



---

**ARTIGO ORIGINAL**

---

**Vias aéreas inferiores e a poluição***Lower Airways and Pollution*

Tania M. Sih \*

**Resumo**

**Objetivo:** O estudo visa demonstrar a prevalência de doenças de vias aéreas inferiores em crianças expostas a poluentes ambientais provenientes de fontes distintas.

**Métodos:** Um estudo epidemiológico (através de um inquérito) foi realizado no Estado de São Paulo com 3 grupos (1000 crianças em cada grupo): na região da Grande São Paulo, poluição urbana; em Piracicaba, poluição da queimada da palha da cana de açúcar; Tupã e Batatais, zona rural livre de poluição.

**Resultados:** Com relação à asma/bronquite e/ou pneumonia, as crianças de Piracicaba e São Paulo apresentaram índices de 14% e 11%, respectivamente, em comparação a 10% em Tupã ou Batatais. O índice de absenteísmo na escola foi de 17% em Piracicaba, 11% em São Paulo e 9% em Tupã e Batatais. O índice de hospitalizações devido a complicações de doenças respiratórias (asma/ bronquite e/ou pneumonia) foi de 4% em São Paulo, 3% em Piracicaba e 2% em Tupã e Batatais. Todos os resultados citados demonstraram alta significância estatística ( $p < 0.005$ ).

**Conclusões:** A alta prevalência de infecções e complicações das vias aéreas inferiores nos grupos de crianças expostas a poluentes de diferentes origens do ar atmosférico demonstra a necessidade de medidas mais eficazes no controle da poluição ambiental.

*J. pediatr. (Rio J.). 1997; 73(3):166-170: criança, asma, bronquite, pneumonia, poluição.*

**Introdução**

Inúmeros estudos epidemiológicos demonstram que a incidência e a gravidade da asma está aumentando<sup>1</sup>. Da mesma forma, está aumentando o número de hospitalizações decorrentes de complicações do estado de mal asmático, apesar do maior consumo de medicamentos utilizados para o seu tratamento<sup>2-4</sup>. A poluição atmosférica tem sido uma das hipóteses levantadas para explicar essas observações, uma vez que um aumento da resposta brônquica foi demonstrado em crianças expostas a ambientes com nível de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)<sup>5</sup>, ozônio (O<sub>3</sub>)<sup>6</sup> e dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)<sup>7</sup>.

**Abstract**

**Objective:** The purpose of this study is to demonstrate the prevalence of lower respiratory airway diseases in children exposed to different sources of environmental pollutants.

**Methods:** An epidemiological survey (using a questionnaire) was conducted in São Paulo State with three groups of children (1000 in each group): in the city of São Paulo, urban pollution; in Piracicaba, sugar cane burning area; and in Tupã and Batatais, pollution-free rural zone.

**Results:** As for asthma/bronchitis and/or pneumonia, children from Piracicaba and São Paulo presented rates of 14 and 11% respectively, compared with 10% in Tupã and Batatais. Absenteeism from school was 17% in Piracicaba, 11% in São Paulo and 9% in Tupã and Batatais. Hospitalizations due to respiratory complications (asthma/ bronchitis or pneumonia) was 4% in São Paulo, 3% in Piracicaba and 2% in Tupã and Batatais. All the above results had statistical significance ( $p < 5$ ).

**Conclusions:** High prevalence of lower respiratory airways infections and their complications in children exposed to different sources of environmental air-pollutants demonstrate the need for a more efficacious control environment pollution.

*J. pediatr. (Rio J.). 1997; 73(3):166-170: child, asthma, bronchitis, pneumonia, pollution.*

São Paulo é o centro mais industrializado da América Latina e tem aproximadamente 3.000.000 automóveis e 300.000 caminhões. A população da grande São Paulo com suas áreas satélites tem aproximadamente 17.000.000 de habitantes e está sujeita a freqüentes inversões térmicas. A poluição do ar é um sério problema e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), que é a agência estadual do controle de meio ambiente, calcula que a principal fonte da poluição atmosférica são os veículos automotivos<sup>8</sup>.

É importante, quando falamos da Grande São Paulo, lembrar que a arquitetura das grandes cidades cria uma barreira de edifícios altos e a quase total ausência de áreas verdes torna a circulação do ar mais difícil. Nos grandes complexos urbanos, a maioria das substâncias tóxicas se

---

\* Doutor em Otorrinolaringologia.

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Laboratório de Investigações Médicas (LIM) 40.

acumula na antroposfera, a camada mais baixa das 2 camadas que formam a atmosfera, estendendo-se até uma altura de 2 metros acima do solo. Uma fração muito pequena escapa para a troposfera, a qual se estende por 12 Km acima do solo<sup>9</sup>.

No Brasil, após a introdução do álcool como combustível para automóveis, o cultivo da cana de açúcar aumentou. A monocultura da cana de açúcar é hoje uma realidade em diversas regiões do nosso país. Periodicamente, a palha da cana é queimada, espalhando nuvens de fumaça composta de partículas de fuligem preta. Os habitantes das regiões rurais circunvizinhas às plantações de cana de açúcar estão expostos a substâncias químicas presentes nessa fumaça. Pouco ou nada se sabe a respeito dos efeitos desse material particulado na qualidade da saúde das pessoas que convivem de perto com a queima da palha da cana de açúcar.

Considerando a importância desse problema, conduzimos um estudo epidemiológico na região da Grande São Paulo, na zona canavieira de Piracicaba (cidade com em torno de 350.000 habitantes), próximo à queima da palha da cana de açúcar, comparativamente com Batatais e Tupã, cidades do interior do Estado de São Paulo, sem poluição do ar proveniente dessas fontes.

### Material e Método

Entre novembro de 1996 e fevereiro de 1997, foi coletada a primeira parte dos dados relativos ao estudo "A criança e a poluição", incentivado pelo Comitê de Otorrinolaringologia Pediátrica da International Federation of Pediatric Otorhinolaryngological Societies (IFOS), do qual fazemos parte. Uma das tarefas desse Comitê Internacional, composto por 11 membros representando países como Brasil, Argentina, China, Índia, Polônia, Austrália, Estados Unidos, França, Itália, Holanda e Inglaterra é a realização de estudos pertinentes a essa área, assim como a sua divulgação e conscientização das autoridades ambientais dos seus respectivos países.

Para determinar o papel do meio ambiente em relação a infecções e alergia respiratória, 3000 crianças (de 7 a 14 anos de idade) foram incluídas no estudo composto por 3 grupos com 1000 crianças em cada grupo: as crianças pertencentes a Batatais e Tupã foram denominadas de Grupo Verde; as de Piracicaba, Grupo Amarelo e as da Grande São Paulo, Grupo Vermelho.

Todas as crianças pertenciam a escolas estaduais da rede pública, numa tentativa de uniformizar as condições sócio-econômicas dos distintos grupos.

Um inquérito epidemiológico foi realizado através de um questionário ministrado aos pais das crianças. O questionário era baseado em dados de anamnese, orientados para a árvore respiratória, para verificação de sintomas clínicos, doenças infecciosas e alérgicas e seus aspectos correlatos, assim como fatores predisponentes.

Foi determinada a frequência dos seguintes sinais e

sintomas clínicos, infecções e alergia do trato respiratório inferior e aspectos a ele correlacionados:

- tosse;
- tosse noturna;
- secreção nasal;
- no momento da coleta dos dados, em tratamento com antibiótico ou com abordagem para alergia (anti-histamínico, broncodilatador, corticóide, seja nebulizador nasal ou via oral, cromoglicato de sódio, imunoterapia específica);
- asma/bronquite, tendo sido esse diagnóstico mencionado pelo médico;
- índice de absenteísmo na escola por doença respiratória;
- internação hospitalar durante o ano de 1996 por motivo de complicações de asma, bronquite e/ou pneumonia.

Foi também determinada a frequência de fatores predisponentes como:

- fumante passivo dentro de casa;
- mofo dentro de casa;
- inseticida sob a forma de aerosol ou colocado na tomada elétrica dentro de casa;
- animais domésticos de pêlo (gato ou cachorro) dentro de casa;
- proporção habitante/quarto de dormir (número de pessoas que dormiam dentro do mesmo quarto  $\geq 3$ );
- história familiar de alergia.

Para análise e comparação dos dados, utilizou-se o teste qui-quadrado e análise multivariada, considerando-se um *p* menor que 0,05 como diferença significativa. Para esse fim, utilizou-se o programa EPI-Info 6.0 (Centers for Disease Control and Prevention, GA, USA).

### Resultados

Os resultados foram obtidos através da resposta a 4500 questionários, dos quais aproveitamos 3000. Isso aconteceu devido a falha no preenchimento, ou por ser ilegível. Os resultados das frequências dos sintomas e das doenças de vias aéreas superiores (alérgicas ou infecciosas) como obstrução nasal, coriza, rinite, sinusite etc, assim como seus fatores predisponentes, estão publicados em outro periódico<sup>10</sup>.

A frequência de doenças das vias aéreas inferiores, sejam alérgicas ou infecciosas, seus sinais e sintomas clínicos, bem como aspectos a elas relacionados estão descritos na Tabela 1.

Entre os sintomas clínicos, a presença de tosse, tosse noturna e secreção nasal foi mais prevalente nos Grupos Amarelo e Vermelho, com significância estatística ( $p < 0.005$ ) para secreção nasal e tosse noturna. Crianças portadoras de asma/bronquite foram encontradas em maior número na região canavieira e na metrópole de São Paulo, quando comparadas com a região verde ( $p < 0.005$ ). O

**Tabela 1** - Associação entre as frequências de sinais e sintomas clínicos, alérgicos ou infecciosos do trato respiratório inferior e seus aspectos correlacionados por grupos de crianças

Vias aéreas inferiores: sinais e sintomas clínicos de alergia/ infecções e seus aspectos correlatos	Grupos de crianças (%)			Valor de p<
	Amarelo (N=1000)	Vermelho (N=1000)	Verde (N=1000)	
Tosse	26	30	25	0.067
Secreção nasal	7	8	5	0.005
Tosse noturna	10	14	8	0.005
Asma/bronquite	14	11	10	0.005
Atualmente em tratamento com abordagem alérgica ou com antibiótico	6	9	5	0.084
Absenteísmo na escola	11	17	9	0.006
Hospitalização por asma/bronquite e/ou pneumonia	3	4	2	0.005

**Teste qui-quadrado**

tratamento com antibiótico ou com abordagem antialérgica foi muito mais importante nas crianças da Grande São Paulo. Da mesma forma, o absenteísmo na escola por doença respiratória foi muito mais prevalente na cidade de São Paulo. O índice de internações hospitalares por complicações de doenças brônquicas e/ou pulmonares foi significativamente maior nas crianças da Grande São Paulo.

A frequência de possíveis fatores predisponentes para doenças das vias aéreas inferiores, em cada grupo, está apresentada na Tabela 2.

Entre os fatores predisponentes, o tabagismo passivo, uso de inseticida dentro de casa e a presença de animais (gato e cachorro) dentro de casa foi mais prevalente no Grupo Amarelo. Presença de mofo e maior número de pessoas dormindo dentro do mesmo quarto foram mais relatados no Grupo Vermelho. História de familiares com alergia foi mais mencionada no Grupo Verde.

Na análise univariada, São Paulo, Tupã e Batatais tiveram menor prevalência de asma/bronquite, quando comparadas com Piracicaba. No entanto, os três grupos diferiram quanto a presença de tabagismo, mofo, inseticida e animais de pêlo dentro de casa, sendo essas variáveis, portanto, possíveis variáveis de confusão.

Utilizou-se a regressão logística, feita com o programa de computador *Egret (Epidemiological Graphics Estimation and Testing)* - SERC - Statistics and Epidemiology Research Corporation - version 0.26.6, Seattle, Washington, 1991, para controlar as possíveis variáveis de confusão como tabagismo, mofo, inseticida, animais de pêlo dentro de casa e chegou-se aos resultados descritos na Tabela 3.

As crianças da Grande São Paulo, bem como as de Batatais e Tupã, na análise univariada tiveram um risco 30% menor que as crianças de Piracicaba para asma/bronquite. Esse risco ficou ainda menor (40% a menos)

**Tabela 2** - Frequência de possíveis fatores predisponentes para doenças respiratórias por grupos de crianças

Fatores predisponentes	Grupos de crianças (%)			Valor de p<
	Amarelo (N=1000)	Vermelho (N=1000)	Verde (N=1000)	
Tabagismo passivo	64	58	52	0.005
Mofo	12	18	8	0.005
Animais de pêlo dentro da casa	38	31	36	0.005
Inseticida	43	32	34	0.005
Relação quarto/habitante	23	28	17	0.005
História familiar de alergia	27	28	31	0.005

**Teste qui-quadrado**

**Tabela 3** - Odds Ratios brutos e ajustados \* para asma/bronquite por grupos de crianças estudadas

	OR Bruto	(IC 95%)	p	OR Ajustado	(IC 95%)	p
Piracicaba	1.00	-	-	1.00	-	-
São Paulo	0.69	(0.53-0.91)	0.008	0.61	(0.45-0.83)	0.002
Tupã/Batatais	0.67	(0.51-0.88)	0.004	0.62	(0.45-0.85)	0.003

\* ajustado para tabagismo, mofo, inseticida, e animais de pêlo dentro de casa  
Análise multivariada

após controlar asma/bronquite para as variáveis como tabagismo, mofo, inseticida e animais em casa.

**Discussão**

A presente investigação epidemiológica revelou que doenças alérgicas e infecciosas das vias aéreas inferiores foram mais prevalentes nas regiões da Grande São Paulo e Piracicaba, onde existe uma alteração mais evidente do meio ambiente, em particular de poluentes do ar atmosférico.

Estudo com análise do lavado brônquio-alveolar após exposição repetida do NO<sub>2</sub> revelou diminuição dos macrófagos alveolares, células B e “natural killer (NK)-cells”, assim como alteração da relação T “helper/supressor ” e diminuição do número de linfócitos no sangue periférico<sup>11</sup>. Esses resultados sugerem que o sistema imunitário de defesa pode estar comprometido, contribuindo para o aumento da susceptibilidade às infecções da árvore respiratória.

Foi realizado um estudo na região central da cidade de São Paulo para investigar os efeitos, em ratos de laboratório, expostos durante 6 meses a nível urbano de poluição do ar atmosférico. Esse estudo demonstrou a presença de hiper-reatividade pulmonar, com hiperplasia das células secretoras, alterações ciliares ultraestruturais, disfunção do aparelho mucociliar, com diminuição do clearance mucoso e uma suscetibilidade muito elevada para contrair infecções pulmonares<sup>12</sup>. As anormalidades ciliares encontradas foram cílios compostos, desarranjo microtubular, alterações nas propriedades reológicas do muco, sendo estas últimas mais pronunciadas nas vias aéreas inferiores. Esse estudo teve como grupo controle um grupo de ratos mantidos durante o mesmo período em Atibaia, cidade do interior do estado de São Paulo, área livre de poluição do ar atmosférico. Os animais mantidos na cidade de São Paulo apresentaram um ganho de peso menor e um índice de mortalidade maior que o grupo controle.

Os sintomas de secreção nasal e tosse (30% em São Paulo) no nosso estudo foram também relatados por Gryczynska<sup>13</sup>. Esse trabalho, realizado em um distrito

poluído na Polônia, encontrou tosse crônica com secreção nasal em 45% das crianças com as seguintes características: noturna, paroxística, coqueluchóide, seca e persistente por vários meses.

A freqüência de asma/bronquite na nossa investigação foi de 14% e 11%, respectivamente em Piracicaba e São Paulo, números maiores do que os encontrados por von Mutius<sup>14</sup>. Essa autora, estudando crianças escolares em Munich e Leipzig, comparando as duas Alemanhas após a reunificação desse país, encontrou asma diagnosticada pelo médico em 9,3% na Alemanha Ocidental, versus 7,2% na Alemanha Oriental. Munich é uma cidade de 1.300.000 habitantes, cuja fonte de poluição é o tráfego pesado de carros, enquanto que Leipzig, com 535.000 habitantes, é muito poluída devido à queima de carvão e emissões industriais. O nosso achado de asma em São Paulo foi maior que em Munich. Entretanto, Piracicaba, uma cidade menor que Leipzig e com certeza menos industrializada, mostrou uma freqüência de asma/bronquite de 14%, enquanto que em Leipzig foi de 7,2%. Uma possível explicação seria o tipo diferente de poluição do ar atmosférico, capaz de aumentar a incidência dessa doença na cidade de Piracicaba.

Hospitalizações por complicação de asma/bronquite ou pneumonia foi mais evidente nas crianças de São Paulo (4%), seguido pelas crianças de Piracicaba (3%). As crianças deste último grupo têm o mesmo tipo de atendimento de saúde - Sistema Unificado de Saúde (SUS) - que as crianças de Tupã ou Batatais, onde, no entanto, houve 2% de hospitalizações. Estudos de Mitchell e Dawson demonstram a tendência a um aumento, em diferentes países, no índice de admissão hospitalar de crianças por asma<sup>2-3</sup>. Cabe aqui mencionar o estudo de Saldiva e col. sobre a associação entre a poluição do ar e a mortalidade infantil devido a doenças respiratórias em São Paulo<sup>15</sup>. Esse trabalho demonstra a associação significativa entre a mortalidade infantil devido a doenças respiratórias e os níveis de NO<sub>2</sub>.

O índice de absentéismo na escola maior em São Paulo e em Piracicaba indica o prejuízo na escolaridade, com repercussões negativas não só a curto como a longo prazo, na oferta de um futuro mais adequado a essas crianças.

Este estudo confirma a relevância de alguns fatores predisponentes para doenças respiratórias, alérgicas ou infecciosas, como tabagismo passivo, mofo, inseticida dentro de casa, animais de pêlo dentro de casa, relação quarto/habitante. Tabagismo passivo é freqüentemente citado como fator contribuinte para distúrbios respiratórios e parece ter uma influência importante nas doenças respiratórias<sup>16</sup>. Porém, quando esses fatores predisponentes foram controlados como possível variável de confusão, a asma/bronquite em crianças de Piracicaba ainda assim mostrou-se importante.

Os resultados do estudo aqui apresentados estão de acordo com estudos em ratos feitos por Saldiva e col.<sup>12</sup>, que indicam que a poluição do ar em São Paulo atingiu níveis suficientemente altos para causar efeitos adversos à saúde da população exposta. Da mesma forma, as crianças expostas aos poluentes do ar da região canavieira apresentaram maior prejuízo na saúde.

A presença de poluentes no ar na Grande São Paulo, proveniente de fontes móveis, bem como os poluentes presentes no ar da região de Piracicaba, provenientes da queima da palha da cana de açúcar, surte efeitos nocivos à saúde da criança.

#### Agradecimentos

Agradecimento especial aos Profs. Paulo R. Menezes, do Departamento de Medicina Preventiva da FMUSP, pelo assessoramento na análise estatística, e Paulo Saldiva, do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental e Chefe do Depto. de Patologia da FMUSP, pelo apoio e estímulo ao estudo e comentários na revisão da publicação.

#### Referências bibliográficas

- Pereira P, Saldiva PHN, Sakae RS et al. Urban levels of air pollution increase lung responsiveness in rats. *Environmental Research* 1995; 69:96-101.
- Mitchell EA. International trends in hospital admission rates for asthma. *Arch Dis Child* 1985; 60:376-378.
- Dawson KP. The severity of asthma in children admitted to hospital: A 20 year review. *NZ Med J* 1987; 100:520-521.
- Mullally DI, Howard WA, Hubbard TJ et al. Increase in hospitalizations for asthma among children in the Washington, DC area during 1961-1981. *Ann Allergy* 1984; 53:15-19.
- French JG, Lourimore G, Nelson WC et al. The effect of sulfur dioxide and suspended sulfates on acute respiratory disease. *Arch Environ Health* 1973; 27:129-133.
- Lioy PJ, Vollmuth TA, Lippmann M. Persistence of peak flow decrement in children following ozone exposure exceeding the National Ambient Air Quality Standard. *J Air Pollut Control Assoc* 1985; 35:1069-1071.
- Speizer FE, Ferris BG, Bishop YMM et al. Respiratory disease rates and pulmonary function in children associated with NO<sub>2</sub> exposure. *Am Rev Respir Dis* 1980; 121:3-10.
- CETESB. Relatório da qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e em Cubatão - 1988 . 1989.
- Farina E, Colorizio V. La patologia respiratoria da ambiente. In: Farina E, ed. *Inquinamento da scarichi urbani*, Teramo: Eco, 1988: 12-14.
- Sih T. Upper Respiratory Airways and the Pollution. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* (aceito para publicação).
- Sandström T, Helleday R, Bjermer L et al. Effects of repeated exposure to 4 ppm nitrogen dioxide on bronchoalveolar lymphocyte subsets and macrophages in healthy men. *Eur Respir J* 1992; 5:1092-1096.
- Saldiva PHN, King M, Delmonte VLC et al. Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study in rats. *Environmental Research* 1992; 57:19-33.
- Gryczynska D, Krawczynski A, Zakrzewska J. Clinical evaluation of children's nasal obstruction in a highly polluted district of Poland. In: Fior R and Pestalozza G, ed. *The child and the environment*, Amsterdam-London: Excerpta Medica, 1993. p. 233-237.
- Mutius EV, Martinez FD, Fritsch C et al. Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149:358-364.
- Saldiva PHN, Lichtenfels AJFC, Paiva PSO et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environmental Research* 1994; 65:218-225.
- Fergusson D, Horwood L, Shannon F. Parental smoking and respiratory illness in infancy. *Arch Dis Child* 1980; 55:358-361.

Endereço para correspondência:  
 Dra. Tania M. Sih  
 Rua Itapeva, 366 - conj. 102  
 CEP 01332-000 - São Paulo -SP  
 Tel: 011-283.3396 / 283.4645  
 Fax: 011- 826.9652