

Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil

Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in São Paulo, Brazil

Lourdes Conceição Martins^a, Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre^b, Maria Regina Alves Cardoso^b, Fábio Luiz Teixeira Gonçalves^c, Paulo Hilário Nascimento Saldiva^a e Alfésio Luís Ferreira Braga^d

^aDepartamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil. ^bDepartamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, SP, Brasil. ^cInstituto Astronômico e Geofísico da USP. São Paulo, SP, Brasil. ^dDepartamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade de Santo Amaro. São Paulo, SP, Brasil

Descritores

Poluição do ar, efeitos adversos.[#]
Saúde do idoso.[#] Pneumonia.[#]
Influenza.[#] Distribuição de Poisson.

Keywords

Air pollution, adverse effects.[#] Aging health.[#] Pneumonia.[#] Influenza.[#] Poisson distribution.

Resumo

Objetivo

Investigar os efeitos causados pela poluição atmosférica na morbidade por pneumonia e por gripe em idosos entre 1996 e 1998.

Métodos

Foram obtidos dados diários de atendimentos por pneumonia e gripe para idosos em pronto-socorro médico de um hospital-escola de referência no Município de São Paulo, SP, Brasil. Os níveis diários de CO, O₃, SO₂, NO₂ e PM₁₀ foram obtidos na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, e os dados diários de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos no Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Para verificar a relação existente entre pneumonia e gripe e poluição atmosférica, utilizou-se o modelo aditivo generalizado de regressão de Poisson, tendo como variável dependente o número diário de atendimentos por pneumonia e gripe e como variáveis independentes as concentrações médias diárias dos poluentes atmosféricos. A análise foi ajustada para sazonalidade de longa duração (número de dias transcorridos), sazonalidade de curta duração (dias da semana), temperatura mínima, umidade média, períodos de rodízio e os atendimentos por doenças não-respiratórias em idosos.

Resultados

O₃ e SO₂ estão diretamente associados à pneumonia e à gripe, independentemente das variáveis de controle. Porém, na análise conjunta, eles perdem sua significância estatística. Pôde-se observar que um aumento interquartil (25%-75%) para o O₃ (38,80 µg/m³) e SO₂ (15,05 µg/m³) levaram a um acréscimo de 8,07% e 14,51%, respectivamente, no número de atendimentos por pneumonia e gripe em idosos.

Conclusões

Os resultados sugerem que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde de idosos.

Abstract

Objective

A time series was developed to investigate the effect of air pollution levels on morbidity due to respiratory diseases such as pneumonia and influenza among elderly people from 1996 to 1998.

Correspondência para/Correspondence to:

Maria do Rosário D. de O Latorre
Departamento de Epidemiologia
Faculdade de Saúde Pública da USP
Av. Dr. Arnaldo, 715
01246-904 São Paulo, SP, Brasil
E-mail: mdrddola@usp.br

Baseado na Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em 2000. Recebido em 23/1/2001. Reformulado em 27/8/2001. Aprovado em 12/1/2001. Edição subvencionada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp – Processo nº 01/01661-3)

Methods

Daily data on emergency room visits was collected at the university clinics hospital in São Paulo, Brazil. Daily levels of CO, NO₂, O₃, SO₂ and PM₁₀ were obtained from the State Environmental Agency. Daily measures of temperature and relative humidity were obtained from the Institute of Astronomy and Geophysics of the University of São Paulo. Generalized additive Poisson regression models were used to assess the relationship between pneumonia and influenza and air pollution, using the number of emergency room visits as dependent variable and the average daily levels of each pollutant as independent variables. The models were estimated and adjusted by seasonality (non-parametric function), weather, weekdays, motor vehicle circulation curbs periods and daily numbers of non-respiratory hospital admissions.

Results

The pollutants O₃ and SO₂ showed a statistical association with pneumonia and influenza. These associations remained robust when control variables were included. An interquartile range for O₃ (38.80 µg/m³) and SO₂ (15.05 µg/m³) increased in 8.07% and 14.5%, respectively, the number of emergency room visits due to pneumonia and influenza.

Conclusion

The study results suggest that air pollution in the city of São Paulo may promote adverse health effects in elderly people.

INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica, mesmo com valores abaixo do nível permitido pelos órgãos responsáveis, tem afetado de forma significativa a vida dos seres vivos.^{9,13,14} Embora o mecanismo biológico específico ainda esteja em estudo, diversos autores sustentam que o efeito deletério da poluição atmosférica na saúde da população é causal.^{1,4,14-16}

As crianças e os idosos são os dois grupos etários que têm se mostrado mais susceptíveis aos efeitos da poluição atmosférica. Muitos estudos mostram uma associação positiva entre mortalidade e morbidade por problemas respiratórios em crianças.^{1,6,9} Já entre os idosos, a poluição atmosférica tem sido associada a aumentos de morbidade (internações)^{8,16-18} e de mortalidade,^{13-15,19} tanto por doenças respiratórias quanto por doenças cardiovasculares.

Porém, internações ou mortalidade por problemas respiratórios poderiam refletir os efeitos mais graves da poluição. Por isso é importante avaliar se a poluição do ar poderia afetar a saúde dos idosos em eventos mais agudos e que provocariam aumento da demanda dos atendimentos em pronto-socorros.

A poluição atmosférica tem sido associada a decréscimo da função pulmonar, faltas à escola, decréscimo nas taxas de *peak flow* em crianças normais e aumento no uso de medicamentos por crianças ou adultos com asma;¹⁰ além disso, podem-se observar alterações no sistema imunológico de pessoas normais, com redução do "clearance" mucociliar.^{3,10}

Como a maioria dos estudos descritos na literatura utiliza, como medida de desfecho, as doenças respi-

ratórias como um todo, no presente estudo pretendeu-se verificar se uma doença específica como pneumonia e gripe estariam relacionadas também à poluição atmosférica. Estudos experimentais em ratos mostraram que a exposição à poluição compromete de forma significativa o sistema respiratório, causando, entre outros sintomas, um aumento de células inflamatórias em ratos.¹² Dos atendimentos por doenças respiratórias em idosos no pronto-socorro médico do hospital estudado, 6% foram por pneumonia e gripe, seguidos por doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (5%).⁷ Pneumonia e gripe foram consideradas em conjunto, pois, na 10ª revisão da Classificação Internacional de Doenças, são codificadas no mesmo agrupamento (J10-J18).

Com o objetivo de verificar o efeito da poluição atmosférica nos atendimentos de idosos por pneumonia ou gripe, foi desenvolvido estudo ecológico de séries temporais para o período de 1996 a 1998, utilizando dados de um hospital-escola de referência em São Paulo.

MÉTODOS

O presente trabalho é um estudo ecológico de séries temporais. Foram incluídas informações sobre atendimentos de idosos (pessoas com 65 anos ou mais) no pronto-socorro médico de um hospital-escola de referência, no Município de São Paulo, no período entre 1º de maio de 1996 a 30 de setembro de 1998. Pneumonia e gripe foram codificadas de acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID) – 10ª Revisão (CID10 – J10 a J18).

Os dados de atendimentos, no período de maio de 1996 a junho de 1997, foram obtidos na Divi-

são de Arquivo Médico do hospital estudado. Não se teve acesso aos dados referentes ao mês de julho de 1997 devido a mudanças ocorridas no sistema de processamento de dados do hospital, que passou, desde então, a ser feito pela Prodesp (Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo), que forneceu as informações sobre os atendimentos ocorridos de 1º de agosto de 1997 a 30 de setembro de 1998.

Foram obtidos dados sobre níveis diários de material particulado (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e ozônio (O_3) na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Durante o período de estudo, a Cetesb dispunha de 13 estações fixas na cidade de São Paulo, porém nem todas mediam todos os poluentes: PM_{10} era medido em 13 estações, SO_2 e NO_2 em seis, e CO e O_3 em sete.

Para todos os poluentes, a coleta de dados compreendia um período de 24 horas, que se iniciava à primeira hora do dia.² Braga et al demonstraram que o valor médio dos poluentes são representativos dos níveis médios de poluição para o Município de São Paulo.¹

Informações sobre temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP), que possui uma estação medidora localizada dentro do Parque do Estado, zona Sul da cidade. Foram utilizados os valores da temperatura mínima e da média diária da umidade relativa do ar.

Foram calculadas estatísticas descritivas para todos os poluentes atmosféricos, temperatura mínima, umidade relativa do ar e atendimentos por pneumonia e gripe. Calcularam-se o coeficiente de correlação de Pearson entre os poluentes atmosféricos e, entre estes, os atendimentos.

O número de atendimentos diários por pneumonia e gripe em idosos foi considerado variável dependente, e os níveis médios diários de cada poluente foram as variáveis independentes. As variáveis de controle foram: (a) os dias da semana (variável indicadora) e ajuste para sazonalidade de curta duração; (b) o número de dias transcorridos (o número de dias transcorridos é o número total de dias entre o dia da medida e a data do início do estudo [1/5/1996]) e ajuste para sazonalidade de longa duração; (c) a temperatura mínima diária ($^{\circ}C$) e umidade relativa do ar (média diária em porcentagem) e ajuste pelas variáveis meteorológicas; (d) número de atendimentos por problemas não-respiratórios em idosos, para contro-

lar possíveis problemas no atendimento médico no período de estudo, como problemas de transporte público ou algum outro que impedisse o acesso da população a esse serviço, influenciando no número de atendimentos por doenças respiratórias;¹ (e) períodos de rodízio (variável indicadora).

Para estimar a associação existente entre o número de atendimentos diários por pneumonia e gripe e poluição atmosférica, utilizaram-se modelos aditivos generalizados (MAG) de regressão de Poisson. O número de atendimentos por pneumonia e gripe é um evento de contagem e, por isso, apresenta distribuição de Poisson. Como a relação entre a variável dependente e algumas variáveis de controle, como as meteorológicas, não é, necessariamente, linear, adotou-se o MAG, e foram usadas funções não-paramétricas de alisamento (*loess*). A finalidade da função de alisamento de tempo é remover os padrões sazonais básicos de longa duração, eliminando a variabilidade devida ao acaso. Os parâmetros de alisamento foram escolhidos de forma a minimizar o critério de informação de Akaike.⁵ O MAG pode ser totalmente paramétrico (nesse caso, há o modelo linear generalizado, o semiparamétrico ou o totalmente não-paramétrico).⁵ Foi utilizado o modelo MAG semiparamétrico, pois foi o que conseguiu apreender melhor o efeito de variáveis não-lineares.⁵

Assumiu-se uma relação linear entre atendimentos e poluentes atmosféricos, temperatura mínima, umidade média e número de atendimentos por doenças não-respiratórias em idosos. Variáveis como dias da semana e períodos de rodízio foram consideradas indicadoras.

As manifestações biológicas dos efeitos da poluição sobre a saúde aparentemente apresentam um comportamento que mostra uma defasagem em relação à exposição do indivíduo aos agentes poluidores.¹ O que quer dizer que os atendimentos observados em um dia específico podem estar relacionados à poluição do referido dia, como também com a poluição observada em dias anteriores. Para uma definição mais precisa do modelo a ser utilizado, a determinação de uma estrutura de defasagem (*lag*) adequada é fundamental. Optou-se por utilizar médias móveis dos poluentes, variando de dois a sete dias, em que, por exemplo, a média móvel de seis dias é a média da poluição do dia em questão e dos cinco anteriores. Após terem sido testadas as defasagens de dois a sete dias, utilizaram-se a média móvel de dois dias para o O_3 e o valor médio do dia para os outros poluentes.

Foi utilizado o método *stepwise forward selection* na análise de regressão, em que, por meio de um mo-

delo mais simples – aquele só com um poluente e as variáveis de controle –, chegou-se a um modelo mais complexo, no qual foram incluídos todos os poluentes atmosféricos.

Após a definição do modelo de regressão final, estimou-se o efeito “acréscimo no número de atendimentos hospitalares”, dependendo do aumento nos níveis de poluição do ar, utilizando a diferença interquartil do poluente, por meio da fórmula: $(e^{(\beta \Delta \text{poluente})} - 1) * 100$, onde $\Delta \text{poluente}$ é o valor do poluente no terceiro quartil (25% dos dias mais poluídos) menos o valor do poluente no primeiro quartil (25% dos dias menos poluídos).

Em todas as análises, utilizou-se o nível de significância de 5%. As análises foram feitas pelos softwares SPLUS for windows e SPSS 10.0 for windows.

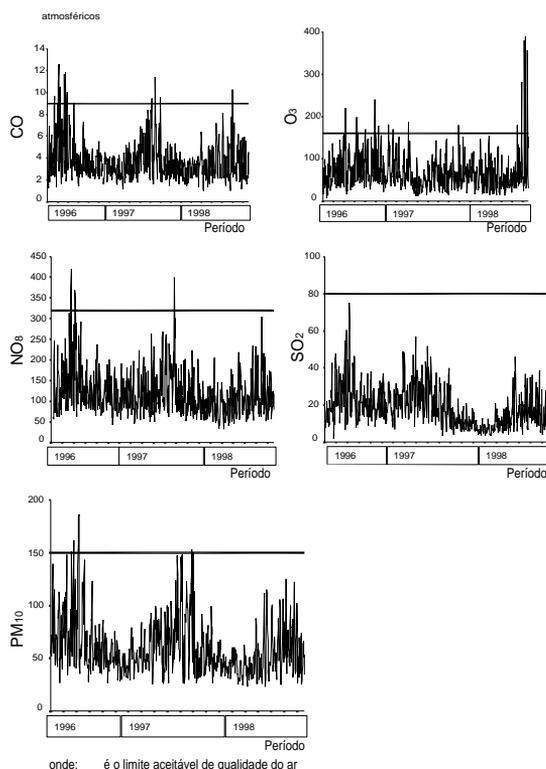


Figura - Concentrações médias diárias para os principais poluentes, Município de São Paulo (1996-1998).

Tabela 1 – Estatística descritiva dos poluentes atmosféricos, temperatura mínima e umidade, Município de São Paulo, 1996-1998.

Variável	N dias	Média diária	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
O ₃	881	66,7	41,8	56,6	7,8	389,5
CO	880	3,7	1,7	3,4	1,0	12,9
NO ₂	873	117,6	53,0	104,8	32,1	421,6
SO ₂	882	18,7	10,6	16,8	2,0	75,2
PM ₁₀	882	59,9	26,3	52,3	22,8	186,3
Temperatura	882	14,9	3,5	14,7	4,0	23,2
Umidade	882	81,6	7,9	82,3	53,3	96,5
Atendimentos	851	0,9	1,02	1,0	0	5,0

RESULTADOS

No período estudado, foram atendidas 13.163 pessoas com 65 anos ou mais, por todas as causas, sendo que os atendimentos por pneumonia e gripe representaram 6% do total de atendimentos.

Pela Figura, observa-se que, em 1996, o O₃ ultrapassou o limite de qualidade do ar nove vezes, o CO ultrapassou em dez vezes, o NO₂ duas vezes e o PM₁₀ seis vezes. Já em 1997, o O₃ e o CO ultrapassaram o limite quatro vezes, enquanto o NO₂ e PM₁₀ ultrapassaram o limite duas vezes. Para o ano de 1998, somente o O₃ ultrapassou o limite em seis vezes e o CO em uma única vez. O SO₂ nunca ultrapassou os limites aceitáveis de qualidade do ar nesse período.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos níveis diários dos poluentes atmosféricos, temperatura mínima, umidade e atendimentos por pneumonia e gripe utilizados nos modelos de regressão. Pode-se observar que o O₃ deixou de ser medido apenas um dia, o CO em dois dias e o NO₂ em nove dias. Tanto a média do PM₁₀ quanto a média do NO₂ foram superiores aos padrões aceitáveis de qualidade do ar, que são de 150 µg/m₃ para o PM₁₀ e 320 µg/m₃ para o NO₂.

Todos os poluentes atmosféricos estão positivamente correlacionados entre si (Tabela 2), exceto o CO com O₃, sendo o PM₁₀ o poluente que está mais fortemente correlacionado aos demais. O número de atendimentos por pneumonia e gripe teve correlação positiva significativa com o CO, SO₂ e PM₁₀.

Ao fazer a análise ajustada pelas variáveis de controle (Tabela 3), verificou-se que CO e PM₁₀ perdem a significância estatística, porém o efeito do SO₂ se mantém. Observou-se que o O₃ passou a ter significância estatística após o ajuste para as variáveis de controle. Ao fazer a análise com os dois poluentes no mesmo modelo (O₃ e SO₂), ambos perdem a sua significância, mostrando que seu efeito não é independente.

Utilizando-se os coeficientes de regressão (β) do

Tabela 2 - Matriz de correlação de Pearson entre as médias diárias dos poluentes atmosféricos (r) e atendimentos de idosos.

Variável	CO r(p)	NO ₂ r(p)	SO ₂ r(p)	PM ₁₀ r(p)	O ₃ r(p)	Atendimentos r(p*)
CO	1,00	0,62 (0,001)	0,51 (0,003)	0,73 (0,001)	0,07 (0,074)	0,09 (0,002)
NO ₂		1,00	0,67 (0,002)	0,83 (0,001)	0,44 (0,005)	0,03 (0,150)
SO ₂			1,00	0,72 (0,001)	0,28 (0,010)	0,13 (0,004)
PM ₁₀				1,00	0,35 (0,001)	0,12 (0,005)
O ₃					1,00	0,00 (0,350)

*p é o nível descritivo do teste.

Tabela 3 - Coeficientes obtidos usando-se Modelos aditivos generalizados e respectivos valores de p.

Poluente	β (p) ^A	β (p) ^B
CO	0,021 (0,399)	-
NO ₂	0,001 (0,110)	-
SO ₂	0,009 (0,050)	0,007 (0,148)
PM ₁₀	0,001 (0,577)	-
O ₃ (média móvel de 2 dias)	0,002 (0,046)	0,002 (0,148)

A: Ajustado por temperatura mínima, umidade média, dias da semana, número de admissões por problemas não respiratórios, sazonalidade e períodos de rodízio.

B: Ajustado por todos os poluentes estatisticamente significativos da análise individual e também ajustado por temperatura mínima, umidade média, dias da semana, número de admissões por problemas não respiratórios, sazonalidade e períodos de rodízio.

modelo final (para cada poluente isoladamente), estimou-se que um aumento no nível de SO₂ do primeiro para o terceiro quartil (15,05 µg/m₃) provocaria um acréscimo de 14,51% nos atendimentos por pneumonia ou gripe em idosos; já para o O₃, a diferença interquartil (38,80 µg/m₃) provocaria um acréscimo de 8,07% nos atendimentos por pneumonia ou gripe em idosos.

DISCUSSÃO

Como todo estudo epidemiológico, o estudo ecológico tem suas limitações, pois a unidade de observação é um grupo de pessoas que pode representar um bairro, uma cidade ou mesmo um país, não existindo a observação individual. Entretanto, estes têm-se mostrado de grande valia na abordagem dos efeitos da poluição sobre a saúde,^{1,15} pois não podem ser realizados estudos experimentais em humanos.

Existem diversos estudos experimentais em animais, e todos eles são coerentes em demonstrar que os níveis urbanos de poluição atmosférica comprometem os sistemas respiratórios e imunológicos de ratos.¹² Provavelmente em humanos o mecanismo fisiopatológico seja semelhante. O mais provável é que haja um prejuízo causado pela poluição atmosférica aos mecanismos de defesa do trato respiratório, em especial no aparelho mucociliar.

Por trabalhar-se com análise de séries temporais com uma série grande (882 dias), considera-se que a perda do mês de julho de 1997 (31 dias) não tenha

interferido nos resultados. Comparou-se a média de atendimentos diários no mês de julho de 96 com a do mês de julho de 98, e não foram observadas diferenças nas médias diárias de atendimentos entre esses meses (p=0,46).

A escolha para trabalhar com dados de atendimento recaiu em um hospital-escola de referência, onde o diagnóstico tem mais probabilidade de estar correto. Além disso, pode-se considerar que as características de seus pacientes não diferem de outros hospitais públicos do município estudado.¹¹

Analisaram-se pneumonia e gripe que, apesar de serem doenças infecciosas, poderiam estar associadas à poluição atmosférica, já que alguns componentes gasosos da poluição atmosférica (SO₂, por exemplo) possuem alta solubilidade e, portanto, têm uma alta taxa de absorção nas vias aéreas. Com isso podem causar um decréscimo no sistema imunológico do indivíduo, transformando-o em uma pessoa mais suscetível a infecções agudas.³

O uso de modelos de regressão cada vez mais sofisticados permite que sejam controlados com maior eficácia os fatores de confusão que poderiam interferir na análise dos dados. A escolha do MAG para a análise foi pelo fato desse modelo permitir que se ajustem funções não-lineares para variáveis que apresentam esse comportamento, por meio de funções de alisamento não-paramétrica. A regressão de Poisson foi usada por permitir analisar dados de contagem como o número de atendimentos por pneumonia e gripe.

O presente trabalho mostra uma associação entre SO₂ e O₃ e atendimentos no pronto-socorro por pneumonia e gripe em idosos, porém na análise conjunta verificou-se que seu efeito não é independente.

O SO₂ é o único poluente atmosférico que nunca ultrapassou os limites aceitáveis de qualidade do ar. Mesmo assim, ele esteve associado aos atendimentos por pneumonia ou gripe em idosos. O SO₂ é um conhecido irritante respiratório, que causa decréscimo da função pulmonar e afeta principalmente pessoas com doenças respiratórias prévias.³ Atualmente, as emissões industriais de SO₂ estão controladas na cidade de São Paulo.

O O_3 , por sua vez, consegue atingir as partes mais profundas do pulmão, causando danos mais severos em pessoas com problemas respiratórios prévios (por exemplo, asma). Ele é formado na troposfera (onde causa danos à saúde), e sua formação está ligada à reação existente entre NO e hidrocarbonetos sob luz solar. Em 1998, houve um inverno muito quente, o que propiciou a formação do O_3 , fazendo com que fosse o único poluente que ultrapassou o limite aceitável de qualidade do ar nesse ano.

São Paulo é um município propício para se estudar os danos que a poluição atmosférica causa nos seres humanos, pois possui uma população em torno de 9,5 milhões de habitantes, uma frota de aproximadamente 6 milhões de veículos automotores, responsáveis por, aproximadamente, 90% das emissões de poluentes na cidade.² Os automóveis são a principal fonte poluidora na cidade. Em vista disso, a Cetesb, desde a década de 80, implantou programas de controle da poluição por veículos automotores (Proconve), e, com isso, um veículo fabricado em 1997 emite 90% menos poluentes que seu similar de 1986.² Em São Paulo, existem órgãos públicos como o Datasus (Banco de dados do Sistema Único de Saúde) e a Prodesp, que forneceram dados diários para o Município de São Paulo que são úteis para análises de dados na área da Saúde.

Schwartz,¹⁶ analisando a relação entre internações de idosos por pneumonia e doença pulmonar obstrutiva crônica em Detroit, onde somente foram medidos PM_{10} e O_3 , encontrou associação significativa entre internações e esses poluentes para ambas as doenças. Em Spokane (lugar com níveis muito baixos de SO_2), esse mesmo autor¹⁷ verificou uma correlação positiva entre PM_{10} e O_3 e as internações por problemas respiratórios em idosos.

Moolgavkar et al,⁸ investigando a relação entre poluição atmosférica e internações por DPOC e pneumonia em idosos em Minneapolis (poluentes medidos: CO, NO_2 , O_3 , PM_{10} e SO_2) e em Birmingham (poluentes medidos: CO, O_3 e PM_{10}), observaram fraca associação entre internações de

ambas doenças e poluição atmosférica em Birmingham, ao contrário do resultado encontrado para Minneapolis, onde se obteve relação significativa entre internações e O_3 .

Em geral, a maioria dos estudos sobre internações por doenças respiratórias em idosos e também sobre mortalidade encontra associação com algum poluente atmosférico. É difícil encontrar uma cidade como São Paulo que meça todos os poluentes atmosféricos; por isso, há dificuldade em definir qual o poluente que seria o maior responsável por problemas respiratórios em idosos.

Por meio desses trabalhos, observa-se que mesmo os poluentes atmosféricos estando dentro dos padrões permitidos de qualidade do ar, estes continuam afetando a morbidade e mortalidade por problemas respiratórios em idosos. Por isso, sugere-se que os limites de qualidade do ar sejam reavaliados.

Nenhum estudo ecológico com as características deste poderá estabelecer uma clara inferência de causalidade, pelos critérios de Hill. Somente a reprodutibilidade pode contribuir para o conhecimento dos agentes causais dos efeitos adversos associados à poluição atmosférica urbana.

Nesse sentido, a realização de um estudo ecológico como o presente justifica-se, uma vez que permite alertar para o problema estudado e, possivelmente, estimular outros estudos que possam melhor conhecer a consistência e a reprodutibilidade das associações ora apresentadas.

Os resultados encontrados vêm reforçar o conceito de que poluição atmosférica promove efeitos adversos na saúde de idosos.

AGRADECIMENTOS

À Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), em especial ao Sr. Carlos Ibsen Vianna Lacava e ao Instituto Astronômico e Geofísico da USP pela interpretação dos dados.

REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). *Relatório de qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e em Cubatão, 1998*. São Paulo; 1999.

3. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor pollution. *Am J Respir Crit Care Med/H* 1996;153:3-50.
4. Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health* 1994;15:107-32.
5. Hastie TJ, Tibshirani RJ. *Generalized additive models*. London: Chapman and Hall; 1995.
6. Lin AC, Martins MA, Farhat SL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio MV et al. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Pediatr Perinat Epidemiol* 1999;13:475-87.
7. Martins LC. *Relação entre poluição atmosférica e algumas doenças respiratórias em idosos: avaliação do rodízio de veículos no Município de São Paulo* [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2000.
8. Moolgavkar SH, Luebek EG, Anderson EL. Air pollution and hospital admissions for respiratory causes in Minneapolis - St. Paul and Birmingham. *Epidemiology* 1997;8:364-77.
9. Pereira LAA, Loomis D, Conceição GMS, Braga ALF, Arcas RM, Kish HS et al. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. *Environ Health Perspect* 1998;106:325-9.
10. Pope III CA, Schwartz J. Time series for the analysis of pulmonary health data. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:s229-33.
11. Rumel D, Riedel LF, Latorre MRDO, Duncan BB. Infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral associados à alta temperatura e monóxido de carbono em área metropolitana do sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 1993;27:15-22.
12. Saldiva PHN, King M, Delmonte VLC, Macchione M, Parada MAC, Daliberto ML et al. Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study in rats. *Environ Res* 1992;57:19-33.
13. Saldiva PHN, Pope CA, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time series study in São Paulo, Brazil. *Arch Environ Health* 1995;50:159-64.
14. Schwartz J. Particulate air pollution and daily mortality: a synthesis. *Public Health Rev* 1991/92;19:39-60.
15. Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis. *Environ Res* 1994;64:36-52.
16. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:648-55.
17. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology* 1995;7:20-8.
18. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight U.S. Countries. *Epidemiology* 1999;10:17-22.
19. Touloumi G, Katsouyanni K, Zmirou D, Schwartz J, Spix C, Leon AP et al. Short-term effects of ambient oxidant exposure on mortality: a combined analysis within the APHEA project. *Am J Epidemiol* 1997;146:177-84.