub>2,5</sub> em 3,8% e 5,6% e risco de atendimento e internação, respectivamente.
Tischer et al., 2017 <sup>47</sup>	Coorte	Espanha	Outdoor	Associação protetora entre área verde e chiado na região menos urbana.
Liu et al., 2017 <sup>48</sup>	Ecológico de Séries temporais	China	Outdoor	Correlação positiva entre internações e atendimentos de emergência com exposições de curto prazo a PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> , CO e O <sub>3</sub> .
César, Nascimento, 2018 <sup>49</sup>	Ecológico de Séries temporais	Brasil	Outdoor	Aumento no risco relativo de hospitalizações de até 4,8% e gastos de US \$ 17.000 por ano.
Bacharier et al., 2019 <sup>50</sup>	Coorte	Estados Unidos	Indoor	Asma presente nos fenótipos de sibilância com maior morbidade respiratória relacionadas à fumaça do tabaco.
Luong et al., 2019 <sup>51</sup>	Revisão Sistemática	Ásia	Outdoor	A cada aumento de 10 µg/m <sup>3</sup> nas concentrações de PM <sub>2,5</sub> foi associado ao aumento de 1-2% no risco de sibilância.
Taylor, Isley, Glover, 2019 <sup>52</sup>	Transversal	Austrália	Outdoor	Aumento nas concentrações dos poluentes SO <sub>2</sub> por chumbo associados ao aumento de TR na emergência.

Legenda:

*Outdoor* – Ambiente Externo;

*Indoor* – Ambiente interno;

TR – Transtornos Respiratórios;

PM 2,5 – Material Particulado de diâmetro inferior a 2,5 micrometros (µm);

PM 10- Material Particulado de diâmetro inferior a 10 micrometros (µm);

CO – Monóxido de Carbono;

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre;

O<sub>3</sub> – Ozônio;

NO<sub>x</sub> – Óxido de Nitrogênio,

NO<sub>2</sub> – Dióxido de Nitrogênio;

NO – Óxido Nítrico.

Fonte: As autoras, 2020.

## DISCUSSÃO

### Modelo epidemiológico: explicação centrada na condição respiratória

Os estudos que relacionaram transtornos respiratórios em lactentes e pré-escolares aos poluentes atmosféricos, apontaram para a investigação do fenômeno saúde e doença baseados em desenhos epidemiológicos<sup>17,40</sup>. Um paradigma biologicista e modelo explicativo epidemiológico do racionalismo cartesiano, portanto, envolvendo relações de causa e efeito produzidas pelo ambiente externo sobre crianças na primeira infância.

Há uma tendência de associação das causas de adoecimento aos seguintes poluentes ambientais: Material Particulado (PM<sub>10</sub> e 2,5)<sup>5</sup>, Óxido Nítrico (NO)<sup>16</sup>,

Ozônio (O<sub>3</sub>)<sup>15,27,33</sup>, Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)<sup>51</sup> e óxidos de nitrogênio (NOx)<sup>4</sup>. O material particulado, assim como os demais poluentes ambientais, são agentes tóxicos que afetam a saúde porque misturam uma variedade de componentes sólidos e líquidos, tamanho e fontes de emissão.

A tendência do aumento do número de estudos publicados a partir da década de 2010 pode estar relacionada às estimativas globais realizadas, por exemplo, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), nas quais a mortalidade atribuída à poluição atmosférica dobrou quando comparada às estimativas de 2012, com aproximadamente 7 milhões de mortes prematuras no mundo por ano. Assim, a poluição do ar passou a ser considerada o principal fator de risco ambiental à saúde humana global<sup>53</sup>. As evidências são claras; a poluição do ar possui efeito devastador no público infantil, cujos custos globais em saúde são de mais de US\$ 5 trilhões em perdas totais para os sistemas de bem-estar social em 2013<sup>54</sup>.

Quanto menor a partícula (2,5 µm e ultrafinas menor ou igual a 0,1 µm) maior é a capacidade de atingir as vias aéreas inferiores pela ação direta nas vias respiratórias a curto prazo, com conseqüente risco de desenvolvimento de transtornos respiratórios. Uma vez inalado, a longo prazo, pode alcançar os alvéolos e disseminar-se pela corrente sanguínea atingindo outros órgãos<sup>5</sup>.

A associação de concordância entre as variáveis de desfecho e concentração de poluentes, na sua maioria, foram investigadas com dados secundários provenientes de bancos de dados oficiais e públicos, por ser de baixo custo e relativa facilidade de execução<sup>44</sup>. Quanto às variáveis de desfecho dos transtornos respiratórios, os efeitos dos poluentes ambientais foram associados aos desfechos considerados condições sensíveis à APS, tais como internação<sup>23,48</sup>, emergência<sup>18,52</sup> e atendimento ambulatorial<sup>6</sup>.

Dos estudos elegíveis, 25 deles foram extraídos dos sistemas de informações selecionados a partir da Classificação Estatística Internacional de doenças e problemas relacionados à saúde (CID-10). Outro estudo realizado<sup>6</sup> utilizou como base o Registro de Ocorrências Ambulatoriais (ROA) de acordo com a 2ª versão da Internacional *Classification Primary Care* (ICPC-2) das unidades básicas de saúde em Tangará da Serra, Cuiabá. Para a investigação dos efeitos do ambiente interno (*indoor*), na pesquisa de campo os pesquisadores aplicaram questionários aos pais no domicílio<sup>26,31</sup>, e usaram a espirometria, oscilometria e biomarcadores como ferramentas de coleta de dados<sup>50</sup>.

As revisões sistemáticas apontaram para a necessidade de revisão de parâmetros ambientais e destacaram os desafios para o desenvolvimento de pesquisa em saúde ambiental<sup>44</sup>, monitoramento mais rigoroso das emissões de poluentes e programas de vigilância em saúde entre populações vulneráveis<sup>46</sup>.

Os estudos têm seu foco de investigação no eixo exposição-efeito, e não consideram os determinantes e condicionantes da situação de saúde da população infantil, que poderiam melhorar e contribuir para a intersetorialidade ambiente e saúde, nas tomadas de decisão e para a execução de políticas públicas<sup>44</sup>.

Três pesquisas originais e uma revisão sistemática destacaram as seguintes limitações metodológicas: subnotificação de transtornos respiratórios por limita-



ção dos sistemas de informação erro diagnóstico ou na seleção da classificação de doenças, monitoramento de poluentes ambientais, exclusão de tratamentos ambulatoriais<sup>45,49</sup> ou nos sintomas subclínicos quando não investigados<sup>52</sup>.

### Modelo epidemiológico: explicação centrada no ambiente

Na região das Américas cerca de cem mil lactentes e pré-escolares morrem devido a riscos ambientais. Essas doenças implicam em custos econômicos substanciais<sup>29</sup>. Em diferentes continentes (Americano, Europeu, Asiático, Africano e Oceania) observam-se associações positivas de poluentes relacionadas ao tráfego<sup>38</sup>, ao lixo<sup>24</sup> e, principalmente, às atividades industriais<sup>18,25,28,48,52</sup>, com infecções do trato respiratório inferior.

O Parque Industrial *Neot Hovav* (IP), localizado no sul de Israel, que abriga 23 instalações da indústria química em proximidade residencial, pode contribuir para as admissões hospitalares prematuras por causas respiratórias. As crianças lactentes e pré-escolares (do nascimento aos cinco anos de idade) da cidade de Ostrava, República Tcheca, tiveram uma incidência de mais de 45% de infecções respiratórias agudas do trato respiratório superior em áreas mais poluídas, quando comparada a outras partes da cidade<sup>42</sup>.

Na Alemanha e Argentina os pré-escolares que passaram a maior parte do tempo expostos ao ar livre em área de tráfego (*outdoor*), apresentaram associação positiva com risco aumentado para asma e alergias; outras crianças expostas a emissões atribuídas ao aquecimento doméstico (*indoor*), apresentaram maior risco para bronquite<sup>17</sup>.

Na América do Sul o Brasil destacou-se com maior número de registros de pesquisa publicadas sobre o tema. Na região da Amazônia prevaleceu a associação entre ambiente externo (*outdoor*), influenciando os casos episódicos de condições respiratórias na primeira infância. Como tendência de períodos e áreas com maior desmatamento e queima das florestas para conversão em terras agrícolas ou pastagens<sup>30,35</sup>, também foi descrito maior registro de casos. Já nas áreas urbanas, geralmente, observou-se a exposição crônica.

A fumaça da queima de biomassa caracteriza-se pela exposição aguda que, na estação seca, pode durar cerca de três meses por ano. Consequentemente, supõe-se que a exposição, provavelmente, produz intensidades de efeitos que diferem de exposição à poluição do ar urbano. Valores tão altos quanto 400 mg/m<sup>3</sup> de PM 10 foram relatados em algumas áreas da região amazônica durante a estação seca<sup>30</sup>.

Na cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, região da Amazônia brasileira, em 2005, os níveis diários de material particulado fino (PM2.5) foram estimados e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O nível de exposição ao material particulado foi associado a aumentos de 11,4%, 21,6% e 22,0% em crianças, referentes às médias móveis de 1, 5 e 6 dias, respectivamente, para a estação seca<sup>34</sup>.

A maior parte dos estudos estabelece relações entre alto nível de urbanização e industrialização, com consequente poluição veicular e emissões industriais<sup>22,27,41</sup>.



O tabagismo passivo é a terceira causa de morte evitável no mundo<sup>32</sup>. Nos microambientes (*indoor*), estudo realizado na Nova Zelândia, Austrália<sup>21</sup>, demonstra que os níveis de nicotina capilar foram mais fortemente correlacionados com o número de fumantes em casa e o número de cigarros fumados pelos pais e outros membros da família da criança, discriminando-o como um biomarcador de exposição à fumaça ambiental do tabaco.

Na cidade de São Paulo, 17,39% do grupo fumante passivo apresentavam otite, 18,26% sibilância, 15,65% coriza e 6,96% irritação ocular. As crianças expostas ao fumo estavam em maior risco para desenvolver as doenças supramencionadas do que aquelas que não estavam expostas<sup>32</sup>.

A alta exposição a partículas internas na Alemanha, em 2011, associou o risco aumentado para o desenvolvimento de bronquite obstrutiva e, em certa medida, bronquite não obstrutiva. O maior impacto foi observado para a concentração mássica de partículas <1  $\mu\text{m}$  e a concentração numérica de partículas > 0,5  $\mu\text{m}$ <sup>31</sup>.

Como parte do projeto *EcoHealth*, fatores associados à prevalência de sintomas respiratórios em lactentes e pré-escolares foram estudados em um bairro periurbano ao norte de Abidjan, na Costa do Marfim. De maio a julho de 2010, uma equipe transdisciplinar administrou um questionário e uma lista de verificação de observação para coletar dados sobre a qualidade física de 681 residências de 899 lactentes e pré-escolares e suas condições de vida. A prevalência de sintomas respiratórios em 25,6% foi alta entre aquelas cujas mães eram donas de casa. Houve queima de combustível sólido, associada a sintomas respiratórios, assim como vários fatores que degradam a qualidade física das residências (presença de mofo/bolor, número médio de aberturas por quarto <2, temperatura  $\geq 30^\circ$ , nível de umidade  $\leq 90\%$ ). A abordagem desses fatores, que se originam no ambiente interno, ajudaria a reduzir a vulnerabilidade a transtornos respiratórios<sup>41</sup>.

Ao estabelecer a prevalência de doenças agudas do trato respiratório inferior e os fatores de risco relacionados às condições de moradia em lactentes e pré-escolares na cidade de Rio Grande (Rio Grande do Sul), a prevalência geral de doença respiratória aguda baixa foi de 23,9%. Os principais fatores de risco identificados foram escore ambiental > 3 pontos, menos de cinco anos de escolaridade materna, renda familiar mensal menor do que US\$ 200.00, quatro ou mais pessoas dividindo o quarto da criança e tabagismo materno. A idade materna > 30 anos foi identificada como fator de proteção<sup>22</sup>.

### Modelo epidemiológico: explicação centrada na vulnerabilidade do lactente e pré-escolar

As partículas inaláveis com dimensões menores que 10 mm se depositam no sistema respiratório humano em vários níveis. Partículas entre 2,5 e 10 mm depositam-se essencialmente na parte superior do aparelho respiratório e nos brônquios principais de lactentes e pré-escolares. Já as partículas finas (<2,5 mm) podem atingir porções mais profundas do sistema, atingindo os alvéolos pulmonares.



Os efeitos danosos à saúde da criança na primeira infância foram descritos como dependentes da concentração inalada no ar, bem como sua granulometria e composição química. Isso ocorre principalmente nos grupos mais vulneráveis (crianças lactentes e pré-escolares), mesmo quando os níveis de exposição são considerados seguros pela legislação ambiental<sup>37</sup>.

A exposição em curto prazo pode resultar em capacidade de resposta das vias aéreas, enquanto a exposição em longo prazo pode causar imunidade diminuída e infecções respiratórias. Uma vez inalado, podem alcançar os alvéolos, chegar à circulação sanguínea e atingir outros órgãos, além dos pulmões<sup>5</sup>.

Com o objetivo de diagnosticar o impacto da poluição do ar na saúde nos municípios brasileiros que contavam com o monitoramento da qualidade do ar, por meio de pesquisa multicêntrica que utilizou modelos aditivos generalizados, os transtornos respiratórios em lactentes e pré-escolares apresentaram associação significativa em 16 das 18 cidades estudadas<sup>36</sup>, o que reforça a necessidade de monitoramento em locais estratégicos com qualidade de informação (continuidade e consistência).

O sexo masculino correspondeu à taxa de quase 50% maior nos atendimentos por doenças das vias aéreas inferiores, o que configura os casos mais graves entre os meninos<sup>6,28,42</sup>. A relação entre fatores ambientais e sintomas respiratórios em crianças chinesas sugere que há diferenças entre as vias aéreas dos meninos e meninas desde o início do desenvolvimento do pulmão fetal e ao longo da vida. Os pulmões das meninas amadurecem mais cedo na produção do surfactante, bem como no desenvolver da vida, pois a arquitetura do pulmão das mulheres é menor que a dos homens; o que é mais vantajoso: um diâmetro maior das vias aéreas em relação ao volume do parênquima do pulmão<sup>26</sup>.

Os poluentes do ar iniciam um processo inflamatório, alterando a permeabilidade e possibilitando o acesso e a progressão de microrganismos patogênicos<sup>6</sup>. Sua fisiologia imatura e atividades ao ar livre também são hipóteses sugeridas<sup>45</sup>.

Como fatores de risco para infecções do trato respiratório inferior associado à causa ambiental, tem-se a idade da criança menor de cinco anos, a escolaridade materna e a renda familiar<sup>20,22</sup>. A baixa escolaridade poderia ser explicada por um menor grau de conhecimento da família sobre proteção à saúde, aumentando a vulnerabilidade de lactentes e pré-escolares para transtornos respiratórios<sup>28</sup>. A vulnerabilidade relacionada à pobreza de crianças na primeira infância, que viviam na cidade de Tegucigalpa (Honduras), apresentaram mais casos de transtornos respiratórios causados por queima de combustível de automóveis e biomassa e tabagismo passivo<sup>39</sup>.

A pneumonia<sup>18,45</sup> foi a causa mais frequente de internações por transtornos respiratórios, fazendo parte do rol de ICSAPs, ou seja, não necessitariam evoluir para internação hospitalar. Outras doenças associadas foram a asma, a bronquite<sup>31</sup> e otites médias<sup>22</sup>. A menor morbidade foi encontrada naquelas que viviam nas áreas residenciais com menor poluição ambiental<sup>47</sup>.



## CONCLUSÕES

A contemporaneidade da saúde ambiental na infância foi demarcada pela maior disponibilidade de literatura científica na década de 2010. A análise de três décadas de literatura científica determina uma tendência de o modelo epidemiológico explicar a relação entre poluentes atmosféricos e transtornos respiratórios na primeira infância, centrado em três conceitos: na condição respiratória, no ambiente e na vulnerabilidade da criança.

Os estudos epidemiológicos e de revisão sistemática explicitaram as relações de causa e efeito sem considerar os determinantes estruturais dos campos sociológico e crítico da saúde que influenciam nas interações por causas sensíveis à APS.

O limite econômico e financeiro não permitiu o acesso a artigos publicados em idiomas que requeriam tradução. A não inclusão de teses e dissertações pode ter excluído pesquisas com alto grau de confiabilidade.

Nesse sentido, como lacuna do conhecimento, identifica-se a possibilidade de impulsionar a realização de novos estudos acerca da temática, direcionados para a investigação de estratégias para a promoção de ambientes saudáveis e a redução de mortes evitáveis com um olhar para além do modelo clínico-epidemiológico. No campo epistemológico, enfrentar essa questão exige um repensar no modo de produzir conhecimento como um desafio para a política, a ciência e a tecnologia em saúde.

No campo assistencial, os achados neste estudo apontam para a necessidade de se repensar estratégias de promoção da saúde e prevenção para a proteção infantil em todo o mundo. Considerar os determinantes e condicionantes da situação de saúde da população infantil poderia contribuir para a intersectorialidade ambiente e saúde, nas tomadas de decisão e para o estabelecimento de políticas públicas racionalizadas a esse grupo de vulnerabilidade à exposição ambiental. Um repensar para a minimização de riscos ambientais não só irá melhorar a saúde das crianças, mas também conduzirá aos cuidados de saúde. O meio ambiente é um elemento-chave para proteger a saúde das crianças e reduzir desigualdades em saúde.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> World Health Organization, WHO. Health and the Environment: Addressing the health impact of air pollution, Item 14.6. Sixty-Eighth World Health Assembly Agenda. Genebra: WHO. 2015 May;1-6.
- <sup>2</sup> Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales, FIRS. El impacto global de la Enfermedad Respiratoria – Segunda edición. México: Asociación Latinoamericana de Tórax; 2017.
- <sup>3</sup> GBD 2016 Lower Respiratory Infections Collaborators. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory infections in 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. 2018;18:1191-210.
- <sup>4</sup> Ghosh R, Joad J, Benes I, Dostal M, Sram RJ, Hertz-Picciotto I. Ambient nitrogen oxides exposure and early childhood respiratory illnesses. *Env Int.* 2012;39(1):96-102.



- 
- <sup>5</sup> Nascimento AP, Santos JM, Mill JG, Souza JB de, Reis NC, Reisen VA. Association between the concentration of fine particles in the atmosphere and acute respiratory diseases in children. *Rev Saúde Pública*. 2017;51(0).
- <sup>6</sup> Rosa AM, Ignotti E, Botelho C, Castro HA de, Hacon SS. Respiratory disease and climatic seasonality in children under 15 years old in a town in the Brazilian Amazon. *J Pediatr*. 2008; 84(6):543-9.
- <sup>7</sup> Bortoluci AB, Quinália G, Andrade JMO. The close relationship between the environment and health. *National Journal of City Management*. 2017;31:39-53.
- <sup>8</sup> Pinto LF et al. Hospitalisations due to ambulatory care sensitive conditions (ACSC) between 2009 and 2018 in Brazil's Federal District as compared with other state capitals. *Cien Saúde Colet*. 2019;24(6):2105-2114.
- <sup>9</sup> Fertoni HP, Pires DEP, Biff D, Scherer MDA. Modelo assistencial em saúde: conceitos e desafios para a atenção básica brasileira. *Cien Saúde Colet*. 2015;20(6):1869-1878.
- <sup>10</sup> Dapper SN, Spohr C, Zanini RR. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no Estado de São Paulo. *Estudos Avançados*. 2016;30(86):83-97.
- <sup>11</sup> Rios DRS, Sousa DAB, Caputo MC. Diálogos interprofissionais e interdisciplinares na prática extensionista: o caminho para a inserção do conceito ampliado de saúde na formação acadêmica. *Interface, Botucatu*. 2019.
- <sup>12</sup> Ferrari R. Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*. 2015.
- <sup>13</sup> Bae Jong-Myon. Narrative reviews. *Epidemiol Health*. 2014;36:e2014018.
- <sup>14</sup> Samet JM, Lambert WE, Skipper BJ, Cushing AH, Hunt WC, Young SA, et al. Nitrogen dioxide and respiratory illnesses in infants. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148:1258-65.
- <sup>15</sup> Saldiva PH, Lichtenfels AJ, Paiva PS, Barone IA, Martins MA, Massad E et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. *Env Res*. 1994;65:218-25.
- <sup>16</sup> Keiding LM, Rindel AK, Kronborg D. Respiratory illnesses in children and air pollution in Copenhagen. *Arch Env Heal*. 1995;50:200-6.
- <sup>17</sup> Herbarth O, Fritz GJ, Behler JC, Schlink U., Sernaglia J, Puliafito E, Puliafito C, Schilde, M, Wildführ W. Epidemiologic risk analysis of environmentally attributed exposure on airway diseases and allergies in children. *Central European Journal of Public Health*. 1999;7:72-6.
- <sup>18</sup> Ilabaca M, Olaeta I, Campos E, Villaire J, Tellez-Rojo MM, Romieu I. Association between levels of fine particulate and emergency visits for pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago, Chile. *J Air Waste Manag Assoc*. 1999;49:154-63.
- <sup>19</sup> Ostro BD, Eskeland GS, Sanchez JM, Feyzioglu T. Air pollution and health effects: A study of medical visits among children in Santiago, Chile. *Env Heal Perspect*. 1999;107:69-73.
- <sup>20</sup> Kotlík B, Kazmarová H, Kratenová J, Holcátová I. Monitoring the Indoor Environment in the Czech Republic. *Indoor and Built Environment*. 2001;10:154-9.
- <sup>21</sup> Al-Delaimy WK. Is the hair nicotine level a more accurate biomarker of environmental tobacco smoke exposure than urine cotinine? *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2002;56(1):66-71.
- <sup>22</sup> Prietsch SOM, Fischer GB, César JA, Lempek BS, Barbosa L V, Zogbi L, et al. Respiratory illnesses in children younger than 5 years of age in southern Brazil: the influence of the home environment. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;13(5):303-10.
- <sup>23</sup> Barnett AG, Williams GM, Schwartz J, Neller AH, Best TL, Petroeschevsky AL, Simpson RW. Air Pollution and Child Respiratory Health. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2005;171(11):1272-78.
- <sup>24</sup> Purwana R. PM10 as predictor of ventilation efficiency of houses in relation to health effect. *Med J Indones*. 2005;14(4):237-41.
- <sup>25</sup> Castro HA, Hacon S, Argento R, Junger WL, Mello CF, Castiglioni Júnior N et al. Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2007;23, Suppl4.



- 
- <sup>26</sup> Dong GH, Ma YN, Ding HL, Jin J, Cao Y, Zhao YD et al. Housing characteristics, home environmental factors and respiratory health in 3945 pre-school children in China. *Int J Env Heal Res*. 2008;18(4):267-82.
- <sup>27</sup> Moura M, Junger WL, Mendonça GAS, De Leon AP. Air quality and acute respiratory disorders in children. *Rev Saúde Pública*. 2008;42(3):503-11.
- <sup>28</sup> Karakis I, Kordysh E, Lahav T, Bolotin A, Glazer Y, Vardi H et al. Life prevalence of upper respiratory tract diseases and asthma among children residing in rural area near a regional industrial park: cross-sectional study. *Rural Remote Heal*. 2009;9(3).
- <sup>29</sup> Girón SL, Mateus JC, Méndez F. Impact of an open waste disposal site on the occurrence of respiratory symptoms and on health care costs of children. *Biomedica*. 2009;29:392-402.
- <sup>30</sup> Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon SS, Netto PA. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Rev Saúde Pública*. 2010;44:121-30.
- <sup>31</sup> Franck U, Herbarth O, Röder S, Schlink U, Borte M, Diez U, Lehmann I. Respiratory effects of indoor particles in young children are size dependent. *Science of The Total Environment*. 2011;409(9):1621-31.
- <sup>32</sup> Coelho MSZS, Gonçalves FLT, Latorre MRDO. Statistical analysis aiming at predicting respiratory tract disease hospital admissions from environmental variables in the city of São Paulo. *J Environ Public Health*. 2010;10.
- <sup>33</sup> Jasinski R, Pereira LAA, Braga ALF. Air pollution and pediatric hospital admissions due to respiratory diseases in Cubatão, São Paulo. *Cad Saúde Pública*. 2011;27(11):2242-52.
- <sup>34</sup> Silva AMC, Mattos IE, Ignotti E, Hacon SS. Particulate matter originating from burns and respiratory diseases. *Rev Saúde Pública*. 2013;47(2):345-52.
- <sup>35</sup> Rodrigues PCO, Ignotti E, Hacon SS. Spatial and temporal distribution of burning and hospitalizations for respiratory diseases in children in the state of Rondônia, 2001-2010. *Epidemiol Serv Saúde*. 2013;22(3):455-64.
- <sup>36</sup> Freitas CU, Junger W, Leon AP, Grimaldi R, Silva MAFR, Gouveia N. Air pollution in Brazilian cities: selecting health impact indicators for surveillance. *Epidemiol Serv Saúde*. 2013;22(3):445-54.
- <sup>37</sup> Andrade Filho VS, Artaxo P, Hacon S, Carmo CN do, Cirino G. Aerosols from biomass burning and respiratory diseases in children, Manaus, Northern Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2013;47(2):239-47.
- <sup>38</sup> Dostal M, Pastorkova A, Rychlik S, Rychlikova E, Svecova V, Schallerova E et al. Comparison of child morbidity in regions of Ostrava, Czech Republic, with different degrees of pollution: a retrospective cohort study. *Env Heal*. 2013;12(1):74.
- <sup>39</sup> Rivera MF, Medina M. Air pollution and acute respiratory disease in pediatric patients, Tegucigalpa MDC, Honduras year 2012. *Rev Med Hondur*. 2013;81(1):6-10.
- <sup>40</sup> Yu HL, Yang CH, Chien LC. Spatial vulnerability under extreme events: a case of Asian dust storm's effects on children's respiratory health. *Env Int*. 2013;54:35-44.
- <sup>41</sup> Sackou JK, Oga SA, Tanoh F, Houénou Y, Kouadio L. Indoor environment and respiratory symptoms among children under five years of age in a peri-urban area of Abidjan. *Indoor and Built Environment*. 2013;23(7):988-93.
- <sup>42</sup> Nirel R, Schiff M, Paltiel O. Respiratory hospitalizations of children and residential exposure to traffic air pollution in Jerusalem. *Int J Hyg Env Health*. 2015;218(1):34-40.
- <sup>43</sup> Nirel R, Maimon N, Fireman E, Agami S, Eyal A, Peretz A. Respiratory hospitalizations of children living near a hazardous industrial site adjusted for prevalent dust: a case-control study. *Int J Hyg Environ Health*. 2015;218:273-9.
- <sup>44</sup> Pereira BB, Limongi JE. Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática. *Cad Saúde Colet*. 2015;23(2):91-100.
- <sup>45</sup> Xiao Q, Liu Y, Mulholland JA, Russell AG, Darrow LA, Tolbert PE et al. Pediatric emergency department visits and ambient Air pollution in the U.S. State of Georgia: a case-crossover study. *Env Health*. 2016;15(1):115.





- <sup>46</sup> Froes Asmus CI, Camara VM, Landrigan PJ, Claudio L. A Systematic Review of Children's Environmental Health in Brazil. *Ann Glob Health*. 2016;82(1):132-48.
- <sup>47</sup> Tischer C, Gascon M, Fernández-Somoano A, Tardón A, Materola AL, Ibarluzea J et al. Urban green and grey space in relation to respiratory health in children. *Eur Respir J*. 2017;49(6).
- <sup>48</sup> Liu Y, Xie S, Yu Q, Huo X, Ming X, Wang J, Shi T. Short-term effects of ambient air pollution on pediatric outpatient visits for respiratory diseases in Yichang city, China. *Environ Pollut*. 2017;227:116-24.
- <sup>49</sup> César ACG, Nascimento LF. Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study. *São Paulo Med J*. 2018;136(3):245-50.
- <sup>50</sup> Bacharier LB, Beigelman A, Calatroni A, Jackson DJ, Gergen PJ, O'Connor GT. Longitudinal Phenotypes of Respiratory Health in a High-Risk Urban Birth Cohort. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(1):71-82.
- <sup>51</sup> Luong LMT, Sly PD, Thai PK, Phung D. Impact of ambient air pollution and wheeze-associated disorders in children in Southeast Asia: a systematic review and meta-analysis. *Reviews on Environmental Health*. 2019;0(0).
- <sup>52</sup> Taylor MP, Isley CF, Glover J. Prevalence of childhood lead poisoning and respiratory disease associated with lead smelter emissions. *Environment International*. 2019;(127):340-52.
- <sup>53</sup> World Health Organization (WHO). News release: 7 million premature deaths annually linked to air pollution, 2014.
- <sup>54</sup> World Health Organization (WHO). *Poluição do Ar e Saúde Infantil: Prescrevendo Ar Puro. Resumo*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2019.

