



Revista de Saúde Pública

ISSN: 0034-8910

revsp@usp.br

Universidade de São Paulo

Brasil

Moura, Marisa; Leite Junger, Washington; Mendonça, Gulnar Azevedo e Silva; Ponce De Leon, Antonio

Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças

Revista de Saúde Pública, vol. 42, núm. 3, junio, 2008, pp. 503-511

Universidade de São Paulo

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67240168016>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Marisa Moura<sup>I</sup>

Washington Leite Junger<sup>II</sup>

Gulnar Azevedo e Silva  
Mendonça<sup>II</sup>

Antonio Ponce De Leon<sup>II</sup>

# Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças

## Air quality and acute respiratory disorders in children

### RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar a relação entre poluição do ar e efeitos respiratórios agudos em crianças.

**MÉTODOS:** Foi realizado um estudo ecológico de séries temporais em três unidades públicas de saúde do bairro de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro, entre abril de 2002 e março de 2003. Foram analisados dados diários de PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>, e como variáveis de desfecho 45.595 atendimentos pediátricos de emergência por sintomas respiratórios ou específicos por transtornos nas vias aéreas superiores e nas vias aéreas inferiores. Foram incluídas no modelo para controle de confundimento as variáveis referentes à tendência temporal, sazonalidade, temperatura, umidade relativa do ar, precipitação de chuva, infecções respiratórias e os efeitos do calendário (como feriados e finais de semana). Foi empregada a regressão de Poisson via modelos aditivos generalizados para estimar os efeitos dos poluentes e dos fatores de confusão.

**RESULTADOS:** Somente o O<sub>3</sub> apresentou resultado positivo e estatisticamente significativo, tanto com todos os atendimentos de emergência por queixas respiratórias como com os atendimentos motivados por sintomas nas vias aéreas inferiores. O efeito foi no mesmo dia da exposição (*lag 0*). Associação significativa e de sentido inverso ocorreu com o CO e os atendimentos pediátricos por queixas respiratórias. Não se observou resultado significativo com os demais poluentes atmosféricos.

**CONCLUSÕES:** Foram encontradas associações entre indicadores de poluição atmosférica e o número de atendimentos pediátricos de emergência por motivos respiratórios em Jacarepaguá, apesar de os níveis de todos os poluentes monitorados permanecessem abaixo dos limites recomendados durante todo o período de estudos.

**DESCRITORES:** Criança. Poluição do Ar. Poluentes do Ar, efeitos adversos. Doenças Respiratórias, epidemiologia. Estudos Ecológicos.

<sup>I</sup> Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>II</sup> Instituto de Medicina Social. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**Correspondência | Correspondence:**

Marisa Moura  
Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana  
Escola Nacional de Saúde Pública  
Fundação Oswaldo Cruz  
R. Leopoldo Bulhões 1480  
21041-210 Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: moura@ensp.fiocruz.br

Recebido: 8/1/2007

Revisado: 11/10/2007

Aprovado: 3/1/2008

---

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To assess the relationship between air pollution and acute respiratory disorders in children.

**METHODS:** A time series ecological study was carried out in three public health posts in a region of the city of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil), between April 2002 and March 2003. Data for PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and O<sub>3</sub> were analyzed daily and as closure variables, a total of 45,595 emergency pediatric consultations for respiratory symptoms or specifically for disorders in the upper and lower airways. To control for confounders, other variables were included in the model including those relating to weather, seasonality, temperature, relative air humidity, rain volume, respiratory infections and the calendar effects (such as holidays and weekends). A Poisson regression was applied using generalized counting models to estimate the effects of pollutants and confusing factors.

**RESULTS:** Only O<sub>3</sub> had a positive and statistically significant effect, both among emergency consultations for respiratory problems and consultations for symptoms relating to the lower airways. Effect and exposure occurred on the same day (lag 0). A significant negative association was found with CO and pediatric consultations for respiratory complaints. Other air pollutants were not found to have a significant effect.

**CONCLUSIONS:** There were found associations between outdoor air pollution and the number of emergency pediatric consultations for respiratory problems in the studied area, in spite of the fact that the levels of all pollutants monitored during the study period were below recommended levels.

**DESCRIPTORS:** Child. Air Pollution. Air Pollutants, adverse effects. Respiratory Tract Diseases, epidemiology. Ecological Studies.

---

## INTRODUÇÃO

Persistem as lacunas na compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos nas doenças respiratórias infantis, representando desafio para pesquisadores de todo o mundo. A exposição a componentes do ar ambiental – incluindo microorganismos, alérgenos e poluentes atmosféricos – e as características próprias dos indivíduos expostos são determinantes nas manifestações clínicas.

Atualmente, gases e partículas ultrafinas provenientes da queima parcial de combustíveis fósseis em veículos automotivos, principalmente o diesel, são os fatores responsáveis pela maior prevalência de asma brônquica e outras doenças alérgicas em populações residentes em áreas mais poluídas.<sup>18</sup>

O interesse na elucidação da relação entre os poluentes do ar e morbidades respiratórias infantis surgiu no final do século passado. Efeitos nocivos da poluição do ar foram encontrados em Ciudad Juarez,<sup>15</sup> México,<sup>22</sup> Londres,<sup>1</sup> Havana<sup>20</sup> e Atlanta,<sup>19</sup> onde o desfecho foi o número de atendimentos pediátricos de emergência por queixas respiratórias. Resultados semelhantes

foram vistos no Brasil, na cidade de São Paulo<sup>4,6,16</sup> e em Curitiba.<sup>2</sup> A pouca consistência da magnitude e significância estatística dos resultados desses estudos podem ser parcialmente explicadas pelas diferenças nas metodologias adotadas, seja na aferição dos poluentes, nas características do efeito na saúde ou na sofisticação do modelo estatístico utilizado.

Poucos estudos epidemiológicos focalizaram as porções superiores das vias respiratórias como sede dos efeitos nocivos da poluição do ar, embora tenham elevada prevalência na população infantil e serem freqüentes os diagnósticos de sinusite, faringite, rinite alérgica e gripe em unidades básicas de saúde.

A maioria dos estudos sobre os efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde foi conduzida nos países mais desenvolvidos, localizados no hemisfério norte. Em geral, esses países apresentam características meteorológicas, composição físico-química dos poluentes e perfis socioeconômicos bastante distintos das demais regiões do planeta, impedindo, assim, a extração dos resultados para outros locais.

O Rio de Janeiro é a segunda cidade brasileira com maior número de habitantes. Pouco se sabe sobre a influência dos poluentes do ar nos problemas respiratórios da população, especialmente a infantil.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar associações de curto prazo entre os níveis de poluentes atmosféricos e os atendimentos médicos de emergência de crianças por distúrbios respiratórios no município do Rio de Janeiro.

## MÉTODOS

Estudo ecológico a partir de séries temporais com indicadores diários de saúde, poluentes atmosféricos e fatores meteorológicos.

Foram incluídas todas as crianças com idades entre um mês e 12 anos atendidas com sintomas respiratórios agudos nos setores de emergência de três hospitais públicos no período de 1º de abril de 2002 a 31 de março de 2003. Independentemente da gravidade do problema, as consultas pediátricas nesses hospitais se davam no mesmo dia em que eram solicitadas. Essas crianças residiam na região administrativa de Jacarepaguá (exceto no bairro de Vila Valqueire, por ser muito distante dos demais) ou na Cidade de Deus, contígua a Jacarepaguá, na zona oeste do município do Rio de Janeiro.

A região do estudo corresponde a uma área de 127,82 km<sup>2</sup>, onde a circulação do ar é dificultada pelos maiores de Pedra Branca e da Tijuca, a oeste e a leste, respectivamente. Os motivos para seleção da região foram: disponibilidade de monitor automático que mede os principais poluentes atmosféricos de forma ininterrupta, e a rede pública de unidades de saúde com diferentes graus de complexidade que atende uma grande população infantil.

Diariamente, um corpo de profissionais previamente treinados selecionava as fichas de atendimento dos pacientes que atendiam aos critérios de inclusão nas unidades de saúde. Após esta etapa, a presença dos sinais, sintomas ou diagnósticos respiratórios era assinalada em um instrumento próprio, com campos específicos para freqüentes causas respiratórias de atendimentos pediátricos de emergência como gripe, otite, irritação nos olhos, tosse e asma. Além dessas, os motivos das consultas podiam ser classificados como: doenças das vias aéreas superiores, doenças das vias aéreas inferiores e/ou infecções respiratórias agudas. A criação desse instrumento foi necessária porque os registros dos médicos não mencionavam a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID) ou qualquer outra classificação dos sintomas e diagnósticos clínicos que permitisse

a uniformização dos dados. Dessa forma, todos os distúrbios respiratórios assinalados foram agrupados segundo a sua localização nas vias aéreas.

As concentrações ambientais de material particulado com volume aerodinâmico de até 10 micrômetros (PM10), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e ozônio (O<sub>3</sub>) foram extraídas dos registros de um monitor automático, operado pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA). Dados diários das condições meteorológicas, umidade relativa e temperatura foram aferidos na base aérea do Campo dos Afonsos, próximo à região de estudo. Foram consideradas as informações meteorológicas do dia do atendimento (D0), do dia anterior (D1) e de dois dias anteriores (D2). Os efeitos cumulativos foram verificados pela média de dois ou três dias (M01, M12, M012). O volume diário de chuvas foi representado pela média aritmética dos volumes diárias de três estações de monitoramento.

Falhas no monitoramento dos poluentes em Jacarepaguá durante o curso do estudo causaram lacunas nos registros das concentrações tanto em dias isolados como em vários dias consecutivos. Assim, no total, houve o monitoramento de 246 dias de PM10, 201 dias de NO<sub>2</sub>, 244 dias de CO, 237 dias de O<sub>3</sub> e de 194 dias de SO<sub>2</sub>. O SO<sub>2</sub> foi excluído da análise devido à redução de informação sobre este elemento e os baixos níveis aferidos na região durante o período do estudo. Para os demais poluentes, foi realizada a imputação de dados quando as falhas ocorreram em períodos curtos ou em dias isolados. Desta forma, o período total de estudos ficou restrito a 262 dias, excluindo-se três extensos períodos: 8 a 30/4/2002, 1/12/2002 a 15/1/2003 e 10/2 a 16/3/2003. O período total foi menor para o NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> porque eram medidos somente nas estações de Jacarepaguá e do Centro. Portanto, a imputação dos dados do monitor de Jacarepaguá dependia unicamente da estação do Centro. Porém, em alguns dias, ambas estavam fora de funcionamento.

O procedimento de imputação dos dados seguiu metodologia<sup>a</sup> onde as estimativas obtidas são explicadas pela correlação espacial entre os níveis ambientais de um poluente em diferentes monitores e pela autocorrelação de seus níveis, no mesmo monitor, ao longo do tempo. Além dos índices diários aferidos no monitor localizado em Jacarepaguá, foram utilizadas informações provenientes dos monitores da rede da FEEMA (Centro) e da Secretaria Municipal do Meio Ambiente localizados nos bairros de São Cristóvão, Tijuca, Centro e Copacabana. A boa correlação entre os valores dos poluentes ambientais coletados em Jacarepaguá e nas outras regiões da cidade possibilitou a utilização do método.

<sup>a</sup> Junger WL, Narcisa MS, Ponce de Leon A. Imputação de Dados Faltantes em Séries Temporais Multivariadas Via Algoritmo EM. Cadernos do IME, Série Estatística. 2003;15:8-21.

Foi empregada a regressão de Poisson via modelos aditivos generalizados (MAG)<sup>14</sup> para estimar os efeitos dos poluentes e dos fatores de confusão. Essa abordagem permite que efeitos não lineares sejam ajustados de forma adequada por meio de funções não paramétricas. Os modelos foram gerados utilizando-se o programa S-Plus versão 6. A tendência temporal e a sazonalidade, bem como os efeitos das variáveis meteorológicas, foram ajustados com a utilização de *spline*,<sup>13</sup> que são funções suaves dos dados.

A influência dos dias de semana, dos finais de semana, dos feriados, dos dias entre os feriados e os finais de semana e dos dias de jogos do Brasil na Copa do Mundo de 2002 foi controlada com a inclusão de variáveis indicadoras no modelo estatístico. O mesmo procedimento foi adotado para outros dias em que não houve atendimento pediátrico ou em que as fichas de atendimento foram extraviadas. A ocorrência desses eventos não dependeu das concentrações ambientais dos poluentes.

Infecções respiratórias podem confundir a associação dos poluentes do ar e os atendimentos médicos por queixas respiratórias.<sup>9,18</sup> Entretanto, devido à ausência desta informação, os dados sobre admissões hospitalares pediátricas por pneumonia, obtidos diretamente dos arquivos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (Datasus), foram utilizados no controle das infecções respiratórias agudas. Foram considerados os diagnósticos das pneumonias, J12 a J18 da CID-10. O controle dos períodos epidêmicos se deu com a aplicação de polinômios cúbicos para cada período, em vez das usuais variáveis indicadoras. Essa estratégia permite não só o ajuste dos efeitos como também a observação do gradual aumento e declínio das epidemias de infecções respiratórias.<sup>5</sup>

Pode haver um período de latência entre a exposição aos poluentes ambientais e o aparecimento de sintomas respiratórios agudos. Portanto, foram investigados os efeitos no aparelho respiratório associados aos níveis de poluição no dia da consulta (D0) e também nos três dias anteriores (D1, D2, D3). O efeito cumulativo foi avaliado com as médias móveis dos níveis dos poluentes de dois a sete dias (mm2, mm3, mm4, mm5, mm6, mm7).

Os efeitos estimados são os riscos relativos (RR) correspondentes a aumento de 1000 µg/m<sup>3</sup> nos níveis de CO e de 10 µg/m<sup>3</sup> nos demais poluentes. Para interpretação dos resultados, os RR foram convertidos para aumentos percentuais. O nível de significância de 5% foi adotado em todas as análises.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

## RESULTADOS

Os três hospitais prestaram 45.595 atendimentos médicos de emergência por distúrbios respiratórios no período estudado. Foram registrados 17.477 diagnósticos ou sintomas das vias aéreas inferiores e 28.754 das vias aéreas superiores; várias crianças apresentavam sintomas localizados tanto na porção superior como na porção inferior das vias respiratórias.

As concentrações médias diárias de PM10, CO, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> não ultrapassaram os limites diários recomendados pela Comissão Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): 150µg/m<sup>3</sup> para as partículas inaláveis, média de oito horas de 10.000µg/m<sup>3</sup> (9 ppm) para CO, média horária de 160µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> e de 320µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub>.

**Tabela 1.** Análise descritiva das variáveis ambientais e de saúde. Rio de Janeiro, RJ, 2002-2003.

Variável	N	% imp	média	dp	min	p25	p50	p75	máx
VAS e VAI	365	0	126,54	38,85	40	99	123,5	156	218
VAI	365	0	51,03	21,38	10	35	48	64,75	135
VAS	365	0	81,1	28,69	14	62	79,5	97,75	166
Temp.mínima	365	0	22,14	2,97	15	19,8	22,5	24,4	28,6
Temp. média	365	0	26,31	3,08	18,01	24,34	26,36	28,64	32,7
Temp. máxima	365	0	31,16	4,04	19	29	31,3	34	40
Umidade (%)	365	0	76,42	8,11	52,58	70,75	76,37	81,54	95,5
Chuva (mm)	365	0	3,59	10,30	0	0	0	0,72	76,87
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	262	6,1	34,67	12,49	11,22	25,65	32,82	41,53	79,04
CO (1000 µg/m <sup>3</sup> )	262	6,9	1,37	0,34	0,35	1,17	1,39	1,6	2,38
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	250	19,6	62,78	32,96	9,6	38,5	59	81,45	209,8
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	248	4,4	36,78	21,75	4	19,87	31,85	50,17	123,9

% imp: percentagem de dados imputados

dp: desvio-padrão

p: percentil

VAI: vias aéreas inferiores

VAS: vias aéreas superiores

**Tabela 2.** Aumento percentual e intervalo de confiança de 95% dos atendimentos pediátricos de emergência por sintomas respiratórios relacionados ao ozônio. Rio de Janeiro, RJ, 2002-2003.

Localização	Poluente	Lag	Aum %	IC 95%	p
Vias respiratórias	O <sub>3</sub>	0	1,40	0,03;2,79	0,05
Vias aéreas inferiores	O <sub>3</sub>	0	2,65	0,69;4,64	0,007

Aum %: aumento percentual

Quanto ao número de atendimentos pediátricos, observou-se evidente crescimento no início dos meses de clima mais frio. Houve aumento dos atendimentos totais e dos atendimentos por sintomas nas vias aéreas superiores no início de outubro.

A Tabela 1 mostra as análises descritivas das variáveis de saúde e do ambiente. As médias aritméticas diárias de cada poluente expressam os indicadores de exposição diária.

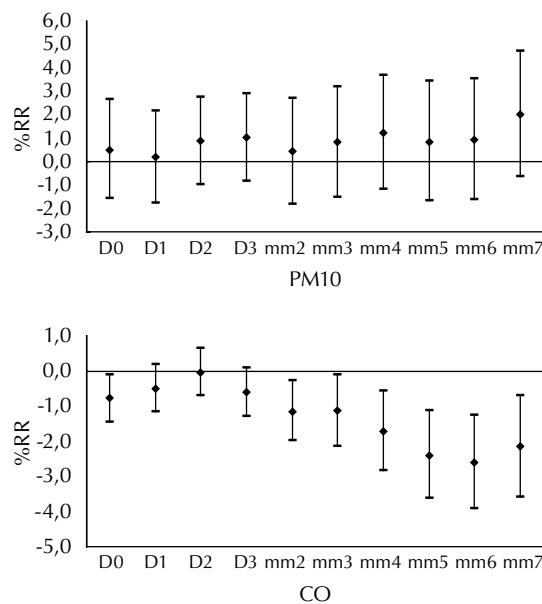
Os coeficientes de correlação de Pearson entre os poluentes foram estatisticamente significativos e positivos, com exceção do valor negativo entre CO e O<sub>3</sub>.

O O<sub>3</sub> foi o único poluente significativamente associado com maior número de atendimentos por sintomas respiratórios. A Tabela 2 apresenta os efeitos positivos e estatisticamente significativos relacionados ao O<sub>3</sub>. A maior demanda por atendimento médico ocorreu no mesmo dia da exposição ao O<sub>3</sub> (lag 0) e não persistiu nos dias subsequentes.

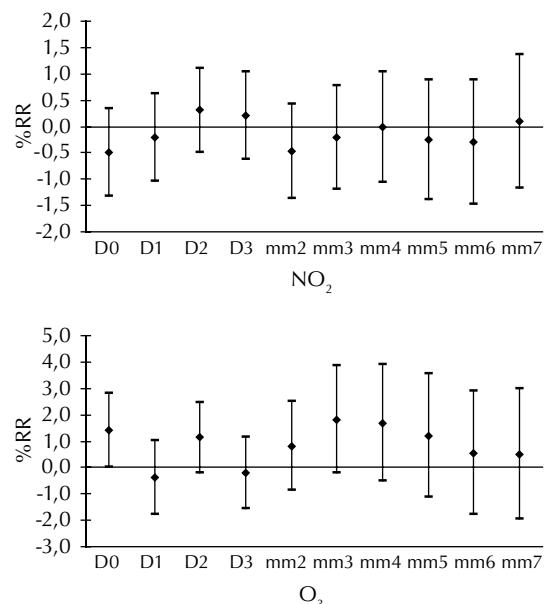
As representações gráficas das variações percentuais e respectivos intervalos de confiança dos atendimentos pediátricos são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. Além do O<sub>3</sub>, associação estatisticamente significativa também foi observada com o CO, embora negativa.

## DISCUSSÃO

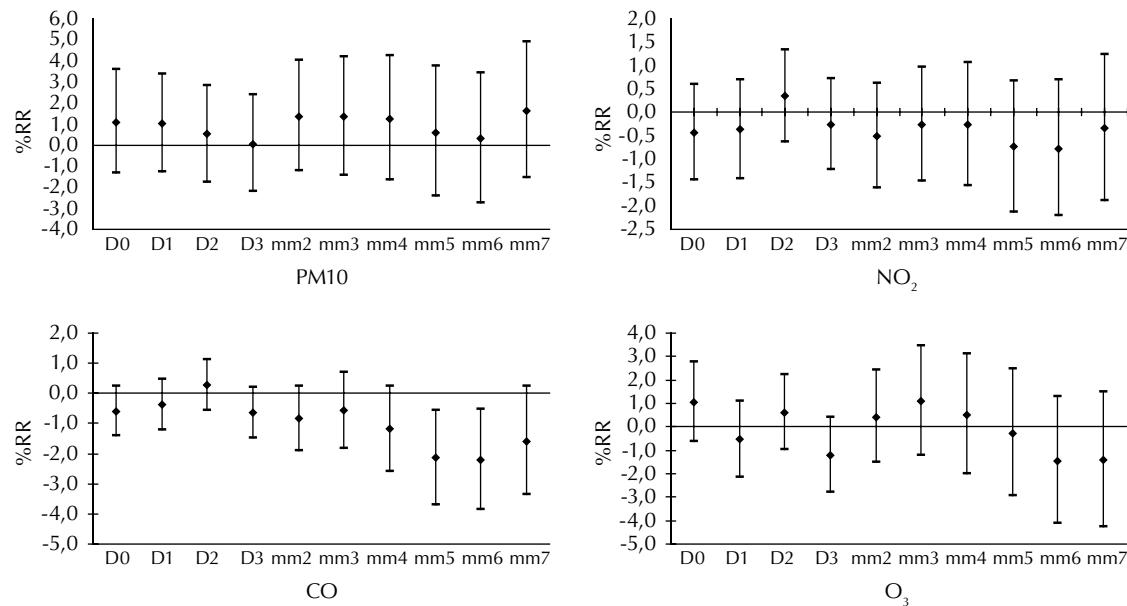
Durante o período de estudo, apenas o O<sub>3</sub> foi associado ao aumento estatisticamente significativo do número de atendimentos pediátricos de emergência por queixas respiratórias, no mesmo dia da exposição. Esse efeito foi evidente nos modelos que incluíam todos os atendimentos pediátricos por causa respiratória e naqueles que continham apenas sintomas nas vias respiratórias inferiores. Apesar do rigor na coleta e na análise dos dados de saúde, esses resultados devem ser vistos



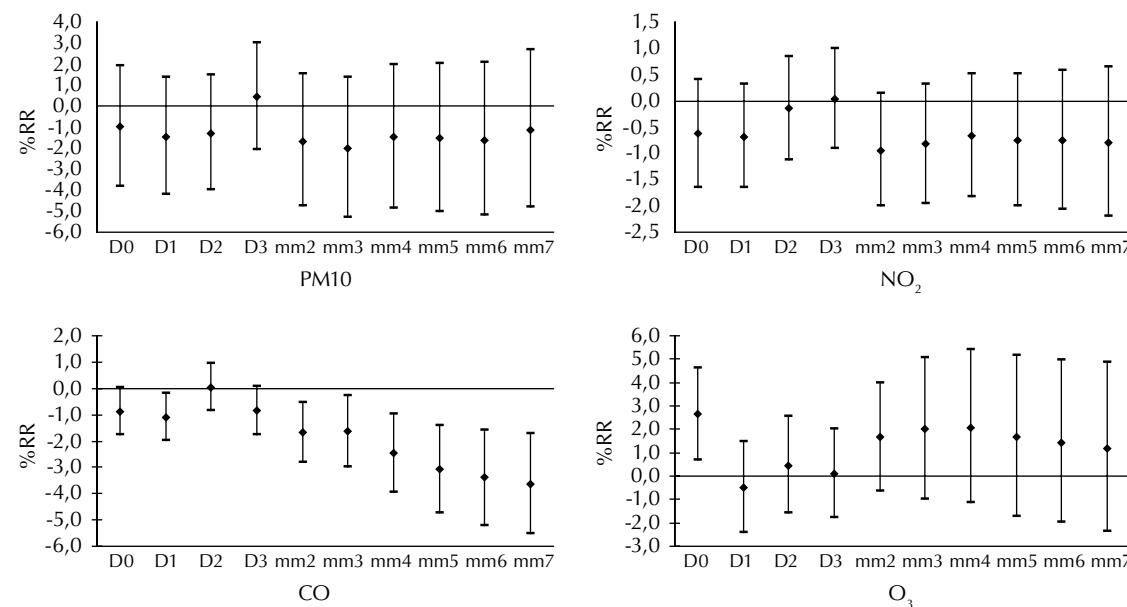
D0: mesmo dia da exposição  
D1: após 1 dia da exposição  
D2: após 2 dias da exposição  
mm2: média móvel das concentrações dos poluentes de 2 dias  
mm3: média móvel das concentrações dos poluentes de 3 dias  
mm4: média móvel das concentrações dos poluentes de 4 dias  
mm5: média móvel das concentrações dos poluentes de 5 dias  
mm6: média móvel das concentrações dos poluentes de 6 dias  
mm7: média móvel das concentrações dos poluentes de 7 dias



**Figura 1.** Variação percentual e intervalos de confiança de 95% dos atendimentos pediátricos por sintomas respiratórios segundo aumento das concentrações dos poluentes atmosféricos em cada dia do período de defasagem considerado e a média móvel. Rio de Janeiro, RJ, 2002-2003.



**Figura 2.** Variação percentual e intervalos de confiança de 95% dos atendimentos pediátricos por sintomas nas vias aéreas superiores segundo aumento das concentrações dos poluentes atmosféricos em cada dia do período de defasagem considerado e a média móvel. Rio de Janeiro, RJ, 2002-2003.



**Figura 3.** Variação percentual e intervalos de confiança (95%) dos atendimentos pediátricos por sintomas nas vias aéreas inferiores segundo aumento das concentrações dos poluentes atmosféricos em cada dia do período de defasagem considerado e a média móvel. Rio de Janeiro, RJ, 2002-2003.

com cautela, principalmente pela expressiva redução do número de observação dos poluentes atmosféricos durante o período do estudo.

Além do O<sub>3</sub>, os efeitos de outros poluentes atmosféricos, ainda que de pequena magnitude, poderiam ter sido evidenciados caso as falhas no monitoramento não tivessem incluído longos intervalos. Também, a princípio, o mecanismo fisiológico da respiração não é

consistente com uma resposta do organismo a agressões agudas que causem manifestações clínicas durante um período restrito a 24 h, a menos que os efeitos sejam de muito pouca intensidade. Em estudos epidemiológicos semelhantes, a maior demanda aos serviços de emergência permaneceu durante alguns dias.<sup>15,19</sup> Por outro lado, os níveis ambientais de O<sub>3</sub> mantiveram-se baixos, sendo possível que o efeito do aumento da

exposição tenha sido imediato, pouco expressivo e de rápida resolução. Dessa maneira, é razoável que esta associação seja verdadeira.

Os componentes atmosféricos em uma região geográfica limitada, em geral, têm origem comum e possuem elevada relação linear. A maior correlação de Pearson (0,33) foi observada entre os poluentes PM10 e CO, porém, resultado negativo ocorreu entre o O<sub>3</sub> e o CO. As características das emissões de poluentes na atmosfera em Jacarepaguá podem justificar, ao menos em parte, à reduzida colinearidade. Jacarepaguá é uma região onde as características topográficas dificultam a circulação do ar e a contribuição do grande parque industrial não pode ser desprezada. Segundo dados do Cadastro das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, o número de estabelecimentos industriais no local é maior do que 200. O inexpressivo perfil urbano de Jacarepaguá é corroborado por ser uma das regiões menos urbanizadas do município do Rio de Janeiro e pela grande extensão de áreas verdes.

As lacunas no monitoramento da qualidade do ar foram causadas por falhas operacionais e não estavam relacionadas com os níveis dos poluentes, o que indica a não existência de viés da mensuração da exposição. Entretanto, o excesso de dias contínuos excluídos pode ter causado erro sistemático na estimativa dos efeitos. A magnitude desse erro é incerta devido ao desconhecimento do comportamento dos poluentes nos períodos excluídos. Todavia, algumas considerações são importantes. As concentrações ambientais do O<sub>3</sub> são geralmente maiores no verão, quando é maior a emissão de luz ultravioleta. Embora 80 dias do verão tivessem sido excluídos, o O<sub>3</sub> estava associado à maior demanda de atendimentos respiratórios. Apesar das freqüentes interrupções no monitoramento, a série temporal do O<sub>3</sub> sugere duas hipóteses: a) o pico no nível ambiental do O<sub>3</sub> ocorrido durante o inverno (e também do seu precursor, o NO<sub>2</sub>) causou elevação na exposição, capaz de produzir efeitos respiratórios nas crianças mais susceptíveis; (b) os crescentes níveis do O<sub>3</sub> ao final da primavera persistiram nos meses de verão e determinaram a maior procura às unidades de saúde. Entretanto, a suspensão do monitoramento no início do verão durante um longo período, impediu a observação de um possível efeito mais relevante e com maior significado estatístico.

As intensidades dos efeitos sugerem que os poluentes ambientais não causaram grande impacto no aparelho respiratório da população infantil, e que a grande demanda pelas consultas por motivos respiratórios durante o período de estudos pode ser atribuída a outros fatores de risco, como infecções e alergias. É possível também que desfechos que envolvam atendimentos médicos de emergência não sejam adequados para estimar associações com os poluentes atmosféricos.

Segundo alguns autores,<sup>13</sup> as doenças das vias respiratórias em geral são grupos bastante heterogêneos de patologias, especificamente aquelas das porções inferiores. Os efeitos das doenças que possuem associações mais específicas com o O<sub>3</sub> poderiam ficar diluídos, como a asma brônquica, hipótese que justificaria as poucas evidências do envolvimento do O<sub>3</sub> com este desfecho. Mesmo assim, o O<sub>3</sub> estava associado ao maior número de consultas pediátricas em alguns estudos epidemiológicos em que hospitalização ou atendimentos pediátricos de emergência por causa respiratória foi a variável dependente, sem a indicação de um diagnóstico específico. Em Santiago, no Chile, verificou-se um aumento de 5,4% nas consultas pediátricas de emergência por doenças respiratórias para aumento de 50 ppb de O<sub>3</sub>.<sup>17</sup> Na cidade de São Paulo, as admissões hospitalares diárias infantis por sintomas respiratórios e especificamente por pneumonias foram acrescidas em 5% e 8%, respectivamente, para aumento dos níveis de O<sub>3</sub>.<sup>10</sup> Em Ciudad Juarez, no México, verificou-se um aumento de 3% nas consultas de emergência por enfermidades respiratórias após aumento de 20 ppb de O<sub>3</sub>.<sup>15</sup>

Em diversos estudos epidemiológicos, o O<sub>3</sub> figurou entre os poluentes atmosféricos associados com atendimentos pediátricos de emergência por sintomas respiratórios agudos característicos de asma brônquica que surgiram até um ou dois dias após a exposição aos poluentes.<sup>7,21</sup> Os resultados do presente estudo foram semelhantes tanto quanto ao envolvimento do O<sub>3</sub> quanto à temporalidade dos efeitos, sendo possível supor que o diagnóstico de asma brônquica tenha sido freqüente em muitas crianças que apresentavam sintomas localizados nas vias aéreas inferiores.

A relação entre a exposição a O<sub>3</sub> e os eventos respiratórios não parece seguir um padrão linear. Para alguns autores, a observação de atenuação dos sintomas em humanos e em animais após repetidas exposições crônicas a baixas concentrações indica um nível de tolerância ou adaptação.<sup>7</sup> Para outros, mesmo em concentrações consideradas seguras, o O<sub>3</sub> pode causar efeitos adversos à saúde.<sup>3</sup> Dessa forma, é complexa a suposição de que os efeitos respiratórios poderiam ter sido observados, caso não tivessem ocorrido interrupções no monitoramento dos poluentes durante o período de estudos.

Embora não cause lesões aparentes, o CO é um indicador da presença de substâncias geradas pela combustão de partículas<sup>8</sup> e pela queima de combustíveis fósseis não monitoradas usualmente, como hidrocarbonetos e partículas finas. Por esse motivo, o efeito negativo do CO em todos os desfechos não é facilmente justificável.

A associação entre poluentes atmosféricos e transtornos nas vias respiratórias superiores tem sido pouco investigada e ainda é passível de discussão. Em estudo<sup>16</sup> realizado na cidade de São Paulo, os autores encontraram aumentos estatisticamente significativos

destes transtornos respiratórios associados com PM10 e O<sub>3</sub>. Em Londres,<sup>12</sup> o aumento das concentrações de SO<sub>2</sub> foi encontrado associado ao acréscimo de 24,5% no número de consultas pediátricas por rinite alérgica após quatro dias da exposição. Também foi encontrada associação entre aumento de O<sub>3</sub> e acréscimo de 37,6% no número de consultas, quando medidos no dia da consulta e nos três dias anteriores. Associações mais consistentes, alguns dias após a exposição, foram justificadas pela natureza não emergencial do quadro alérgico.<sup>12</sup> Em outro estudo, utilizando os mesmos dados ambientais e de saúde, excluindo o diagnóstico de rinite alérgica, somente o SO<sub>2</sub> apresentou uma associação consistente, principalmente nos meses de clima frio.<sup>11</sup>

No presente estudo, embora sintomas nas porções superiores das vias respiratórias estivessem presentes em muitas consultas, não foi observada associação com os indicadores ambientais de poluição. Talvez, a gravidade dos distúrbios nas vias aéreas superiores associados à exposição aos poluentes atmosféricos na população, mesmo nas crianças menores, não tenha sido suficiente para justificar maior demanda às unidades de emergência.

Dois picos são identificados nas séries temporais dos atendimentos médicos por transtornos nas vias respiratórias superiores, correspondentes ao início do inverno e a primavera. Durante o inverno, distúrbios vasoespásticos na mucosa nasal e o maior tempo de permanência em ambientes fechados facilitam a maior incidência de infecções respiratórias. Na primavera, em muitas regiões, a polinização torna as crianças sensíveis mais propensas ao surgimento de sintomas respiratórios alérgicos. Porém, não há registros sistemáticos da distribuição ambiental de pólens no Rio de Janeiro, e

as informações acerca das características das florações são controversas. Assim, não foi possível estimar a interferência deste alérgeno no presente estudo.

Situações adversas próprias aos atendimentos médicos em setores de emergência facilitam a ocorrência de viés de informação e impressões médicas iniciais incorretas. Para minimizar esse efeito, no estudo realizado na cidade de São Paulo por Lin et al.,<sup>16</sup> os diagnósticos clínicos foram estabelecidos por mais de um profissional de saúde. Por outro lado, os atendimentos médicos de emergência não estão limitados pela disponibilidade de leitos hospitalares.

Apesar da adoção de medidas preventivas, como treinamento e supervisão dos técnicos encarregados dos trabalhos de campo, pode ter ocorrido erro de classificação dos diagnósticos, uma vez que não são classificados de acordo com a CID-10 nas unidades de saúde. Erros podem ter ocorrido no cumprimento dos critérios de inclusão da população infantil, na extração dos sintomas, sinais e diagnósticos clínicos das fichas de atendimento médico e no preenchimento do instrumento de coleta de dados, devido ao caráter exaustivo e repetitivo desta tarefa, principalmente nos dois grandes hospitais gerais.

De toda forma, as associações encontradas no presente estudo se deram com concentrações de poluentes atmosféricos abaixo dos limites recomendados, como já verificado por outros autores. Tal fato indica a necessidade de revisão dos parâmetros considerados seguros. Ainda são pouco conhecidos os mecanismos pelos quais a poluição ambiental interfere na saúde humana e é essencial a realização de estudos epidemiológicos que enfoquem esta questão, considerando os diversos efeitos desses poluentes.

## REFERÊNCIAS

1. Atkinson RW, Anderson HR, Strachan DP, Bland JM, Bremner SA, Ponce de Leon A. Short-term Association between outdoor air pollution and visits to accident and Emergency Departments in London for respiratory complaints. *Eur Respir J.* 1999;13(2):257-65.
2. Bakonyi SMC, Danni-Oliveira IM, Martins LC, Braga ALF. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Rev Saude Publica.* 2004;38(5):695-700.
3. Bell ML, Peng RD, Dominici F. The exposure-response curve for ozone and risk of mortality and the adequacy of current ozone regulations. *Environ Health Perspect.* 2006;114(4):532-6.
4. Braga ALF, Saldiva PHN, Pereira LAA, Menezes JJC, Conceição GMS, Lin CA, Zanobetti A, Schwartz J, Dockery DW. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol.* 2001;31:106-13.
5. Braga ALF, Zannobetti A, Schwartz J. Do respiratory epidemics confound the association between air pollution and daily deaths? *Eur Respir J.* 2000;16(4):723-8.
6. Farhat SCL, Paulo RLP, Shimoda TM, Conceição GMS, Lin CA, Braga ALF, et al. Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admission. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38:227-35.
7. Fauroux B, Sampil M, Quénel P, Lemoullec Y. Ozone: a trigger for hospital pediatric asthma emergency room visits. *Pediatr Pulmonol.* 2000;30(1):41-6.
8. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, Spadea T, Ostro B, Arcà M, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Eur Respir J.* 2001;17(6):1143-50.
9. Galán I, Tobias A, Banegas JR, Aránguez E. Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions. *Eur Respir J.* 2003;22(5):802-8.
10. Gouveia N, Fletcher T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup Environ Med.* 2000;57(7):477-83.
11. Hajat S, Anderson HR, Atkinson RW, Haines A. Effects of air pollution on general practitioner consultations for upper respiratory disease in London. *Occup Environ Med.* 2002;59(5):294-9.
12. Hajat S, Haines A, Atkinson RW, Bremner SA, Anderson HR, Emberlin J. Association between air pollution and daily consultations with general practitioners for allergic rhinitis in London, United Kingdom. *Am J Epidemiol.* 2001;153(7):704-14.
13. Hajat S, Haines A, Gouget SA, Atkinson RW, Anderson HR. Associations of air pollution with daily gp consultations for asthma and other lower respiratory conditions in London. *Thorax.* 1999;54(7):597-605.
14. Hastie T, Tibshirani R. Generalized additive models. 2 ed. London: Chapman and Hall; 1990.
15. Hernández-Cadena L, Téllez-Rojo MM, Sanín-Aguirre LH, Lacasaña-Navarro M, Campos A, Romieu I. Relación entre consultas y urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública Mex.* 2000;42(4):288-97.
16. Lin CA, Martins MA, Farhat CL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio VM, et al. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 1999;13(4):475-88.
17. Ostro BD, Eskeland GS, Sanchez JM, Feyzioglu. Air pollution and health effects: a study of medical visits among children in Santiago, Chile. *Environ Health Perspect.* 1999;107(1):69-73.
18. Pandya RJ, Solomon G, Kinner A, Balmes JR. Diesel exhaust and asthma: hypotheses and molecular mechanism of action. *Environ Health Perspect.* 2002;110(suppl 1):103-12.
19. Peel JL, Tolbert PE, Klein M, Metzger KB, Flanders WD, Todd K, et al. Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. *Epidemiology.* 2005;16(2):164-74.
20. Romero-Placeres M, Más-Bermejo P, Lacasaña-Navarro M, Téllez Rojo-Sollis MM, Aguilar-Valdés J, Romieu I. Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. *Salud Pública Mex.* 2004;46(3):222-33.
21. Sunyer J, Spix C., Quénel P, Ponce de Leon A, Pönka A, Barumandzadeh T, et al. Urban air pollution and emergency room admission for asthma in four European cities: the APHEA Project. *Thorax.* 1997;52(9):760-5.
22. Téllez-Rojo MM, Romieu I, Polo-Peña M, Ruiz-Velasco S, Meneses-González F, Hernández-Avila M. Efecto de la contaminación ambiental sobre las consultas por infecciones respiratorias en niños de la Ciudad de México. *Salud Pública Mex.* 1997;39(6):513-22.

Artigo baseado na tese de doutorado de M Moura, apresentada ao Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em 2006.

Financiado pelo Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (Convênio nº: 2001CV000044-SQA/MMA).