

## **POLUENTES AMBIENTAIS E CHANCE DE INTERNAÇÕES POR ASMA EM CRIANÇAS - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, BRASIL, NOS ANOS 2004-2005**

### **ENVIRONMENTAL POLLUTANTS AND ODDS OF HOSPITALIZATION FOR ASTHMA IN CHILDREN - SAO JOSE DOS CAMPOS, BRAZIL, IN THE YEARS 2004-2005**

**Camila Trolez Amancio<sup>1</sup>, Luiz Fernando Costa Nascimento<sup>1</sup>, Thiago Trolez Amancio<sup>1</sup>**

---

#### **Resumo**

**Objetivo:** estimar a associação entre exposição a poluentes atmosféricos e internações por asma brônquica. **Método:** trata-se de um estudo ecológico de séries temporais, que incluiu indivíduos de 0 a 10 anos residentes de São José dos Campos, para o período de 2004 e 2005. Os dados das internações por asma foram obtidos do DATASUS. Os dados de níveis ambientais de material particulado, dióxido de enxofre e ozônio foram obtidos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e de temperatura e umidade da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE). Foram feitos modelos de defasagem de 0 a 7 dias e analisados por regressão logística binária, obtendo-se as odds ratio e seus respectivos intervalos de confiança de 95%, pelo SPSS 15.0. **Resultados:** houve 809 internações com variações diárias de 0 a 7. Foi possível identificar associação do material particulado tanto no mesmo dia da exposição quanto nos próximos três, quinto e sexto dias com as internações; o dióxido de enxofre esteve associado às internações no primeiro, segundo e terceiro dias após a exposição e o ozônio no terceiro dia após a exposição ao gás. Dessa maneira, esse estudo mostrou associação entre poluentes atmosféricos e internações por asma numa cidade de porte médio.

**Palavras-chave:** asma; poluição do ar; material particulado; dióxido de enxofre; ozônio.

#### **Abstract**

**Objective:** to estimate the association between exposure to air pollutants and hospital admissions for asthma. **Methods:** this is an ecological study of time series, which included individuals from 0 to 10 years living in Sao Jose dos Campos, for the period 2004 to 2005. Data of hospitalizations for asthma were obtained from DATASUS. The data of ambient levels of particulate matter, sulfur dioxide and ozone were obtained from the Company of Technology of Environmental Sanitation (CETESB) and temperature and humidity from the Foundation for Science, Technology and Space Applications (FUNCATE). Lag models have been made from 0 to 7 days and analyzed by binary logistic regression, yielding odds ratios and their confidence intervals of 95% by SPSS 15.0. **Results:** there were 809 admissions, ranging from 0 to 7. It was possible to identify an association of the particulate matter both on the same day of exposure and the next third, fifth and sixth days with the admissions; sulfur dioxide was associated with hospitalizations in the first, second and third days after exposure and ozone on the third day after exposure to gas. Thus, this study showed an association between air pollutants and asthma hospitalization in a medium-sized city.

**Key words:** asthma; air pollution; particulate matter; sulfur dioxide; ozone.

---

1 Departamento de Medicina da Universidade de Taubaté – UNITAU. Av. Tiradentes, 500 – CEP: 12030-180 – Taubaté, SP – Brasil. Fone: (55 12) 3625-4271

**Corresponding author:** luiz.nascimento@unitau.br

Suggested citation: Amancio CT, Nascimento LFC, Amancio TT. Environmental pollutants and odds of hospitalization for asthma in children - São José dos Campos, Brazil, in the years 2004-2005. 2012; 22(2): 202-208. Manuscript submitted Jun 25 2011, accepted for publication Feb 10 2012.

## INTRODUÇÃO

Dentre os fatores ambientais relacionados à patogenia das doenças respiratórias, pode-se destacar a poluição do ar, um dos maiores problemas de saúde pública na atualidade. Estudos têm verificado que os poluentes, mesmo em níveis de exposição abaixo dos padrões aceitáveis, causam efeitos deletérios para a saúde humana<sup>1</sup>. Sabe-se que os pulmões constituem o principal alvo de ataque dos poluentes do ar, dentre os quais os principais são material particulado (PM<sub>10</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>).

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar que pode atingir as vias aéreas inferiores. Apresenta a importante característica de transportar gases adsorvidos em sua superfície para as porções mais distais das vias aéreas. O dióxido de enxofre, resultante da combustão de elementos fósseis, pode ser transportado para regiões distantes das fontes primárias de emissão, o que aumenta sua área de atuação. Já o ozônio, formado a partir de reações químicas que envolvem a luz solar, tem potente efeito oxidante e citotóxico<sup>2</sup>.

Dentre as doenças respiratórias, a asma brônquica, uma das doenças crônicas mais comuns da infância, vem sendo relacionada com exposição a poluentes ambientais em muitas partes do mundo<sup>3-6</sup>. No Brasil, a relação entre exposição a poluentes ambientais e doenças respiratórias também vem sendo estudada, principalmente em grandes centros urbanos e cidades de porte médio<sup>1,7-10</sup>.

Além de ser uma doença de prevalência mundial, a asma gera altos custos, tanto social quanto para o sistema de saúde<sup>11</sup>. Em 2007, o custo financeiro decorrente de internação por asma em crianças e adolescentes girou ao redor de R\$ 6 milhões para o Estado e São Paulo e R\$ 70 mil para a cidade de São José dos Campos, localizada no interior do estado<sup>12</sup>.

Os mais suscetíveis aos efeitos adversos da poluição são as crianças, idosos e portadores de doenças de acometimento cardio-pulmonar prévio. No caso das crianças, o fato se deve à maior exposição aos poluentes, maior ventilação por minuto e maiores níveis de atividade física<sup>13</sup>.

Acredita-se que as manifestações biológicas dos efeitos da poluição atmosférica apresentam um comportamento de defasagem em relação à exposição do indivíduo aos poluentes do ar<sup>14</sup>. Isso significa que a manifestação dos sintomas de crise aguda de asma em determinado indivíduo pode ser devida à poluição no dia concorrente ou aos dias anteriores ao desfecho, o que é chamado de *lag*.

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi estimar a associação entre exposição aos poluentes atmosféricos e a chance de internações por asma brônquica na infância e adolescência, em São José dos Campos-SP.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo ecológico de série temporal, em que foram utilizados dados de internações hospitalares em São José dos Campos, nos períodos de 01/01/04 a 31/12/05, obtidos do Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)<sup>15</sup>. Discriminou-se dessa base de dados, primeiramente, todas as internações de sujeitos com idades entre 0 e 10 anos, e depois aquelas cujo Código Internacional de Doenças 10 revisão (CID-10) se referia à internação por asma (J45).

O presente estudo se refere ao município de São José dos Campos, cidade do interior do estado de São Paulo, que se encontra a 91 km da cidade de São Paulo, no Vale do Paraíba, com população de aproximados 600.000 habitantes. Apresenta-se como um centro regional de indústrias, compras e serviços do Vale do Paraíba e Sul de Minas Gerais, atendendo a uma população de aproximadamente 2 milhões de habitantes<sup>16</sup>.

As informações relativas aos níveis diários dos poluentes material particulado, dióxido de enxofre e ozônio foram obtidas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB)<sup>17</sup>, que conta com uma estação medidora em São José dos Campos, localizada na região central. Para todos os poluentes, a coleta de dados se iniciava na primeira hora do dia, durante 24 horas e foram quantificadas em µg/m<sup>3</sup>. Foram consideradas as médias diárias de cada poluente. A técnica para dosar o PM<sub>10</sub> foi o monitor beta, para o SO<sub>2</sub> a técnica de coulometria e para o O<sub>3</sub> a quimiluminescência. Não foi feita interpolação dos dados faltantes dos poluentes, pois estes dados não têm comportamento determinístico e sim, caótico.

Dados sobre temperatura e umidade foram obtidos da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE)<sup>18</sup>. Para estimar a relação entre exposição aos poluentes ambientais e as internações por asma, tanto no mesmo dia quanto nos dias anteriores, construíram-se modelos de defasagens distribuídas de zero até sete dias anteriores à exposição (*lag*).

As variáveis de internações por asma foram, então, recodificadas, sendo zero referente à ausência de internação e 1 referente a uma ou mais internações diárias. Analisou-se, desta maneira, a relação entre a exposição aos poluentes, que foram analisados de maneira contínua, num modelo unipolvente, ajustados por temperatura mínima e umidade, e as internações por asma com defasagens de zero até sete dias, fazendo-se uso do programa SPSS 15.0. Para estimar essa associação, foi feita a regressão logística binária e obtidas as odds ratio com seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

## RESULTADOS

No período do estudo, houve 809 internações de crianças entre zero e 10 anos por asma em São José dos Campos. A média foi de 1,11 internações (dp= 1,24), com variações diárias de 0 a 7. Os meses com maiores números de internações foram abril, maio e junho nos dois anos de estudo.

Não foram obtidos 49 dados relativos à umidade, temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média. Esse período de falha se refere ao primeiro dia de janeiro de 2004 até o décimo oitavo dia de fevereiro de 2004.

Também não houve informações referentes a 31 dias de média diária de material particulado

(4,2% de dados faltantes), 20 de dióxido de enxofre (2,7%) e 26 de ozônio (3,6%), distribuídos sem regularidade no período de estudo. Os dados de internações foram obtidos em todos os dias do período de estudo.

Os valores médios com os respectivos desvios padrão, valores mínimos e máximos, bem como o número de dias que não apresentavam estas informações, das internações, dos poluentes ambientais, umidade e temperatura mínima estão na tabela 1.

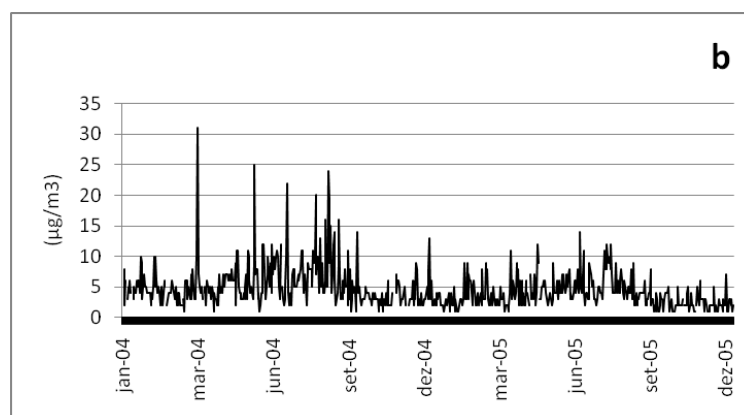
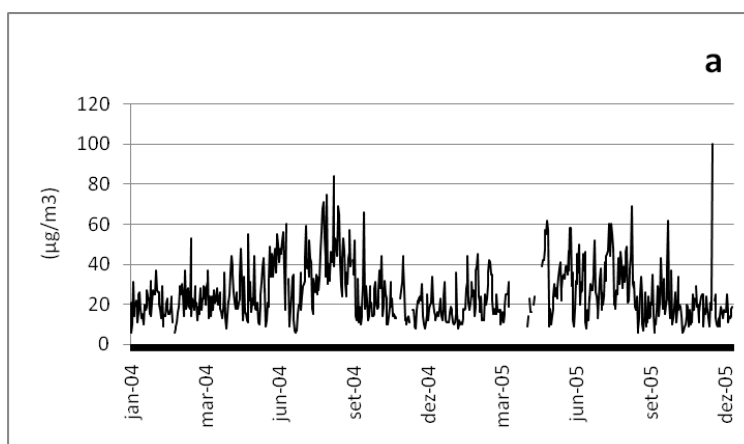
A distribuição dos níveis diários dos poluentes ambientais estão na Figura 1.

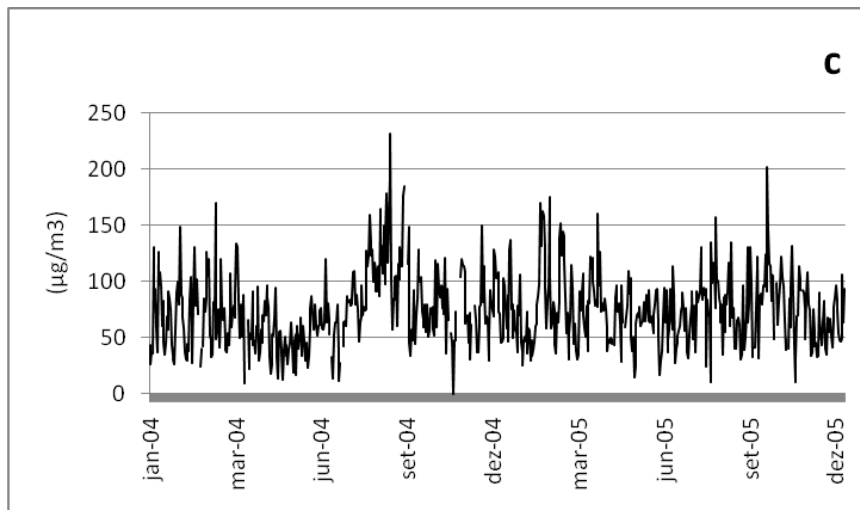
A partir da regressão logística binária, foram obtidos os coeficientes das odds ratio e os erros-

**Tabela 1:** Análise descritiva das internações, variáveis ambientais e meteorológicas, São José dos Campos, Brasil, 2004-2005

	Média (dp)	Mínimo - máximo
Internações (0)#	1,15 (1,26)	0 - 7
PM <sub>10</sub> em µg/m <sup>3</sup> (31)	25,24 (13,42)	6 - 100
SO <sub>2</sub> em µg/m <sup>3</sup> (20)	4,6 (3,21)	1 - 31
Ozônio em µg/m <sup>3</sup> (26)	74,27 (32,39)	9 - 232
Umidade em % (49)	79,6 (6,8)	54,0 - 99,3
Temperatura °C (49)	15,4 (2,7)	7,4 - 20,5

\* dados faltantes





**Figura 1:** Valores de poluentes\*, em µg/m³, durante o período de estudo. São José dos Campos, Brasil, 2004-2005. \*a) Material Particulado; b) Dióxido de enxofre; c) Ozônio

padrão para cada poluente em cada estrutura de defasagem, apresentados na tabela 2. A figura 2 mostra as odds ratio, obtidas relacionando-se as concentrações dos poluentes atmosféricos, ajusta-

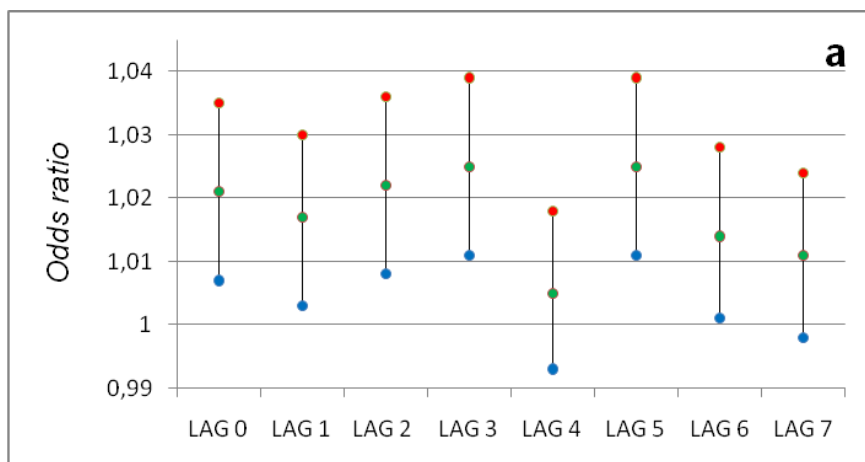
dos por temperatura mínima e umidade, e as interações por asma, com seus respectivos intervalos de confiança de 95% para defasagens de zero a sete dias.

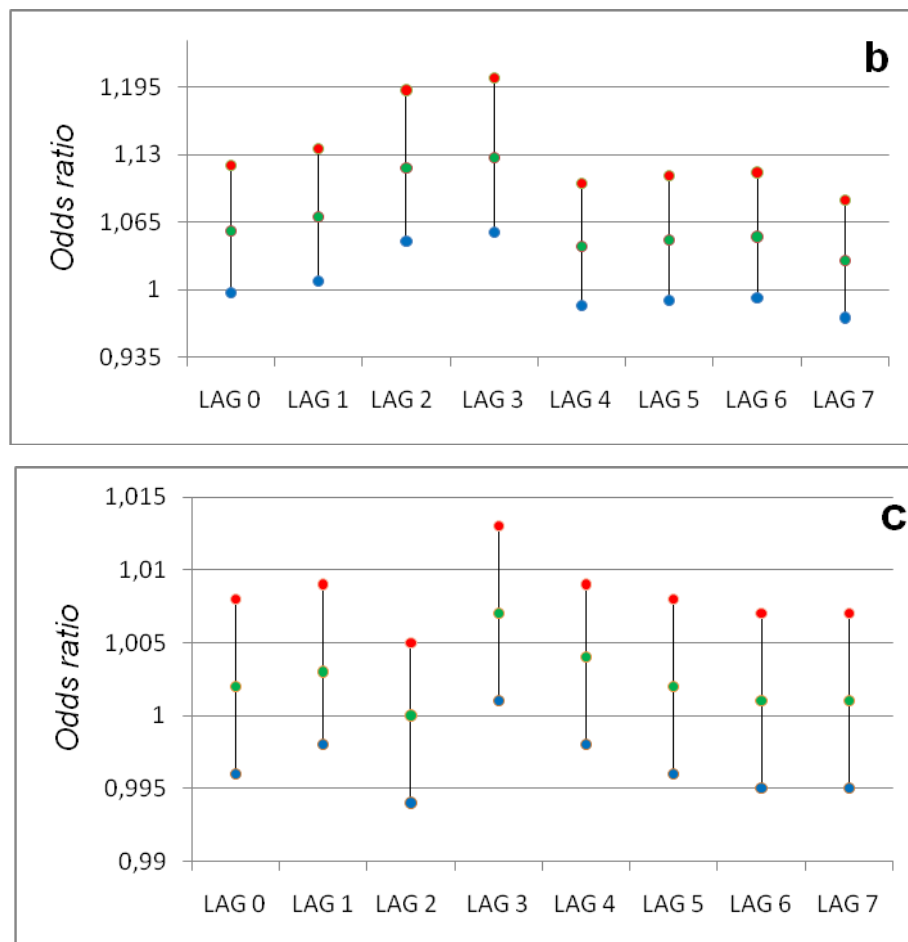
**Tabela 2:** Coeficientes e erros-padrão das OR de regressão logística em cada estrutura de defasagem para cada poluente. São José dos Campos, Brasil, 2004-2005.

	<i>PM<sub>10</sub></i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>O<sub>3</sub></i>
	Coeficiente (Erro-padrão)	Coeficiente (Erro-padrão)	Coeficiente (Erro-padrão)
Lag 0	0,02 (0,007)**	0,055 (0,03)	0,002 (0,003)
Lag 1	0,017 (0,007)*	0,068 (0,03)*	0,003 (0,003)
Lag 2	0,022 (0,007)**	0,111 (0,033)**	0,000 (0,003)
Lag 3	0,025 (0,007)**	0,120 (0,034)**	0,007 (0,003)*
Lag 4	0,005 (0,007)	0,041 (0,029)	0,004 (0,003)
Lag 5	0,024 (0,007)**	0,047 (0,029)	0,002 (0,003)
Lag 6	0,014 (0,007)*	0,049 (0,029)	0,001 (0,003)
Lag 7	0,011 (0,007)	0,027 (0,028)	0,001 (0,003)

\* p<0,05

\*\* p<0,01





**Figura 2:** Odds Ratio\* e seus respectivos intervalos de confiança de 95%, para cada estrutura de defasagem (lag) analisada. São José dos Campos, Brasil, 2004-2005. \*a) Material Particulado; b) Dióxido de enxofre; c) Ozônio

## DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo a estimar associação entre exposição a poluentes do ar ( $PM_{10}$ ,  $SO_2$  e  $O_3$ ) e internações por asma em municípios de médio porte do Brasil, como a cidade de São José dos Campos. Ao contrário de outros estudos realizados no Brasil que utilizaram a regressão de Poisson para estimar o incremento no risco de internação, optou-se pelo uso da regressão logística na estimativa de chance de internação<sup>19,20</sup>.

Nesse estudo, os meses com maiores números de internações por asma foram abril, maio e junho, nos dois anos de estudo, e isso se deve, possivelmente, às temperaturas mais baixas ocorridas nesses meses.

O  $PM_{10}$  se mostrou importante no mesmo dia da exposição, nos três dias subsequentes, no quinto e sexto dia. Sabe-se que um dos mecanismos envolvidos no aparecimento de efeitos deletérios decorrentes da exposição ao  $PM_{10}$  é a inflamação pulmonar. Esse poluente também permaneceu com maior significância estatística

na pesquisa realizada por Nascimento et al, também em crianças de São José dos Campos, em relação à internação por pneumonia<sup>10</sup>. Em um estudo conduzido no México, não foi observada relação significativa entre os níveis ambientais de  $PM_{10}$  e as consultas de urgência por causas respiratórias<sup>21</sup>.

Possivelmente, essa diferença de achados estatísticos se deve à desconsideração de exposições individuais ao poluente, à amostra diferente, tendo este como foco jovens de até 17 anos, ao período maior de análise (4 anos) em relação ao presente estudo e ao uso de um modelo de análise diferente, a Regressão de Poisson.

Já na pesquisa de Gouveia et al, realizada no município de São Paulo, Brasil, foi possível observar que um aumento de  $10\mu g/m^3$  no nível de material particulado inalável associa-se ao incremento de 4,6% nas internações por asma em crianças<sup>8</sup>. No presente estudo, para um aumento de  $10\mu g/m^3$  de  $PM_{10}$ , a chance de internação aumenta entre 5%, para defasagem de 3 dias, e 23%, para defasagem de 1 dia.

O Air quality guideline (ACG) da Organização Mundial de Saúde (OMS), publicado em 2005, aceita níveis de exposição máxima diária, para o  $PM_{10}$ , de até  $50\mu g/m^3$  e exposição a concentrações anuais menores que  $20\mu g/m^3$ , sendo que exposições agudas a níveis maiores que  $150\mu g/m^3$  estão associadas ao aumento da mortalidade em 5%, devido às alterações cardiorrespiratórias ocasionadas pelo poluente.

Os níveis de concentração média anual do  $PM_{10}$  obtidos no presente estudo superam os níveis aceitáveis pela OMS, sendo que níveis de exposição anual acima de  $70\mu g/m^3$  estão associados a significantes efeitos deletérios à saúde, levando a um aumento da mortalidade em até 15%<sup>13</sup>. Esse poluente apresenta como uma de suas principais fontes a frota veicular, interferindo diretamente nos seus níveis.

O dióxido de enxofre, por sua vez, teve significância estatística nos segundo e terceiro dias após a exposição, aumentando a chance de pelo menos uma internação entre 17% e 36%, para um aumento de  $10\mu g/m^3$ . Esse poluente, em estudo realizado em São Paulo por Braga et al, apresentou maior contribuição em admissões hospitalares por causas respiratórias no grupo de crianças menores ou iguais a 2 anos, diminuindo com o avançar da idade; quando analisado em um grupo total de 0 a 19 anos, também foi encontrado um aumento da contribuição estatisticamente significativa<sup>7</sup>.

O dióxido de enxofre teve como valor máximo  $31\mu g/m^3$  e média de  $4,6\mu g/m^3$ . As concentrações máximas encontradas no presente estudo ( $31\mu g/m^3$ ) se encontram um pouco acima valores preconizados pela OMS, que aceita nível de exposição máxima de até  $20\mu g/m^3$  durante 24 horas<sup>13</sup>.

Já o ozônio só se mostrou significativo nas internações por asma no terceiro dia após a exposição ao poluente. Isso está de acordo com estudo realizado por Bakonyi et al, o qual teve como resultado efeito estatisticamente significativo para o  $O_3$  apenas na média móvel de 3 dias com relação a atendimentos por doenças respiratórias<sup>1</sup>.

Em trabalho realizado com escolares no Rio de Janeiro, verificou-se um efeito protetor do ozônio: o aumento de  $10\mu g/m^3$  de  $O_3$  estaria associado, um dia depois da exposição, a aumento de 0,2 l/min na média da função respiratória e, por outro lado, considerando o indicador de três dias de defasagem, houve uma redução da média da função respiratória, embora não significativa<sup>9</sup>.

Para este poluente, o guideline da OMS aceita níveis de exposição máxima de até  $100\mu g/m^3$  por 8 horas, durante 1 dia. Níveis acima de  $240\mu g/m^3$  estão associados a efeitos significantes na saúde, como diminuição da função pulmonar, inflamação e hiperreatividade das vias aéreas<sup>13</sup>. A

média de 24 horas encontrada foi de  $74,27\mu g/m^3$  durante o período de 2004 e 2005.

Além de efeitos agudos, como aumento de internações devido a doenças respiratórias, um estudo mostra forte relação entre exposição crônica a poluentes, como  $NO_2$  e  $PM_{10}$ , e diminuição do desenvolvimento pulmonar em crianças, repercutindo na fase adulta através da diminuição da capacidade pulmonar e conseqüentemente, com o aumento da morbimortalidade. Em tal estudo não foi verificada relação da exposição ao ozônio com a diminuição da função pulmonar<sup>9</sup>. Reforçam estes dados aqueles encontrados por Moura et al trabalhando com série temporal de um ano e com crianças de até 12 anos, sobre o papel do  $PM_{10}$  nos atendimentos de urgência em uma região do município do Rio de Janeiro<sup>22</sup>. Ao contrário de Lin et al, não foi possível identificar o papel do ozônio associado à internação por asma<sup>23</sup>.

É importante salientar que apesar das odds ratio encontradas serem, aparentemente, de pequena magnitude, a prevenção de riscos pode ter um grande impacto econômico e social na saúde pública brasileira, pelo fato de exposição à poluição ser um evento freqüente e pela alta prevalência de sintomas relacionados à asma, tendo sido estimada uma prevalência de aproximadamente 24% em escolares brasileiros<sup>24</sup>.

Ademais, no presente estudo, somente foram contabilizadas as hospitalizações ocorridas na rede pública de saúde, podendo ter havido erros na codificação dos diagnósticos e até ter ocorrido dupla contagem de um mesmo paciente, sendo que somente fizeram parte da pesquisa os casos que tiveram como resultado a internação pela asma, desconsiderando-se as crises e consultas que não culminaram em internação. Não se consideraram exposições individuais aos poluentes estudados, tomando-se como base uma atmosfera homogênea com o mesmo nível de exposição a todos os indivíduos.

Assim, foi possível identificar associação entre os poluentes e as internações por asma, verificando o aumento da chance de internações por asma a partir da exposição aos poluentes material particulado, dióxido de enxofre e ozônio. Este estudo pode fornecer subsídios para a elaboração de medidas que reduzam os riscos à saúde associados à poluição.

## AGRADECIMENTOS

Camila T. Amâncio agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de Iniciação Científica (processo 2009/09487-4).



## REFERÊNCIAS

1. Bakonyi SMC, Danni-Oliveira IM, Martins LC, Braga ALF. Air pollution and respiratory diseases among children in the city of Curitiba, Brazil. *Rev Saúde Pública* 2004;38(5):675-700
2. Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J Bras Pneumol* 2006;32:S5-S11
3. Tolbert PE, Mulholland JA, MacIntosh DL, Xu F, Daniels D, Devine OJ, et al. Air Quality and Pediatric Emergency Room Visits for Asthma in Atlanta, Georgia. *Am J Epidemiol* 2000;151:798-810
4. J Castellsague, J Sunyer, M Sáez, J M Antó. Short-term association between air pollution and emergency room visits for asthma in Barcelona. *Thorax* 1995;50:1051-1056
5. J Sunyer, C Spix, P Quénel, A Ponce-de-León, A Pönka, T Barumandzadeh, et al. Urban air pollution and emergency admissions for asthma in four European cities: the APHEA Project. *Thorax* 1997;52:760-765
6. González Gómez JG, Barrera Gómez LE, ArévaloOrozco MA. Prevalencia del asma bronquial en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. *Alergia* 1992;39:3-7
7. Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceição GM, Lin CA, et al. Health effects of air pollution exposure on children and Adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatric Pulmonology* 2001;31:106-113
8. Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcílio IO. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosféricas no Município de São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2006; 22(12): 2669-2677
9. Castro HA, Cunha MF, Mendonça GAS, Junger WL, Cunha-Cruz J, Leon AP. Efeitos da poluição do ar na função respiratória de escolares, Rio de Janeiro, RJ. *Rev Saúde Pública* 2009; 43(1): 26-34
10. Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho Jr JA. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. *Rev Saúde Pública* 2006; 40(1) 77-82
11. Ministério da Saúde [internet]. Brasil: Ministério da Saúde; 2010 [acesso em 29 jan 2010]. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/saude/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23509](http://portal.saude.gov.br/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23509)
12. DATASUS [internet]. Brasília: Ministério da Saúde. [acesso em 14 out 2009]. Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/mrsp.def>
13. Organização Mundial da Saúde [internet]. Geneva: Organização Mundial da Saúde. [acesso em 24 set 2009]. Air Quality Guideline. Disponível em: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair\\_acg/en](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_acg/en)
14. Braga ALF, Conceição GMS, Pereira LAA, Kishi HS, Pereira JCR, Andrade MF et al. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. *J Environ Med* 1999;1:95-102
15. DATASUS [internet]. Brasília: Ministério da Saúde. [acesso 16 set 2009]. Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <http://w3.datasus.gov.br/datasus/index.php>
16. Prefeitura Municipal de São José dos Campos [internet]. São José dos Campos: Prefeitura Municipal. [acesso em 4 fev 2010]. Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br/acidade/populacao.asp>
17. CETESB [internet]. São Paulo: CETESB [acesso 16 set 2009]. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>
18. FUNCATE [internet]. São Paulo: FUNCATE [acesso 16 set 2009]. Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais. Disponível em: <http://www.funcate.org.br>
19. Bobak M. Outdoor air pollution, low birth weight, and prematurity. *Environ Health Perspect* 2000; 108:173-6
20. Ritz B, Yu F, Fruin S, Chapa G, Shaw GM, Harris JA. Ambient air pollution and risk of birth defects in southern California. *Am J Epidemiol* 2002; 155: 17-25
21. Hernández-Cadena L, Barraza-Villareal A, Ramírez-Aguilar M, Moreno-Macías H, Millar, Carbajal-Arroyo LA, et al. Morbilidad infantil por causas respiratórias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud pública Mex* 2007; 49:27-36)
22. Moura M, Junger WL, Mendonça GAS, Leon AP. Air quality and emergency pediatric care for symptoms of bronchial obstruction categorized by age bracket in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2009; 25(3): 635-644
23. Lin S, Liu X, Lê LH, Hwang S-A. Chronic exposure to ambient ozone and asthma hospital admissions among children. *Environ Health Perspect* 2008; 116(12):1725-30
24. Solé D, Wandalsen GF, CameloNunesIC, Naspitz CK, ISAAC Grupo Brasileiro. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and allergies in Childhood (ISAAC) Phase3. *J Pediatr (Rio J)*. 2006-82: 3416.