

DOENÇA RESPIRATÓRIA EM CRIANÇAS RELACIONADA A POLUIÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*RESPIRATORY DISEASE IN CHILDREN RELATED TO POLLUTION:
A BIBLIOGRAPHIC REVIEW*

Marianna Asari Takahara 1
Bruno Lima Hitzschky 2
Janayna de Cássia Ferreira do Prado 3
Luci Mendes de Melo Bonini 4

Resumo: Doenças respiratórias são um grande problema de saúde pública, representando atualmente a principal causa de mortalidade em crianças menores de cinco anos de idade. O objetivo deste estudo foi agrupar dados que correlacionavam as doenças respiratórias na infância com poluição do ar. Trata-se de uma revisão bibliográfica, tendo por base de dados eletrônicos o SciELO. Foram utilizados os descritores em português e seus correspondentes em inglês: “doenças respiratórias”, “poluição” e “infância”, e o título da própria revisão. Foram selecionados 20 estudos, que cumpriram todos os critérios de inclusão. PM10 (65%), O3 (55%), NO2 (30%) e o PM 2.5 (30%) foram os poluentes mais utilizados nos estudos analisados, esses advêm principalmente de queimadas e veículos automotores, sendo grandes causadores do agravamento dos sintomas de doenças respiratórias e responsáveis por significativo aumento das hospitalizações infantis, mesmo quando seus níveis médios são inferiores aos permitidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Conclui-se que existe relação entre exposição a poluentes e danos ao trato respiratório em crianças, e que os limites de emissão de poluentes hoje vigentes, não levam em conta danos respiratórios, pois os índices de internação infantil ainda são elevados mesmo em locais que respeitam tais limites.

Palavras-chave: Saúde da Criança. Doenças Respiratórias. Poluição do Ar.

Abstract: Respiratory diseases are a major public health problem, currently representing the leading cause of mortality in children under five years of age. The aim of this study was to pool data that correlated childhood respiratory diseases with air pollution. This is a bibliographic review, using SciELO as an electronic database. The descriptors in Portuguese and their corresponding words in English were used: “diseases respiratory”, “pollution” and “childhood”, and the title of the review itself. Twenty studies were selected, which met all inclusion criteria. PM10 (65%), O3 (55%), NO2 (30%) and PM 2.5 (30%) were the most used pollutants in the analyzed studies, these mainly come from fires and motor vehicles, being major causes of the worsening of symptoms of respiratory diseases and responsible for a significant increase in child hospitalizations, even when their average levels are lower than those allowed by the National Council for the Environment (Conama). It is concluded that there is a relationship between exposure to pollutants and damage to the respiratory tract in children, and that the emission limits of pollutants in force today do not take into account respiratory damage, as the rates of child hospitalization are still high even in places that respect such limits.

Keywords: Child Health. Respiratory Tract Diseases. Air Pollution.

1 Graduando do curso de Medicina, Universidade de Mogi das Cruzes. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7242133043536557>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8600-8668>. E-mail: mariannaasari@hotmail.com

2 Graduando do curso de Medicina, Universidade de Mogi das Cruzes. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0156633094919903>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9746-2441>. E-mail: brunohitzschky803@gmail.com

3 Graduando do curso de Medicina, Universidade de Mogi das Cruzes. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8086553248608461>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-6597>. E-mail: janayna18prado@gmail.com

4 Docente da Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1281239421952609>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6426-218X>. E-mail: lucibonini@gmail.com

Introdução

No ano de 2012, as doenças respiratórias (DR) foram responsáveis por mais de 1,3 milhão de internações no Brasil, sendo que em São Paulo foram cerca de 240 mil, gerando custos da ordem de R\$ 1,3 bilhão e em São Paulo, R\$ 240 milhões (Brasil, 2014a) (1 US\$ ≈ R\$2,00). Neste mesmo ano foram relatadas 125 mil mortes por doenças respiratórias, 34 mil em São Paulo (Brasil, 2014b).(ROMAN et al., 2015)

Não havia um consenso a respeito dos efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde respiratória, então os primeiros estudos iniciaram em Londres e, posteriormente, em Nova York, mas atualmente inúmeros outros pesquisadores de outros países têm se debruçado sobre a questão.(DUCHIADE, 1992)

As DR, clinicamente divididas em aguda e crônica, podem comprometer as vias aéreas superiores (nariz e fossas nasais, seios perinasais, boca, faringe e laringe) e inferiores (traqueia, brônquios, bronquíolos e pulmões) - geralmente de maior gravidade. Sendo classificadas como um grande problema de saúde pública, atualmente representam a principal causa de mortalidade em crianças menores de cinco anos de idade. (FRAUCHES et al., 2017)

As infecções respiratórias agudas entre 1980 e metade da década de 1990 em países em desenvolvimento causaram 25 a 33% de todas as mortes nos primeiros cinco anos de vida. Após esse período e início do ano 2000, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que 8% de todas as mortes em países desenvolvidos e 5% em países em desenvolvimento se devem às doenças respiratórias, comprovando a participação importante dessas afecções na morbimortalidade da população mundial. (NATALI et al., 2011)

As doenças respiratórias na infância, com o período de até cinco anos de idade, têm constituído a cada dia motivo de preocupação para os profissionais de saúde, dada a sua elevada morbidade, observada em termos mundiais, bem como a alta mortalidade que incide especialmente nos países do terceiro mundo. Segundo dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 13 milhões de crianças menores de cinco anos morrem anualmente no mundo por doenças do aparelho respiratório e 95% delas ocorrem nos países em desenvolvimento. (CHIESA, WESTPHAL e AKERMAN, 2008)

Por meio de registros dos atendimentos pediátricos realizados pelo Samu no município de Feira de Santana-BA, constatou-se que de 372 atendimentos; 43,5% foram direcionados a crianças de 5 a 10 anos; das quais as causas clínicas mais prevalentes foram agravos respiratórios- 40,0%. (COSTA, MIRANDA e SOUZA, 2013) Tal como, no conjunto de municípios da Região Metropolitana de São Paulo, em que as estimativas do efeito da exposição à poluição do ar indicaram associações com as doenças respiratórias. (GOUVEIA et al., 2017)

Os poluentes mais comumente estudados e associados às DRs são: material particulado (PM), ozônio (O3), dióxido de enxofre (SO2), óxidos de nitrogênio (NOx) e monóxido de carbono (CO). Dentre alguns estudos mostrando os efeitos destes poluentes, podem ser citados aqueles que apontaram os efeitos do PM10 e SO2 nas internações por asma em crianças, internações por pneumonias e PM10 em crianças em Cubatão, exposição a PM10, CO, NO2, O3 e SO2 e internações por DRs em adultos e crianças e NO2 em crianças. (ROMAN et al., 2015)

Para que sejam construídas políticas de saúde ambiental eficazes, tornam-se necessários estudos que mostrem a relação entre poluição do ar e a saúde, pois estes podem garantir uma melhoria da qualidade de informação a ser utilizada pelos gestores. (CASTRO et al., 2003)

Neste estudo tem-se como problemática a seguinte questão: qual a correlação entre a poluição atmosférica e as doenças respiratórias em crianças? A partir desse questionamento, o objetivo deste trabalho ficou assim descrito: realizar uma revisão bibliográfica da literatura disponível acerca da correlação entre doenças respiratórias na infância e a poluição atmosférica. A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225 determina que, *in verbis*: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações." (BRASIL, 1988)

A legislação, também, exige que todas as indústrias potencialmente poluidoras

apresentem estudos sobre os danos que podem causar ao meio ambiente. Existindo, também, três resoluções com relação a poluição do ar; Resolução CONAMA nº005/89 que institui o PRONAR- Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar. (BRASIL, 1989) Resolução CONAMA nº018/86 que estabelece o PROCONVE- Programa de Controle do Ar por Veículos Automotores. (BRASIL, 1986) E Resolução CONAMA nº 008/90 que estabelece o limite máximo de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) em fontes fixas de poluição. (BRASIL, 1990) No entanto, através das citações feitas, pode-se interpretar que a fiscalização dessas exigências no Brasil, é falha.

Metodologia

Esta pesquisa é uma revisão bibliográfica desenvolvida com base em estudos sobre doenças respiratórias na infância relacionado a poluição. A base de dados eletrônicos utilizada foi: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Foram utilizados os seguintes descritores em português na pesquisa dos artigos: “respiratória”, “infância” e “poluição”. Seus correspondentes em inglês: “respiratory”, “childhood” e “pollution”. Para pesquisa dos artigos, também foi utilizado o título da própria pesquisa. Referências bibliográficas dos artigos selecionados foram checadas, porém não foram consultados especialistas no assunto para localizar artigos não publicados. O Período de pesquisa incluiu estudos publicados de 2006 a 2019.

Os artigos incluídos nessa revisão foram aqueles que analisaram a associação da poluição do ar com os efeitos na saúde do trato respiratório em crianças, publicados entre os anos de 2006 e 2019. Foram excluídos artigos de revisão bibliográfica, artigos que analisaram doenças respiratórias associadas a outros determinantes, como poluição doméstica e estudos que tinham como alvo somente adultos e idosos.

Primeiramente foram lidos os resumos dos artigos encontrados e assim selecionadas as pesquisas a serem utilizadas na análise. Dos 31 artigos encontrados em pesquisa na base de dados SciELO, 11 foram excluídos após a leitura dos títulos, datas de publicação e resumos, por não se adequarem aos critérios de inclusão ou não se adequarem a metodologia proposta. Foram selecionados 20 artigos que cumpriram todos os critérios de inclusão, esses foram lidos na íntegra e analisados por três pesquisadores.

Discussão

Esta pesquisa analisou dados Latino-Americanos, principalmente brasileiros, dos quais dos 20 artigos analisados, 13 (65%) eram no Estado de São Paulo; 3 artigos (15%) pertenciam ao Estado do Mato Grosso; 1 (5%) ao Estado do Espírito Santo; 1 (5%) provinha do Rio de Janeiro; 1 (5%) do Rio Grande do Norte e 1 (5%) foi realizado fora do Brasil, na Colômbia. Sendo que do total de artigos avaliados, 14 artigos (70%) são estudos ecológicos de séries temporais; 4 artigos (20%) são de recorte transversal; 1 (5%) é estudo de caso e 1 (5%) é estudo ecológico.

Mediante os estudos que compõem a banca de artigos analisados nesta pesquisa, verificou-se que 9 das literaturas (45%) analisaram crianças de 0 a 10 anos, ao passo que, 3 das literaturas (15%) pesquisaram em crianças de 0 a 9 anos, 1 estudo (5%) crianças entre 6 e 15 anos, 5% de 0 a 14 anos, 5% de 0 a 19 anos, 5% de 6 e 7 anos de idade, 5% de 6 a 14 anos e 5% estudou crianças entre 10 e 14 anos. Sendo que 1 artigo (5%) não especificou a idade das crianças, por se tratar de uma análise de dados disponíveis no DATASUS.

É importante destacar que há uma diversidade de poluentes potencialmente prejudiciais ao trato respiratório e assim, desencadeadores de doenças respiratórias em crianças. Dos 20 artigos selecionados para análise, 13 (65%) destacaram o PM10 em seu trabalho; 11 (55%) utilizaram o O3; 6 (30%) o NO2; 6 (30%) PM2.5; 5 (25%) SO2; 2 (10%) NOx; 2 (10%) CO; 2 (10%) black carbon; 1 (5%) PM 10-2.5; 1 (5%) PM; e 1 (5%) o BTX. Sendo que, a maioria dos artigos utiliza mais de um tipo de poluente em sua pesquisa. Nesse sentido, os estudos, de uma maneira geral, calcularam os valores médios diários, anuais, de taxas em $\mu\text{g} / \text{m}^3$ e

em percentuais desses poluentes emitidos na atmosfera e realizaram comparações com a incidência de crianças, de determinadas faixas etárias, com sinais e sintomas de doenças respiratórias.

Em relação às queimadas de cana-de-açúcar, apontada em 4 artigos, as cidades pesquisadas eram regiões com importância no setor sucroalcooleiro e localizavam-se em áreas de canaviais. Constatou-se que os sintomas de rinite alérgica nas crianças foram mais frequentes no período com maior quantidade de queimada de cana-de-açúcar para colheita, em que os níveis de PM10 e NO2 eram mais elevados (NICOLUSSI et al., 2014). Sendo que o período com maior quantidade de internações por pneumonia coincide com o período da queima da palha de cana e altos níveis de PM10, NO2 e O3 (SOUZA E NASCIMENTO, 2016). Identificou-se, também, que o intervalo com maior quantidade de internações coincide com os meses em que a palha da cana é queimada e há alta concentração dos poluentes PM 10-2.5 resultantes (CESAR; NASCIMENTO, 2018). Bem como, a rinite e asma das crianças eram mais frequentes na época de safra da cana, em que havia queima da palha de cana (RIGUERA, ANDRE; ZANETA, 2011).

Dois estudos foram realizados em Cuiabá, MT, cidade localizada na Região Amazônica onde há vários focos de queimadas. Em Machin e Nascimento (2018), os valores médios de PM 2.5 foram maiores no período de maior número de queimadas e foi constatada uma forte relação entre a exposição ao PM 2.5 e as internações infantis por doenças respiratórias. E na análise de Menezes, Pavanitto e Nascimento (2019), verificou-se que devido a grande quantidade de queimadas, a alta exposição ao material particulado fino aumentou o risco de hospitalização infantil por doenças respiratórias.

A respeito da relação da poluição de veículos com a saúde infantil, mencionada em cinco artigos, o estudo de Moraes et al., (2019) concluiu que altas concentrações de PM10 (material particulado com diâmetro aerodinâmico menor de 10 μ m) prejudicam a função pulmonar das crianças, principalmente nas grandes cidades onde há muita poluição de veículos automotores. Esse dado convergiu com o encontrado em outros dois artigos, no trabalho de Cesar e Nascimento (2018), constataram que um aumento de 5 μ g/m³ de PM 10-2.5 (material particulado de fração grossa) resultou em acréscimo de 72 hospitalizações infantis e uma das causas da alta concentração dos poluentes são os veículos automotivos. E em Machin e Nascimento (2018), foi mostrado que um aumento de 5 μ g/m³ do PM 2.5 (material particulado fino) resultou em adição de 89 internações infantis por doenças respiratórias, isso pode estar relacionado com o fato da cidade analisada estar em uma região com indústrias e alta quantidade de veículos. Além disso, Nicolussi et al., (2014) mostraram que a asma e rinite foram mais frequentes nos estudantes de escola em área central com intenso tráfego veicular em comparação a escola em região residencial, indicando que a poluição de veículos automotores representa um fator prejudicial à saúde das crianças. E a pesquisa de Riguera, Andre e Zanetta (2011) verificou que a asma foi menos frequente que a rinite e isso pode ser explicado pelo baixo tráfego de veículos automotivos na cidade estudada.

Diferente dos artigos anteriores, Moraes et al., (2010) pesquisaram em uma área apenas com o Polo Petroquímico de Guamaré, RN, sem outras indústrias e baixa quantidade de veículos, e constatou uma alta associação entre poluentes PM10, PM 2.5, black carbon, SO2, NO2, O3 e BTX (Benzeno, Tolueno, Xilenos) e sintomas de doenças respiratórias nas crianças residentes próximas ao polo petroquímico.

O PM10 foi uma das partículas mais relacionadas a função pulmonar das crianças nos artigos estudados. Nascimento et al., (2006) constataram que um aumento de 24,7 μ g/m³ na concentração média de PM10 resultava em um acréscimo de 9,8% nas internações de crianças de 0 a 10 anos. No estudo de Jasinski, Pereira e Braga (2011), o aumento nas médias móveis de sete dias do PM10 (56,5 μ g/m³) resultaram em adições de 9,6% nas internações. Amancio e Nascimento (2012) analisaram que as internações por asma apresentaram correlação positiva com os poluentes PM10, tendo em vista que o acréscimo de 17 mg/m³ de PM10 resultou em uma adição no risco relativo entre 16% e 19%. Negrisoli e Nascimento (2013) e Freitas et al., (2016) analisaram que com aumento de 10 μ g/m³ nos níveis de PM10, o risco relativo de admissão hospitalar subia 9,0 e 6,60 pontos percentuais, respectivamente. Enquanto em

Gouveia et al., (2017), com aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis de PM10, os riscos relativos de admissão hospitalar são de 1,019 para doenças respiratórias em crianças, ficando perceptível que o PM10 tem grande relação com patologias pulmonares na infância.

Moraes et al., (2019) trazem que em concentrações de PM10 maiores que $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ há alto risco relativo significativo relacionado às internações de crianças do sexo feminino, como na concentração de $185\mu\text{g}/\text{m}^3$ o risco relativo é de 1,512 para o sexo feminino, levando a conclusão que altos níveis de PM10 prejudicam função pulmonar, ampliando os casos de doenças respiratórias em crianças. O estudo de Castro et al., (2009) constatou que adições de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 implicavam em minimização de 0,32 l/min a 0,52 l/min no pico de fluxo em um certo dia na função respiratória média. E Alvarez Mino e Salazar Ceballos (2013) trazem que viver em áreas expostas a níveis de PM10 maiores que $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ resulta em maior risco de ter sintomas de doenças do trato respiratório superior (TRS) e função pulmonar prejudicada, mostrando que há mais crianças com sintomas de doenças respiratórias nas regiões consideradas expostas (45,4%) em relação as não expostas (34,1%), portanto, crianças que moram em áreas expostas possuem maior risco de ter esses sintomas, como também, conclui-se que nas áreas expostas existe maior prevalência de crianças com sintomas de doenças de TRS (34,8%).

Levando em conta o material particulado fino (PM2.5), no estudo de Cesar, Nascimento e Carvalho Jr (2013), devido, em alguns dias, os níveis diários de poluentes terem agravado, alcançando o padrão regular na qualidade do ar, as internações mostraram-se associadas a exposição de PM2.5. E Silva et al., (2013) concluíram que um acréscimo de 10 mg/m^3 nos valores de PM2.5 implicou em aumentos de 9,1%, 9,2% e 12,1% nas internações, evidenciando grande influência de PM2.5 nas ocorrências de internações infantis por doenças respiratórias.

Carvalho, Nakazato e Nascimento (2018) e Negrisoni e Nascimento (2013) analisaram que com um aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração de NO2, o risco de internações subia até 9 e 16 pontos percentuais, respectivamente, demonstrando uma forte associação entre o NO2 e as internações por doenças respiratórias. E Castro et al., (2009) constataram que adições de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO2 implicavam em minimização de 0,23 l/min a 0,28 l/min na função respiratória média em um dia.

No estudo de Jasinski, Pereira e Braga (2011), o aumento nas médias móveis de cinco dias do ozônio ($46,7\mu\text{g}/\text{m}^3$) resultaram em adições de 2,4% nas internações. Freitas et al., (2016) concluíram que a cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do O3 os riscos relativos percentuais aumentavam 3,68. Enquanto no estudo de Castro et al., (2009), o O3 apresentou um resultado protetor, pois um acréscimo de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de O3 implicou em acréscimo de 0,2 l/min na média da função respiratória.

Freitas et al. (2016) concluíram que a cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do SO2 os riscos relativos percentuais aumentavam 5,19. E Amancio e Nascimento (2012) trouxeram que o acréscimo de $3\text{mg}/\text{m}^3$ de SO2 resultou em uma adição no risco relativo entre 8% e 14%, portanto as internações por asma apresentaram correlação positiva com SO2.

O estudo de Roman et al., (2015) fez análise de óxidos de nitrogênio (NOx) no ar, chegando aos dados de que um acréscimo de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NOx resulta em aumento de até 17% no risco de internação, concluindo que poluentes como o NOx tem uma forte associação com internações por doenças respiratórias.

Segundo a análise dos artigos, os poluentes atmosféricos advêm principalmente de grande tráfego de veículos automotivos e de grande quantidade de queimadas tanto de florestas quanto de palha de cana-de-açúcar para produção sucroalcooleira, mas podem advir também de polos petroquímicos. Sendo que crianças que residem próximo a esses emissores possuem maior risco de ter sintomas de doenças respiratórias e prejuízos na função pulmonar.

A fim de amenizar a poluição atmosférica e assim, diminuir os impactos provocados pelos poluentes na saúde da população, dos seres vivos e da natureza, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu valores médios anuais máximos de emissão de poluentes na atmosfera a serem respeitados por diversos países. Contudo, desacatando tal regulamento, corre-se o risco do surgimento de prejuízos na saúde, principalmente das crianças, como demonstra Amancio e Nascimento(2012), ao estudarem a relação das internações por asma

brônquica em indivíduos de 0 a 19 anos com PM10, SO2 e O3 na cidade de São José dos Campos, SP, constataram que os valores médios anuais do PM10 ultrapassaram os níveis aceitáveis pela OMS, sendo que valores de exposição anual maiores que 70 µg/m³ implicam em uma adição de até 15% da mortalidade. Culminando, assim, na correlação positiva para com os poluentes PM10 e SO2. Tal raciocínio faz-se também presente no estudo de Souza e Nascimento (2016), em que foi constatado que todos os poluentes, analisados na pesquisa para associação com hospitalização por pneumonia, excederam os limites impostos pela OMS. Dessa forma, sendo obtida, em conclusão, uma relação positiva.

De acordo com a legislação, que regulamenta as condições da poluição do ar, a resolução CONAMA n° 008/90 estabelece o limite máximo de emissão de poluentes do ar em fontes fixas de poluição. Nesse prisma, entretanto, Negrisola e Nascimento (2013) realizaram o estudo em Sorocaba (SP) analisando os poluentes O3, NO2 e PM10 relacionando com as internações de crianças por pneumonia. Evidenciando, em conclusão de pesquisa, uma relação positiva das variáveis, sendo que, no entanto, as concentrações de PM10 na região não foram maiores que o valor limite de 100µg/m³ recomendado pelo CONAMA. Seguindo essa perspectiva, Nascimento et al., (2006) pesquisando as emissões dos seguintes poluentes, PM10, SO2 e O3, no município de São José dos Campos (SP), evidenciou um aumento de 9,8% nas internações de crianças por disfunções respiratórias, mesmo que as médias diárias de PM10 e de SO2 estivessem abaixo dos valores das médias anuais de emissão permitidos. Assim como, Cesar, Nascimento e Carvalho Jr (2013), que verificaram a associação positiva entre exposição a PM2.5 e internações por doenças respiratórias em crianças, embora o valor médio diário de PM2.5 tenha sido 28,6 µg/m³, não superando os valores limites pela CETESB na maior parte do estudo.

Com isso, pode-se observar que muitos poluentes atmosféricos afetam diretamente a função respiratória das crianças. Os poluentes PM10, O3, NO2 e o PM 2.5 foram os mais utilizados nos estudos analisados, pois são grandes causadores de agravamento dos sintomas de doenças respiratórias, sendo responsáveis por grande parte do aumento das hospitalizações infantis, mesmo quando seus níveis médios são inferiores aos permitidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Tabela 1. Artigos analisados para essa revisão

(continua)

| AUTOR | CIDADE | ANO | PERIÓDICO | TÍTULO |
|--|---------------------|------|------------------------------|--|
| Nascimento, Peireira, Braga, Módolo, Carvalho Jr²¹ | São José dos Campos | 2006 | Revista Saúde Pública | Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP |
| Castro, Cunha, Mendonça, Junger, Cunha-Cruz e Leon²⁶ | Rio de Janeiro | 2009 | Revista Saúde Pública | Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ |
| Moraes, Ignotti, Netto, Jacobson, Castro, Hacon²⁰ | Guamaré | 2010 | Jornal de Pediatria (Rio J.) | Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos a uma indústria petroquímica no Rio Grande do Norte, Brasil |
| Riguera, Andre e Zanetta¹⁶ | Monte Aprazível | 2011 | Revista Saúde Pública | Poluição da queima de cana e sintomas respiratórios em escolares de Monte Aprazível, SP |

| | | | | |
|---|---------------------|------|---|--|
| Jasinski, Pereira e Braga²² | Cubatão | 2011 | Cadernos de Saúde Pública | Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004 |
| Amancio e Nascimento²³ | São José dos Campos | 2012 | Revista da Associação Médica Brasileira | Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais |
| Alvarez Mino e Salazar Ceballos²⁷ | Santa Marta | 2013 | Revista Española de Salud Pública | Síntomas respiratorios y función pulmonar en niños de 6 a 14 años de edad y su relación con la contaminación por material particulado PM ₁₀ en Santa Marta-Colombia |
| Negrisoni e Nascimento²⁴ | Sorocaba | 2013 | Revista Paulista de Pediatria | Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças |

Tabela 2. Artigos analisados para essa revisão

(continuação)

| | | | | |
|--|----------------|------|---|--|
| Cesar, Nascimento e Carvalho Jr²⁸ | Piracicaba | 2013 | Revista Saúde Pública | Associação entre exposição ao material particulado e internações por doenças respiratórias em crianças |
| Silva, Mattos, Ignotti e Hacon²⁹ | Cuiabá | 2013 | Revista Saúde Pública | Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias |
| Nicolussi, Santos, André, Veiga e Takayanagi¹³ | Ribeirão Preto | 2014 | Revista Saúde Pública | Poluição do ar e doenças respiratórias alérgicas em escolares |
| Roman, Carvalho, Nascimento e Cesar¹ | Taubaté | 2015 | Revista Ambiente & Água | Efeitos de poluentes do ar e doenças respiratórias utilizando dados estimados por modelo matemático. |
| Souza e Nascimento¹⁴ | Araraquara | 2016 | Revista da Associação Médica Brasileira | Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. Um estudo de série temporal |
| Freitas, Leon, Junger e Gouveia²⁵ | Vitória | 2016 | Revista Saúde Pública | Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, Espírito Santo |

| | | | | |
|---|---|------|-------------------------------|---|
| Gouveia, Corrallo, Leon, Junger, Freitas⁷ | 9 municípios da Região Metropolitana de São Paulo | 2017 | Revista Saúde Pública | Air pollution and hospitalizations in the largest Brazilian metropolis |
| Carvalho, Nakazato e Nascimento³⁰ | Ribeirão Preto | 2018 | Ciência & Saúde Coletiva | Exposição ao NO ₂ e internações por doenças respiratórias em crianças em Ribeirão Preto, SP, Brasil |
| Cesar e Nascimento¹⁵ | Piracicaba | 2018 | Sao Paulo Medical Journal | Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study |
| Machin e Nascimento¹⁷ | Cuiabá | 2018 | Cadernos de Saúde Pública | Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil |
| Moraes, Almendra, Santana e Galvani¹⁹ | São Paulo | 2019 | Cadernos de Saúde Pública | Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil |
| Menezes, Pavanitto e Nascimento¹⁸ | Cuiabá | 2019 | Revista Paulista de Pediatria | Exposição a poluentes do ar e doença respiratória em meninos e meninas |

Fonte: SciELO (2019).

Considerações Finais

Os estudos incluídos nesta revisão, consoante aos resultados apresentados em cada artigo, revelaram comprovadamente que há uma íntima relação entre a poluição atmosférica e as doenças do trato respiratório em crianças.

Nos artigos o poluente de maior gravidade relatada foi a partícula PM₁₀ responsável por significativos aumentos na hospitalização de crianças expostas, como também a maioria dos estudos analisou que mesmo as taxas de emissão estando abaixo das limitadas por órgãos ligados ao ambiente, os danos causados ao trato respiratório eram consideravelmente altos. Assim, é possível afirmar que, diante de tal revisão, a exposição a poluição atmosférica contribui para o aumento da mortalidade e morbidade por doenças respiratórias na infância.

Sendo que além da fiscalização das exigências legais existentes no Brasil ser falha, foi possível chegar à conclusão que os limites máximos de emissão estabelecidos em lei não levam em conta a nocividade dos poluentes a saúde respiratória infantil.

Por meio desta revisão, portanto, pode-se afirmar que apesar da diminuição do crescimento do número de indústrias no século XXI e da criação de leis que tornaram obrigatório a utilização de filtros pelas indústrias e automóveis que liberam gases no ambiente, os atuais níveis de poluição continuam a ser danosos para a saúde do trato respiratório, destacando também a contribuição das queimadas, que vem aumentando em número atualmente, para tal dano. Assim, o presente estudo é de grande importância, tendo em vista seu conteúdo de alarme com relação a saúde respiratória e a qualidade do ar.

Referências

AMANCIO, C. T.; NASCIMENTO, L. F. C. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. **Revista Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 302-307, 2012.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senador Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 005/1989** - "Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar - PRONAR". Data da legislação: 15/06/1989 - Publicação DOU, de 25/08/1989, págs. 14713-14714. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 1989.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 018/1986** - "Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE". - Data da legislação: 06/05/1986 - Publicação DOU, de 17/06/1986, págs. 8792-8795. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 1986.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 008/1990** - "Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR" - Data da legislação: 06/12/1990 - Publicação DOU, de 28/12/1990, pág. 25539. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 1990.

CARVALHO, P. C.; NAKAZATO, L. F.; NASCIMENTO, L. F. C. Exposição ao NO₂ e internações por doenças respiratórias em crianças em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Ciência saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 8, p. 2515-2522, 2018.

CASTRO, H. A. de; GOUVEIA, N.; ESCAMILLA-CEJUDO, A. J. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.6, n.2, 2003.

CASTRO, H. A. de; CUNHA, M. F. da; MENDONÇA, G. A. e S.; JUNGER, W. L.; CUNHA-CRUZ, J.; LEON, A. P. de. Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 26-34, 2009.

CESAR, A. C. G.; NASCIMENTO, L. F. C.; CARVALHO JR, J. A. de. Associação entre exposição ao material particulado e internações por doenças respiratórias em crianças. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 1209-1212, 2013.

CESAR, A. C. G.; NASCIMENTO, L. F. C. Coarse particles and hospital admissions due to respiratory diseases in children. An ecological time series study. **São Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 136, n. 3, p. 245-250, 2018.

CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; AKERMAN, M. Doenças respiratórias agudas: um estudo das desigualdades em saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 55-69, jan. 2008.

COSTA, P. C.; MIRANDA, J. D. O. F.; SOUZA, K. A. O. Assistência pré-hospitalar pediátrica realizada pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU). **Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental online**, v. 5, n. 4, p. 614-621, 2013.

DUCHIADE, M.P. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública** [online], v. 8, n. 3, pp. 311-330, 1992.

FRAUCHES, D. O.; LOPES, I. B. C.; GIACOMIN, H. T. A.; PACHECO, J. P. G.; COSTA, R. F.; LOURENÇO, C. B. Doenças respiratórias em crianças e adolescentes: um perfil dos atendimentos na atenção primária em Vitória/ES. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 12, n. 39, p. 1-11, 2017.

FREITAS, C. U. de; LEON, A. P. de; JUNGER, W.; GOUVEIA, N. Poluição do ar e impactos na saúde em Vitória, Espírito Santo. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 50, 4, 2016.

GOUVEIA, N.; CORRALLO, F. P.; LEON, A. C. P. de; JUNGER, W.; FREITAS, C. U. de. Air pollution and hospitalizations in the largest Brazilian metropolis. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, 117, 2017.

JASINSKI, R.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, p. 2242-2252, 2011.

MACHIN, A. B.; NASCIMENTO, L. F. C. Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, e00006617, 2018.

MENEZES, R. A. de M.; PAVANITTO, D. R.; NASCIMENTO, L. F. C. EXPOSIÇÃO A POLUENTES DO AR E DOENÇA RESPIRATÓRIA EM MENINOS E MENINAS. **Revista Paulista de pediatria**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 166-172, 2019.

MINO, L. A. CEBALLOS A. S. Respiratory Symptoms and Lung Function in Children Aged 6-14 Years and Their Relationship with Particulate Matter PM10 in Santa Marta, Colombia. **Revista Española de Salud Pública**, Madrid, v. 87, n. 3, p. 239-246, 2013.

MORAES, A. C. L. de; IGNOTTI, E.; NETTO, P. A.; JACOBSON, L. da S. V.; CASTRO, H.; HACON, S. de S. Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos a uma indústria petroquímica no Rio Grande do Norte, Brasil. **Jornal de Pediatria** (Rio J.), Porto Alegre, v. 86, n. 4, p. 337-344, 2010.

MORAES, S. L. de; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 7, e00101418, 2019.

NASCIMENTO, L. F. C.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; MÓDOLO, M. C. C.; CARVALHO JR, J. A. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2006.

NATALI, R. M. de T.; SANTOS, D. S. P. S. dos; FONSECA, A. M. C. da; FILOMENO, G. C. de M.; FIGUEIREDO, A. H. A.; TERRIVEL, P. M.; MASSONI, K. M.; BRAGA, A. L. F. Hospital admissions due to respiratory diseases in children and adolescents of São Paulo city, 2000-2004. **Rev. paul. pediatr.**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 584-590, Dec. 2011.

NEGRISOLI, J.; NASCIMENTO, L. F. C. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. **Revista paulista de pediatria**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 501-506, 2013.

NICOLUSSI, F. H.; SANTOS, A. P. M. dos; ANDRÉ, S. C. da S.; VEIGA, T. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Poluição do ar e doenças respiratórias alérgicas em escolares. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 326-330, 2014.

RIGUERA, D.; ANDRE, P. A.; ZANETTA, D. M. T. Poluição da queima de cana e sintomas respiratórios em escolares de Monte Aprazível, SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 878-886, 2011.

ROMAN, V. V. L.; CARVALHO JR, J. A. de; NASCIMENTO, L. F.; CESAR, A. C. G. Efeitos de poluentes

do ar e doenças respiratórias utilizando dados estimados por modelo matemático. **Revista Ambiental Água**, Taubaté, v. 10, n. 4, p. 825-831, 2015.

SILVA, A. M. C. da; MATTOS, I. E.; IGNOTTI, E.; HACON, S. de S. Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 345-352, 2013.

SOUZA, L. S. V. de; NASCIMENTO, L. F. C. Air pollutants and hospital admission due to pneumonia in children: a time series analysis. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 151-156, 2016.

Recebido em 3 de setembro de 2021.

Aceito em 19 de janeiro de 2021.