

# Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças

*Atmospheric pollutants and hospital admissions due to pneumonia in children*

Juliana Negrissoli<sup>1</sup>, Luiz Fernando C. Nascimento<sup>1</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Analisar a relação entre exposição aos poluentes atmosféricos e internações por pneumonia na infância, em Sorocaba, São Paulo.

**Métodos:** Estudo ecológico de séries temporais, no período de 2007 a 2008. Os dados diários das internações por pneumonia foram coletados na rede pública do município. Obtiveram-se também os dados dos seguintes poluentes, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental: material particulado, óxido nítrico, dióxido de nitrogênio e ozônio, além da temperatura e da umidade relativa do ar. As correlações entre as variáveis de interesse foram avaliadas pelo coeficiente de Pearson. Para analisar a associação entre a exposição aos poluentes ambientais e as internações hospitalares, aplicaram-se modelos com defasagens de zero a cinco dias após a exposição aos poluentes. A análise utilizou o modelo linear generalizado da regressão de Poisson e o nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Ocorreram 1.825 internações por pneumonia, com a média diária de  $2,5 \pm 2,1$ . Observaram-se correlações fortes entre os poluentes e as internações, com exceção do ozônio. Quanto à regressão de Poisson, na análise com o modelo multipolvente, apenas o dióxido de nitrogênio apresentou significância estatística no mesmo dia (risco relativo – RR=1,016), assim como o material particulado na defasagem de quatro dias (RR=1,009) após a exposição aos poluentes.

**Conclusões:** Verificou-se efeito agudo da exposição ao dióxido de nitrogênio e efeito mais tardio da exposição ao material particulado sobre as internações por pneumonia em Sorocaba.

**Palavras-chave:** pneumonia; poluentes do ar; material particulado; dióxido de nitrogênio; saúde da criança.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the relationship between exposure to air pollutants and hospitalizations due to pneumonia in children of Sorocaba, São Paulo, Brazil.

**Methods:** Time series ecological study, from 2007 to 2008. Daily data were obtained from the State Environmental Agency for Pollution Control for particulate matter, nitric oxide, nitrogen dioxide, ozone, besides air temperature and relative humidity. The data concerning pneumonia admissions were collected in the public health system of Sorocaba. Correlations between the variables of interest using Pearson coefficient were calculated. Models with lags from zero to five days after exposure to pollutants were performed to analyze the association between the exposure to environmental pollutants and hospital admissions. The analysis used the generalized linear model of Poisson regression, being significant  $p < 0.05$ .

**Results:** There were 1,825 admissions for pneumonia, with a daily mean of  $2.5 \pm 2.1$ . There was a strong correlation between pollutants and hospital admissions, except for ozone. Regarding the Poisson regression analysis with the multi-pollutant model, only nitrogen dioxide was statistically significant in the same day (relative risk – RR=1.016), as well as particulate matter with a lag of four days (RR=1.009) after exposure to pollutants.

**Conclusions:** There was an acute effect of exposure to nitrogen dioxide and a later effect of exposure to particulate matter on children hospitalizations for pneumonia in Sorocaba.

**Key-words:** pneumonia; air pollutants; particulate matter; nitrogen dioxide; child health.

Instituição: Universidade de Taubaté (Unitau), Taubaté, SP, Brasil

<sup>1</sup>Unitau, Taubaté, SP, Brasil

Endereço para correspondência:

Luiz Fernando C. Nascimento  
Rua Durval Rocha, 500 – Vila Paraiba  
CEP 12515-710 – Guaratinguetá/SP  
E-mail: luiz.nascimento@unitau.com.br

Conflito de interesse: nada a declarar

Recebido em: 9/1/2013

Aprovado em: 15/5/2013

## Introdução

A exposição aos poluentes atmosféricos representa fator de risco para a exacerbação de doenças respiratórias, gerando altos custos para a rede pública e morbidade respiratória significativa<sup>(1)</sup>. O custo financeiro decorrente da internação por pneumonia em crianças de zero a nove anos girou ao redor de R\$ 10 milhões para o estado de São Paulo e de R\$ 690 mil para o município de Sorocaba, em 2006<sup>(2)</sup>. A pneumonia, que ocorre mais frequentemente em idades extremas, representa a segunda maior causa de internações nessas faixas etárias<sup>(3)</sup>. Recentemente, foram divulgados os dados relativos ao município de São Paulo, onde cerca de 80% das internações pediátricas por doenças respiratórias, de 2000 a 2004, ocorreram na faixa etária de zero a cinco anos e mais de 85% dessas internações tinham pneumonia como diagnóstico<sup>(4-6)</sup>.

A pneumonia é uma doença multifatorial. Os poluentes do ar que alcançam o trato respiratório<sup>(6-8)</sup> contribuem para sua gênese, sendo os principais: material particulado, com diâmetro aerodinâmico igual ou menor do que 10 $\mu$ m (PM<sub>10</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e monóxido de carbono (CO)<sup>(7,8)</sup>.

O material particulado produzido por queima de biomassa, poeira de rua e atividade agrícola é formado por um núcleo de carbono onde costumam estar adsorvidos íons, como sulfatos e nitratos, metais pesados e material biológico, como pólen, esporos e bactérias<sup>(8)</sup>. O SO<sub>2</sub> irrita as vias aéreas, causando decréscimo na função pulmonar<sup>(8)</sup>. O O<sub>3</sub> é um poderoso oxidante que causa irritação nos olhos e nas vias respiratórias, com diminuição da capacidade pulmonar<sup>(8)</sup>. A exposição ao NO<sub>2</sub> altera a limpeza por ação mucociliar, o transporte de partículas e a imunidade local, favorecendo a instalação de infecções respiratórias<sup>(8)</sup>.

Estudos indicam que o efeito dos gases poluentes sobre o desenvolvimento de crises respiratórias agudas, representado pelas internações hospitalares, mostra uma defasagem (*lag*). Isso significa que um indivíduo exposto à poluição em determinado dia poderá ser internado nesse mesmo dia ou alguns dias depois<sup>(7,9)</sup>. Sendo assim, este trabalho estimou a associação entre a exposição aos poluentes atmosféricos e as internações por pneumonia em crianças com até dez anos de idade, em Sorocaba.

## Método

Estudo do tipo ecológico de séries temporais realizado em Sorocaba, cidade do interior de São Paulo, que se encontra

a 87km da capital, com população de aproximadamente 600 mil habitantes, considerada uma cidade de médio porte<sup>(10)</sup>. Sorocaba conta com cerca de 1.700 indústrias instaladas, 15.300 pontos de comércio e 9.900 prestadores de serviço<sup>(11)</sup>. Sua localização geográfica encontra-se em latitude 23°S e em longitude 47°O<sup>(11)</sup>. É cortada por duas rodovias importantes com intenso tráfego de caminhões e ônibus, que ligam as cidades paulistas com o estado de Mato Grosso do Sul.

Os níveis diários dos poluentes atmosféricos, da temperatura e da umidade do ar foram obtidos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), que possui uma estação medidora em Sorocaba. Os dados de internações por pneumonia foram obtidos do Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) da cidade, considerando-se o período de 1º de janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2008. Consideraram-se as médias diárias dos poluentes PM<sub>10</sub>, NO, NO<sub>2</sub> e o maior valor de O<sub>3</sub>, medidas em  $\mu$ g/m<sup>3</sup>. Além disso, avaliaram-se as médias da temperatura mínima e da umidade relativa do ar. No banco de dados, selecionaram-se as internações por pneumonia (CID10:J12-J18) das crianças de zero a dez anos de idade. Os poluentes foram analisados de forma contínua.

Para analisar a associação entre a exposição aos poluentes ambientais e as internações hospitalares, utilizaram-se modelos com defasagens de zero até cinco dias de exposição, com análise pelo modelo linear generalizado da regressão de Poisson, pois as internações são eventos de contagem.

Avaliou-se o aumento percentual do risco de internação (ARI) segundo a expressão:  $ARI = [\exp^{(\beta \cdot \Delta pol)} - 1] \cdot 100$ , sendo  $\beta$  o coeficiente obtido da regressão de Poisson e  $\Delta pol$  é a variação, em  $\mu$ g/m<sup>3</sup>, a ser acrescentada na concentração do poluente em análise.

Por meio do programa computacional Stata, avaliou-se o risco de internação, segundo as defasagens de zero até cinco dias, ajustado para temperatura mínima e umidade média do ar por meio de variáveis dependentes (internações) e variáveis independentes (poluentes e variáveis climáticas). Realizaram-se as análises descritivas de todas as variáveis e estimaram-se as correlações entre as variáveis de interesse por meio dos coeficientes de correlação de Pearson.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Taubaté.

## Resultados

No período estudado, houve 1.825 internações por pneumonia de crianças de zero a dez anos de idade. A

maioria das internações correspondeu aos períodos de seca e inverno. A média diária de internações foi de  $2,5 \pm 2,1$ , variando de zero a 14 internações por dia. A idade média das crianças foi de  $3,8 \pm 2,6$  anos e a mediana, de 3 anos, enquanto 54% eram do sexo masculino.

O diagnóstico mais frequente foi de pneumonia bacteriana (J15.8). Não foram obtidos 34 dados de concentrações médias diárias de  $PM_{10}$  (4,6% dos dias analisados), 51 dados (6,9%) de concentrações de NO, 51 (6,9%) de concentrações de  $NO_2$  e 48 (6,6%) de concentrações de  $O_3$ . Quanto à temperatura mínima e à umidade média, não foram encontradas 30 informações (4,1% de dados diários). A análise descritiva das variáveis do estudo encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1** - Análise descritiva das variáveis do estudo. Sorocaba – SP, 2007–2008

	Média (DP)	Mínimo	Máximo	Dias*
Internações	2,5 (2,1)	Zero	14,0	716
$PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ )	34,4 (17,8)	6,3	95,0	692
NO ( $\mu g/m^3$ )	12,4 (16,3)	0,1	115,3	675
$NO_2$ ( $\mu g/m^3$ )	48,1 (27,3)	9,0	151,0	675
$O_3$ ( $\mu g/m^3$ )	37,1 (14,8)	1,0	85,3	678
Temperatura ( $^{\circ}C$ )	16,7 (3,2)	5,1	23,2	696
Umidade (%)	73,3 (12,9)	34,1	98,6	696

\*Dias com dados presentes; médias diárias; DP: desvio-padrão

A Tabela 2 apresenta a correlação de Pearson para as variáveis do estudo. Observaram-se fortes correlações entre os poluentes e as internações.

Quanto à regressão de Poisson, na análise com o modelo multipolvente ajustado pela temperatura mínima e pela umidade média, o  $NO_2$  apresentou significância estatística na defasagem zero, isto é, no mesmo dia da exposição ocorreu a internação, e o material particulado na defasagem de quatro dias, isto é, a internação ocorreu quatro dias após a exposição. O  $O_3$  não se mostrou como um fator de risco. A Tabela 3 ilustra os riscos relativos (RR) de internações por pneumonia de todos os poluentes do estudo com intervalo de confiança de 95%.

Construíram-se gráficos referentes às concentrações diárias dos poluentes e às internações diárias por pneumonia, ilustrados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Com o aumento de  $10 \mu g/m^3$  nas concentrações de  $NO_2$ , o risco para internações aumentou em 16 pontos percentuais e, quanto ao  $PM_{10}$ , o aumento foi de nove pontos percentuais.

## Discussão

Este é o primeiro estudo, até o presente momento, desenvolvido em Sorocaba, sobre os efeitos da poluição nas internações pediátricas por pneumonia. Seus resultados permitiram

**Tabela 2** - Correlação de Pearson entre as variáveis do estudo. Sorocaba- SP, 2007–2008

	Internação	$PM_{10}$	NO	$NO_2$	$O_3$	Temperatura	Umidade
Internação	1,00	–	–	–	–	–	–
$PM_{10}$	0,19*	1,00	–	–	–	–	–
NO	0,22*	0,73*	1,00	–	–	–	–
$NO_2$	0,23*	0,88*	0,77*	1,00	–	–	–
$O_3$	-0,08**	0,03	-0,35*	-0,16*	1,00	–	–
Temperatura	-0,15*	-0,26*	-0,44*	-0,32*	0,22*	1,00	–
Umidade	-0,13*	-0,55*	-0,21*	-0,36*	-0,50*	0,19*	1,00

\*Correlação significativa para  $p < 0,01$ ; \*\*correlação significativa para  $p < 0,05$

**Tabela 3** - Riscos relativos (RR) das internações por Pneumonia com seus respectivos intervalos de confiança de 95% nas defasagens de zero até cinco dias de exposição aos poluentes. Sorocaba – SP, 2007–2008

	NO ( $\mu g/m^3$ ) RR (IC95%)	$NO_2$ ( $\mu g/m^3$ ) RR (IC95%)	$PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ ) RR (IC95%)	$O_3$ ( $\mu g/m^3$ ) RR (IC95%)
Lag 0	1,002 (0,996–1,007)	1,016 (1,007–1,025)*	0,991 (0,984–0,998)	0,995 (0,990–1,000)
Lag 1	0,997 (0,992–1,003)	1,004 (0,995–1,013)	1,000 (0,993–1,008)	0,993 (0,988–0,998)
Lag 2	1,002 (0,997–1,008)	0,994 (0,985–1,004)	1,005 (0,998–1,012)	0,993 (0,998–0,998)
Lag 3	1,005 (0,999–1,010)	1,000 (0,991–1,009)	1,002 (0,995–1,009)	1,001 (0,996–1,006)
Lag 4	0,998 (0,993–1,004)	0,999 (0,990–1,008)	1,009 (1,002–1,016)*	0,998 (0,993–1,003)
Lag 5	1,001 (0,995–1,006)	1,004 (0,995–1,014)	0,998 (0,991–1,006)	0,993 (0,988–0,998)

\* $p < 0,05$ ; Lag: defasagem

evidenciar o efeito agudo da exposição ao  $\text{NO}_2$  nas interações, enquanto o efeito da exposição ao material particulado foi um pouco mais tardio, quatro dias após a exposição, mostrando o papel importante desses poluentes nas interações.

As concentrações de material particulado encontradas em Sorocaba foram inferiores às verificadas no município de São Paulo<sup>(9)</sup>,  $54,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e superiores às observadas em São José dos Campos<sup>(12)</sup>, que foram da ordem de  $25,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mas não houve ultrapassagem do limite de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como recomendado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

No caso da cidade de São Paulo, esses valores associam-se a um risco relativo maior de interações pediátricas por

pneumonia. No estudo de Gouveia *et al*<sup>(9)</sup>, a pneumonia em crianças foi o diagnóstico mais frequente entre as causas de interações por doenças respiratórias estudadas (mais de 60%) e houve aumento dos níveis diários de poluentes e interações nos meses de inverno. A exposição ao material particulado também se associou às interações pediátricas por pneumonia no município de São José dos Campos<sup>(7)</sup>, onde exposições às concentrações da ordem de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  associaram-se a um risco relativo de 1,004 – valor próximo ao encontrado em Sorocaba ( $\text{RR} = 1,009$ ). Em Cubatão<sup>(13)</sup>, aumentos de  $56\mu\text{g}/\text{m}^3$  nas concentrações desse poluente implicaram em elevação

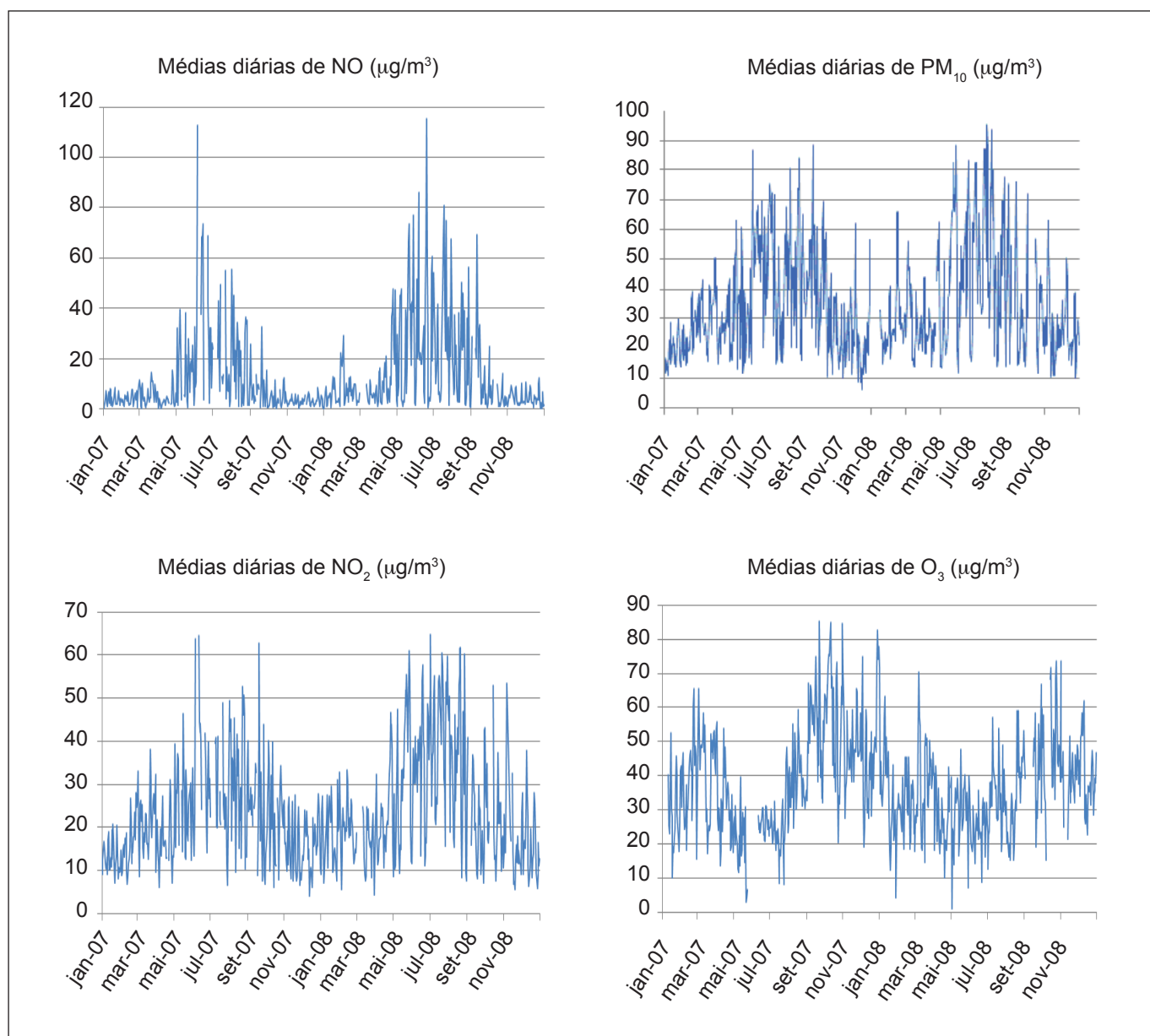


Figura 1 - Valores diários das concentrações dos poluentes. Sorocaba – SP, 2007–2008

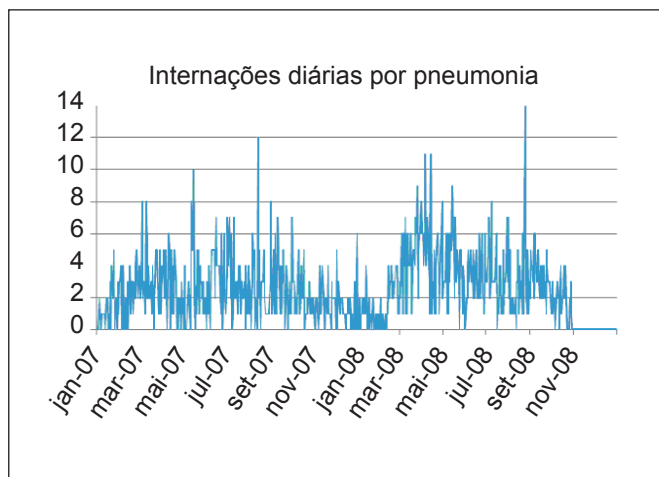
de cerca de 10% no risco de internação pediátrica por doenças respiratórias, evidenciando a consistência dos resultados obtidos em Sorocaba.

Quanto ao  $\text{NO}_2$ , os valores médios encontrados neste estudo ( $48,06\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), apesar de ultrapassarem o limite aceitável em 41 dias ( $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), estiveram abaixo dos valores encontrados para o município de São Paulo ( $103\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>(9)</sup>, porém a exposição a esse poluente associou-se à internação por pneumonia em Sorocaba com riscos semelhantes. Por outro lado, estudo realizado em Cubatão, com uma estação medidora de  $\text{NO}_2$ , cujas médias estavam ao redor de  $27\mu\text{g}/\text{m}^3$ , não identificou associação entre a exposição ao  $\text{NO}_2$  e pneumonias em crianças<sup>(13)</sup>. Em estudo realizado no Rio de Janeiro<sup>(14)</sup> sobre atendimentos pediátricos de urgência em unidades públicas de saúde, não foi possível associar esses atendimentos à exposição ao  $\text{NO}_2$ .

Outras comparações não foram possíveis pela inexistência de estudos realizados no Brasil sobre a exposição ao  $\text{NO}_2$  e as internações pediátricas por pneumonia.

Os valores encontrados para as concentrações do  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$ , inferiores aos medidos em São Paulo e no Rio de Janeiro, explicam-se pela maior frota veicular e pelo parque industrial das capitais, quando comparados aos do município de Sorocaba.

Vários estudos epidemiológicos demonstram os efeitos danosos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana<sup>(1,7,9,12-14)</sup>, além do comportamento sazonal destes, com maiores concentrações nos meses de inverno, quando a qualidade do ar fica mais comprometida devido à dispersão prejudicada dos poluentes pela ausência de chuvas e de ventos.



**Figura 2** - Valores diários das internações por pneumonia em crianças de zero a dez anos. Sorocaba – SP, 2007–2008

Além disso, também ocorrem dias com baixa umidade do ar e com inversões térmicas<sup>(7,8)</sup>. Nas pesquisas realizadas sobre asma<sup>(12)</sup> e pneumonia<sup>(7)</sup>, no Vale do Paraíba, e sobre doenças respiratórias, em São Paulo<sup>(9,15)</sup>, também se verificou comportamento sazonal dos poluentes, tal como neste estudo.

Saliente-se que as concentrações do  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  não ultrapassaram os valores críticos aceitáveis pelo CONAMA; estes valores se referem às concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população<sup>(16)</sup>.

Assim como em Gouveia *et al*<sup>(9)</sup>, houve predomínio de internações de crianças do sexo masculino, devido ao menor diâmetro e ao maior tônus das vias aéreas, com menores fluxos pulmonares durante o primeiro ano de vida, mais evidentes em meninos do que em meninas<sup>(15)</sup>.

Uma limitação deste estudo foi a ausência de medições pela Cetesb dos poluentes  $\text{SO}_2$  e  $\text{CO}$ , potentes irritantes do trato respiratório. Quanto ao  $\text{SO}_2$ , em dois estudos realizados em São José de Campos<sup>(7,12)</sup>, cidade de médio porte como Sorocaba, também com crianças de zero a dez anos de idade, confirmou-se o efeito deletério desse poluente.

Outra limitação pode decorrer da exclusão das internações realizadas por convênios médicos e outras fontes pagadoras, que não o SUS. Acrescente-se ainda as pneumonias em crianças tratadas no ambulatório, isto é, que não resultaram em internação e também não foram incluídas no estudo. Além disso, erros na codificação da doença podem ter contribuído para uma contabilização imprecisa dos casos. Essas limitações apontadas poderiam colaborar para uma subnotificação das ocorrências da doença. Deve-se ressaltar, entretanto, que o Datasus é uma fonte oficial do Ministério da Saúde e os dados disponibilizados pelo portal servem como material para a realização de estudos epidemiológicos. Os registros das internações referem-se à parcela da população que utiliza o serviço público de saúde, ou seja, a maior parte da população do país.

Falhas no monitoramento dos poluentes durante o estudo causaram ausência de dados, tanto em dias isolados como em dias consecutivos. Porém, em estudos ecológicos de séries temporais com dados diários, a ausência de alguns dados não interferiu nos resultados finais, constituindo uma possível variável de confusão<sup>(9)</sup>. Não se consideraram as exposições individuais aos gases estudados e suas concentrações foram tratadas como homogêneas em todo o município. Erros no diagnóstico ou a dupla contagem de um mesmo paciente podem ter ocorrido. Além disso, a maior demanda aos hospitais pode se relacionar a outros fatores de risco, como infecções e

alergias<sup>(9)</sup>. É importante frisar que os estudos ecológicos e de séries temporais não permitem identificar se a criança internada teve como causa a exposição aos poluentes ou se a criança exposta aos poluentes foi internada. O desenho deste estudo é diferente do realizado por Vieira *et al.*<sup>(17)</sup>, que realizaram medidas individuais em 64 crianças, identificando que a exposição ao NO<sub>2</sub> aumentava o risco de asma e pneumonia.

Os mecanismos pelos quais a poluição ambiental interfere na saúde humana ainda não são totalmente conhecidos. O material particulado parece atuar via mediadores inflamatórios e estresse oxidativo e as repostas parecem depender do material adsorvido nas partículas, como metais, carbono orgânico, íons (sulfatos e nitratos) e outros

componentes de biogênicos<sup>(18)</sup>. A ação do NO<sub>2</sub>, que é um radical livre, tem potencial para depletar as defesas antioxidantes dos tecidos e, conseqüentemente, causar dano local e processo inflamatório<sup>(19)</sup>. Nesse contexto, estudos epidemiológicos que enfoquem essa questão são essenciais, considerando-se a comprovada morbidade respiratória e o impacto negativo que os poluentes causam na qualidade de vida das pessoas, sendo a hospitalização apenas um dos muitos efeitos causados pela poluição do ar<sup>(7,9)</sup>.

Dessa forma, verificou-se a associação entre a exposição aos poluentes atmosféricos PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> e as internações por pneumonia em Sorocaba, fornecendo subsídios para a elaboração de políticas que reduzam os riscos à Saúde Pública e, em especial, à saúde infantil.

## Referências bibliográficas

- Schwartz J. Air pollution and children's health. *Pediatrics* 2004;113 (Suppl 4):1037-43.
- Brasil - Ministério da Saúde – DATASUS [homepage on the Internet]. Morbidade hospitalar do SUS – por local de residência – São Paulo [cited 2012 Aug 11]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/mrsp.def>
- Marcilio I, Gouveia N. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. *Cad Saude Publica* 2007;23 (Suppl 4):S529-36.
- Natali RM, Santos DS, Fonseca AM, Filomeno GC, Figueiredo AH, Terrivel PM *et al.* Hospital admissions due to respiratory diseases in children and adolescents of São Paulo city, 2000-2004. *Rev Paul Pediatr* 2011;29:584-90.
- Macedo SE, Menezes AM, Albernaz E, Post P, Knorst M. Risk factors for acute respiratory disease hospitalization in children under one year of age. *Rev Saude Publica* 2007;41:351-8.
- Nascimento LF, Marcitelli R, Agostinho FS, Gimenes CS. Hierarchical approach to determining risk factors for pneumonia in children. *J Bras Pneumol* 2004;30:445-51.
- Nascimento LF, Pereira LA, Braga AL, Módolo MC, Carvalho JA Jr. Effects of air pollution on children's health in a city in Southeastern Brazil. *Rev Saude Publica* 2006;40:77-82.
- Arbex MA, Santos UP, Martins LC, Saldiva PH, Pereira LA, Braga AL. Air pollution and the respiratory system. *J Bras Pneumol* 2012;38:643-55.
- Gouveia N, de Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica* 2006;22:2669-77.
- Brasil - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage on the Internet]. IBGE cidades@ [cited 2012 Aug 23]. Available from: <http://www.ibge.gov.br/>
- São Paulo - Prefeitura Municipal de Sorocaba [homepage on the Internet]. Sobre Sorocaba. Conheça melhor nossa cidade [cited 2012 Aug 23]. Available from: <http://www.sorocaba.com.br/sobre-sorocaba.html>
- Amâncio CT, Nascimento LF. Asthma and ambient pollutants: a time series study. *Rev Assoc Med Bras* 2012;58:302-7.
- Jasinski R, Pereira LA, Braga AL. Air pollution and pediatric hospital admissions due to respiratory diseases in Cubatão, São Paulo state, Brazil, from 1997 to 2004. *Cad Saude Publica* 2011;27:2242-52.
- Moura M, Junger WL, Mendonça GA, Leon AP. Air quality and acute respiratory disorders in children. *Rev Saude Publica* 2008;42:503-11.
- Toyoshima MT, Ito GM, Gouveia N. Morbidade por doenças respiratórias em pacientes hospitalizados em São Paulo/SP. *Rev Assoc Med Bras* 2005;51:209-13.
- Brasil - Ministério do Meio Ambiente [homepage on the Internet]. Resolução CONAMA nº 003/1990 [cited 2012 Oct 13]. Available from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=03&ano=1990&texto=>
- Vieira SE, Stein RT, Ferraro AA, Pastro LD, Pedro SS, Lemos M *et al.* Urban air pollutants are significant risk factors for asthma and pneumonia in children: the influence of location on the measurement of pollutants. *Arch Bronconeumol* 2012;48:389-95.
- Samet JM, Brauer M, Schlesinger R. Particulate matter. In: World Health Organization, editor. *Air quality guidelines: global update 2005*. Copenhagen: WHO; 2006. p. 217-305.
- Forastiere F, Peters A, Kelly FJ, Holgate ST. Nitrogen dioxide. In: World Health Organization, editor. *Air quality guidelines: global update 2005*. Copenhagen: WHO; 2006. p. 331-94.