

Estudo dos efeitos da poluição atmosférica na mortalidade neonatal e fetal na cidade de São Paulo, Brasil*

Study of the effects of air pollution in both neonatal mortality and late fetal losses in the city of São Paulo, Brazil*

Daniel Cuba Nishioka** Fernando Luiz Barbério Coura**
Luiz Alberto Amador Pereira*** Gleice Margarete de Souza Conceição***

Nishioka DC, Coura FLB, Pereira LAA. Estudo dos efeitos da poluição atmosférica na mortalidade neonatal e fetal na cidade de São Paulo, Brasil. Rev Med (São Paulo) 2000 abr./dez.;79 (2/4):81-9.

RESUMO: Muitos estudos têm sugerido que crianças e idosos são mais suscetíveis aos efeitos da poluição atmosférica. Poucos enfatizaram os efeitos agudos da poluição em fetos ou recém-nascidos. Utilizando uma abordagem epidemiológica de séries temporais, o presente estudo tem como objetivo investigar a associação de mortes neonatais e mortes fetais tardias com a exposição à poluição atmosférica no ano de 1998, na cidade de São Paulo. Utilizando modelos de regressão de Poisson, encontrou-se uma associação significativa entre mortes fetais tardias e os níveis de O₃ e NO₂; o aumento estimado na mortalidade associado a esses poluentes foi de 3,5 e 4%, respectivamente. Para a mortalidade neonatal encontrou-se uma associação significativa com O₃, PM₁₀, SO₂ e NO₂ sendo que o aumento estimado na mortalidade foi de 10%. Estes resultados mostram a importância da poluição atmosférica na saúde, e quanto os fetos e recém-nascidos sofrem com esse problema ambiental.

DESCRITORES: Doenças respiratórias/epidemiologia; Poluição do ar/efeitos adversos; Mortalidade fetal; Mortalidade infantil.

INTRODUÇÃO

O fim do século XIX foi marcado pelas primeiras mudanças na postura da população mundial face à poluição do ambiente. Com o crescimento vertiginoso dos centros urbanos e com a industrialização dos mesmos evidenciou-se uma queda na qualidade de vida nas grandes cidades. Este problema acabou por repercutir negativamente na saúde das pessoas⁵.

A poluição atmosférica, por exemplo, não só

foi responsável por aumentar o número de casos de doentes do aparelho respiratório, como também o número de mortes devido a complicações neste mesmo sistema¹. A origem deste problema ambiental deu-se principalmente com o incremento da frota de veículos automotores e com a emissão de poluentes tóxicos pelas chaminés das indústrias⁵.

Para o prejuízo da população em geral, houve demora no estudo das relações entre poluição

Prêmio Oswaldo Cruz (Medicina Preventiva) COMU, 2000.

** Acadêmicos da FMUSP.

*** Orientadores Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da FMUSP.

atmosférica e saúde, e na publicação de artigos científicos sobre este tema. Somente em meados deste século, com a ocorrência de episódios de inversões térmicas associadas aos fenômenos meteorológicos, a comunidade científica passou a constatar o aumento da mortalidade em grandes cidades poluídas⁶

Um dos primeiros episódios bem documentados sobre o assunto ocorreu em dezembro de 1952, na cidade de Londres. Uma forte inversão térmica dificultou a dispersão dos poluentes do ar, principalmente compostos ricos em enxofre provenientes da queima de combustíveis. Concomitantemente foi notado um aumento extraordinário da mortalidade da população, num curto período de tempo: durante quatro dias morreram cerca de 4000 pessoas. As causas das mortes eram principalmente bronquites e pneumonias. Assim, surgiam as primeiras evidências da associação entre poluição atmosférica e saúde⁹

A partir de então, estudos epidemiológicos e experimentais foram e ainda são realizados buscando entender e quantificar os diversos danos à saúde causados pela poluição atmosférica.

No ramo dos estudos experimentais, foram observados os danos ao trato respiratório e cardiovascular que o material particulado inalável e substâncias oxidantes ocasionariam em animais, como foi descrito em Bascom et al.² Foi constatado também que a exposição a tais elementos pode provocar graves problemas ao epitélio da árvore brônquica, prejudicando o transporte mucociliar e proporcionando reações inflamatórias nas vias aéreas^{8,13,15}. Além disso, foi reconhecido depois que alguns dos poluentes podem atuar como agentes cancerígenos potenciais¹⁴

Estudos epidemiológicos realizados indicaram válida e clara relação entre altos níveis de poluição e doenças respiratórias⁶

Diversas faixas etárias tornaram-se alvos pesquisas científicas relacionadas ao assunto. No entanto, foi dada uma maior atenção aos idosos e às crianças, uma vez que as pessoas dessas faixas etárias pareceram ser mais suscetíveis à poluição, desde as primeiras pesquisas^{2,9}

A relação entre morbi-mortalidade de idosos e poluição foi avaliada em alguns estudos. Saldiva et al.¹⁶, utilizaram como enfoque a região metropolitana de São Paulo nos períodos de maio de 1990 a abril de 1991. Foi encontrada uma associação entre as mortes de idosos com o aumento da concentração de material particulado inalável. Já Schwartz¹⁸ estudou internações hospitalares de idosos com problemas respiratórios em Spokane, Estados Unidos. Tanto PM_{10} como O_3 estavam associados com o aumento do risco de internações por causas respiratórias.

Até hoje, poucos estudos enfocaram a relação

entre a mortalidade infantil com a poluição atmosférica. Bobak et al.³ realizaram um estudo ecológico na República Tcheca, relacionando a mortalidade infantil com poluentes, PM_{10} , SO_2 e NO_x (NO e NO_2). No estudo utilizou-se um modelo de regressão logística, ajustado segundo fatores socioeconômicos como renda, quantidade de carros, e frequência de abortos. Foram encontradas associações entre a mortalidade neonatal e níveis de SO_2 e PM_{10} , sendo a relação com PM_{10} a mais consistente.

Posteriormente, Saldiva et al.¹⁷ investigaram a associação entre a poluição e a mortalidade infantil, procurando averiguar se este indicador mortalidade infantil se mostrava sensível aos efeitos da poluição atmosférica. Seu estudo utilizou séries temporais de mortalidade devido a causas respiratórias em crianças com idade menor que cinco anos. Através de métodos estatísticos de regressão foi encontrada uma associação significativa entre mortes por doenças respiratórias e níveis de NO_x . Conceição⁴ encontrou os efeitos similares utilizando outra série de tempo e métodos estatísticos mais sofisticados, reafirmando os resultados encontrados por Saldiva et al.¹⁷ em 1994.

Woodruff et al.²¹ avaliaram a relação entre mortalidade pós-neonatal e concentração de PM_{10} , analisando um grupo de 4 milhões de crianças nascidas nos Estados Unidos, entre 1989 e 1991 sugerindo que o material particulado está associado com o risco de mortalidade pós-neonatal.

Seguindo esta mesma linha de estudo, Loomis et al.¹⁰ inspirados pela constatação de aumento do número de mortes de crianças menores de um ano em episódios notificados de poluição atmosférica em Londres, na década de 50, e em estudos recentemente realizados em outros países^{3,17} realizaram um estudo para investigar evidências do mesmo problema na Cidade do México, entre os anos de 1993 e 1995. Efetuando um estudo de séries temporais, observaram que havia um excesso de mortalidade infantil associado a níveis de material particulado inalável menor que 2,5 μm ($PM_{2,5}$) nos dias anteriores à morte (mais especificamente de 3 a 5 dias): por exemplo, um aumento de 10 mg/m^3 na média dos níveis de $PM_{2,5}$, durante três dias seguidos, foi associado a um excesso de 6,9% na morte de crianças. Uma associação também foi encontrada para níveis de NO_2 e O_3 de 3 a 5 dias anteriores à morte, porém esta foi menos consistente que a do $PM_{2,5}$.

Recentemente, foi executado no Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LPAE) um estudo que obteve resultados relevantes sobre a relação de poluentes com a natimortalidade¹²

No sentido de avaliar um novo aspecto da associação poluição-saúde envolvendo a população neonatal, realizou-se este estudo. Avaliou-se a associação entre a poluição atmosférica e a mortalidade neonatal na cidade de São Paulo e, adicionalmente, procuramos esclarecer um pouco mais sobre os efeitos da poluição atmosférica sobre a mortalidade fetal no ano de 1998.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Dados de mortalidade

Os dados de Natimortalidade e Mortalidade Neonatal para o ano de 1998 foram obtidos no Programa de Aprimoramento de Informações de Mortalidade no Município de São Paulo (PRO-AIM). Estes dados correspondem a todos os óbitos ocorridos nessas categorias de indivíduos cujas mães eram residentes na cidade de São Paulo.

De acordo com a legislação brasileira, natimortos são indivíduos que morrem com idade fetal superior a 28 semanas de gestação, ou com peso maior que 1000 g, ou com comprimento maior que 35 cm, sem sinais vitais na vigência do nascimento. Já a mortalidade neonatal é caracterizada por indivíduos que morrem antes de completarem 28 dias de vida. É obrigatório o preenchimento da declaração de óbito em ambos os casos citados.

Dados de poluição

As informações sobre as concentrações diárias de poluentes foram fornecidas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). A metodologia para a coleta de dados segue os critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da *US Environmental Protection Agency* (EPA). Os poluentes são medidos em 14 estações espalhadas pela cidade de São Paulo. Nem todos os poluentes foram medidos em todas as estações: NO₂ (medido em 7 estações, utilizando quimiluminescência), SO₂ (medido em 6 estações, utilizando fluorescência de pulso (UV)), CO (medido em 7 estações, utilizando infravermelho não dispersivo), O₃ (medido em 8 estações, utilizando ultravioleta) e PM₁₀ (material particulado inalável constituído por partículas com diâmetro menor que 10 µm, medido nas 14 estações utilizando radiação beta). A CETESB fornece um valor diário (equivalente ao período das 00:00 horas às 24:00 do dia corrente) da concentração dos poluentes para cada estação: média diária da concentração para PM₁₀, NO₂ e SO₂, maior concentração do dia para O₃; maior média móvel de 8 horas do dia CO.

Variáveis meteorológicas

Os dados sobre a temperatura mínima diária e umidade média diária foram obtidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

Análise estatística

Para investigar a associação entre as variáveis de mortalidade e as concentrações diárias de poluentes foram ajustados modelos aditivos generalizados (em particular, regressão de Poisson), que permitem o ajuste de curvas de alisamento⁷. Trata-se de uma abordagem semi-paramétrica, muito útil para modelar a sazonalidade bem como relações não lineares entre o número de óbitos e as variáveis explicativas. O alisador utilizado neste estudo foi o *loess*⁷.

O número de óbitos é uma contagem e é possível que obedeça a uma distribuição de *Poisson*. Assim, os modelos de regressão de Poisson são preferencialmente considerados na análise desse tipo de dado, pois incorporam as informações a respeito dos parâmetros da distribuição da variável de interesse de forma mais adequada do que os modelos lineares.

Nos modelos ajustados neste estudo, basicamente, o logaritmo natural do número esperado de óbitos foi modelado como função das variáveis explicativas, entre as quais, as concentrações diárias dos poluentes, a umidade relativa média do ar e a temperatura mínima diária.

Para modelar a sazonalidade foi ajustada uma curva de alisamento do número de óbitos em função do número de dias transcorridos. O parâmetro de alisamento foi escolhido após várias tentativas, de forma que a curva apreendesse apropriadamente o comportamento sazonal dos dados.

Uma vez que a relação entre o número de óbitos e a temperatura/umidade pode não ser linear, foram ajustadas curvas de alisamento do número de óbitos em função dessas variáveis meteorológicas.

A estratégia de análise consistiu em ajustar um modelo básico para a mortalidade diária contendo os "melhores" controles para a sazonalidade e clima. Foram ajustadas curvas de alisamento com diferentes parâmetros e após a escolha do mais adequado, foram incluídos no modelo sete variáveis indicadoras representando cada dia da semana. A seguir foram testadas diversas representações das variáveis meteorológicas como, por exemplo, a temperatura e umidade do dia corrente, médias móveis de 1 a 7 dias e defasagens de 1 a 2 dias dessas variáveis

visando obter o “melhor” e mais coerente resultado. A ferramenta utilizada para a escolha do melhor conjunto de variáveis foi o Critério de Informação de Akaike (CIA). O melhor modelo foi aquele com o menor CIA¹⁹. Optou-se por não utilizar curvas de alisamento para a temperatura e para a umidade nos modelos finais porque todas elas apontavam para uma relação linear entre o número de óbitos e as variáveis meteorológicas.

Assim, para os modelos envolvendo os óbitos fetais, foram escolhidos os valores de temperatura de dois dias anteriores e de umidade do dia corrente. Para aqueles envolvendo os óbitos neonatais, foram escolhidos os valores de temperatura e umidade do dia corrente.

Após a escolha dos modelos básicos, os poluentes foram incluídos nestes modelos, considerando as concentrações do dia corrente, suas médias móveis de até 7 dias e defasagens de até 2 dias.

Com o objetivo de simplificar as análises subsequentes, escolheu-se, para cada poluente, o modelo mais “representativo” do seu efeito, definido como sendo o que apresentou o maior e o mais significativo coeficiente para o modelo em questão. A seguir foram ajustados modelos que continham dois poluentes simultaneamente, com o intuito de observar se algum poluente mantinha-se significativo na presença dos demais.

Foi calculado o aumento percentual de mortalidade associado a aumentos da poluição. Nestes cálculos, o aumento da poluição considerado foi aquele correspondente à distância interquartil da distribuição do poluente (percentil 75 menos o percentil 25), conforme a fórmula abaixo:

$$\text{Aumento Percentual de Mortalidade} = (e^{(\text{coeficiente} \times p75-p25)} - 1) \times 100$$

Onde: e = número de Neper; coeficiente = coeficiente do poluente estimado no modelo de regressão; p75-p25 = diferença entre o terceiro quartil e o primeiro quartil da concentração dos poluentes para o período de estudo.

As análises foram realizadas utilizando os programas SPSS e S-Plus.

RESULTADOS

Os Gráficos 1 e 2 mostram os diagramas de dispersão dos eventos de interesse com as respectivas curvas de alisamento (*loess*) utilizadas nos modelos de regressão de *Poisson*. Estas curvas são variáveis explicativas nos modelos de regressão e correspondem à variabilidade da mortalidade que é devida à sazonalidade.

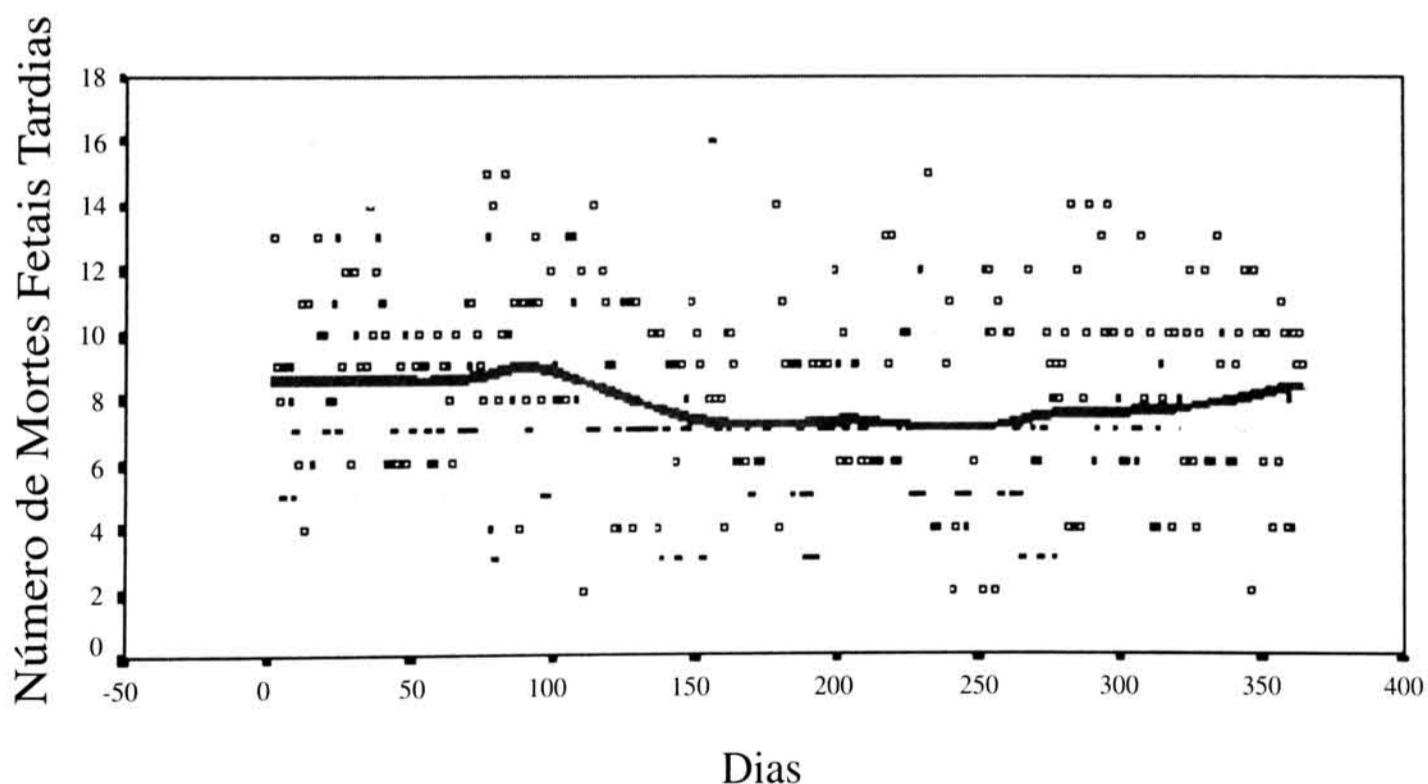


Gráfico 1 Diagrama de dispersão para mortes fetais tardias com a curva de alisamento ajustada.

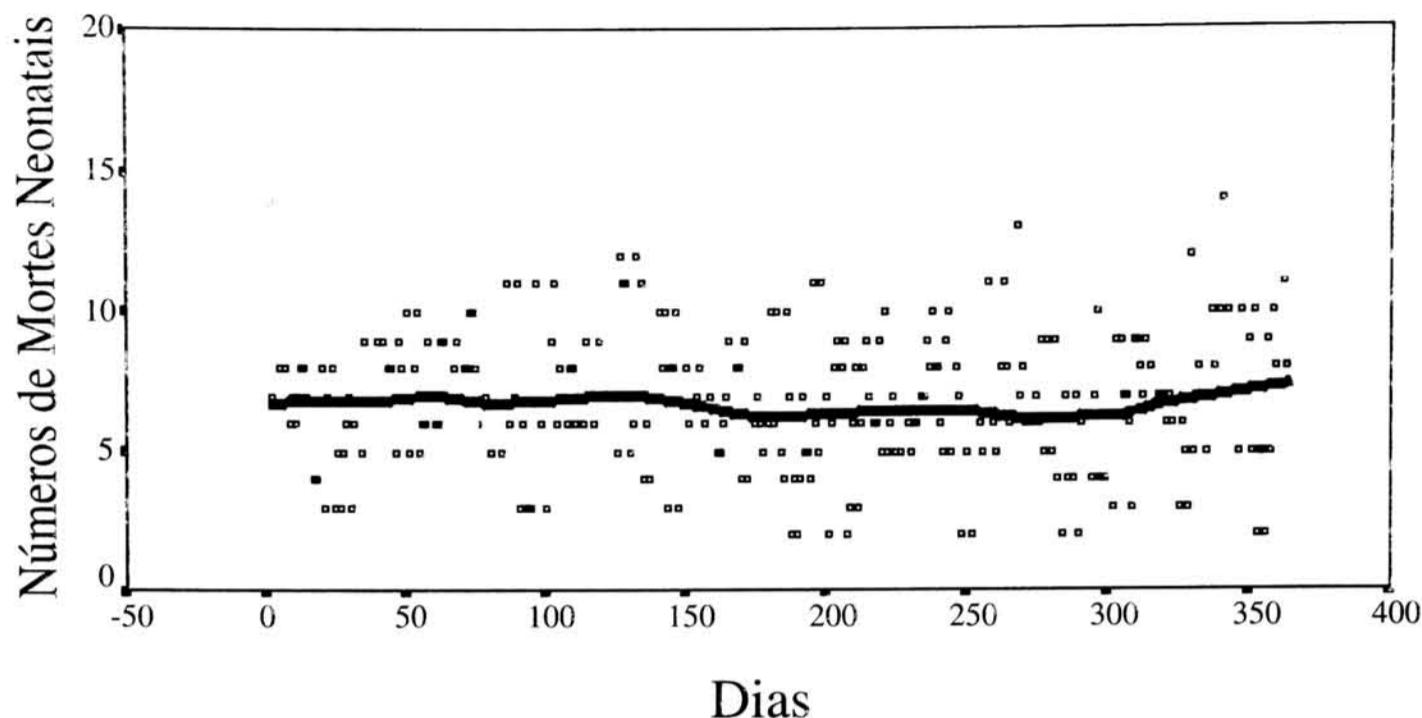


Gráfico 2 - Diagrama de dispersão para mortes neonatais com a curva de alisamento ajustada.

A Tabela 1 apresenta algumas medidas descritivas das variáveis de interesse para o estudo em questão. Observa-se que o número de óbitos fetais e neonatais é baixo, não ultrapassando 17 ocorrências diárias no período estudado.

Tabela 1 Medidas descritivas das principais variáveis incluídas no estudo (todas as variáveis foram medidas em bases diárias).

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Valores de mortalidade				
Mortalidade intra-uterina	7,92	2,96	2	16
Mortalidade neonatal	6,71	2,80	1	17
Concentrações de poluentes				
PM ₁₀ (mg/m ³)	49,38	20,07	19,29	125,48
SO ₂ (mg/m ³)	13,31	7,40	2,90	45,97
CO (ppm)	3,20	1,43	1,03	10,25
O ₃ (mg/m ³)	66,46	47,32	13,33	389,45
NO ₂ (mg/m ³)	100,06	39,86	32,00	303,00
Variáveis climáticas				
Temperatura mínima (°C)	15,69	3,26	7,20	23,20
Umidade relativa (%)	82,05	7,85	59,00	96,50

A Tabela 2 mostra as estimativas do modelo de regressão básico incluindo a temperatura de dois dias anteriores, umidade média do dia, loess para o número de dias corridos e dias da semana, tendo como variável de interesse a mortalidade fetal tardia.

A Tabela 3 mostra as estimativas do modelo de regressão básico incluindo a temperatura de dois dias anteriores, umidade média do dia, loess para o número de dias corridos e dias da semana, tendo

como variável de interesse a mortalidade neonatal.

A Tabela 4 mostra os resultados de alguns dos modelos finais de regressão de Poisson utilizados, tendo como variável de interesse mortes fetais tardias. Observou-se uma associação significativa entre as concentrações do dia de O₃ e o número de óbitos. Uma associação menos significativa foi encontrada entre as concentrações do dia de NO₂ e o número de óbitos.

Tabela 2 - Coeficientes estimados e erros padrão do modelo básico escolhido para a mortalidade fetal tardia.

	Coeficiente	Erro padrão
Intercepto	1.951	0.222
Loess (n.º dias, 0.25)	-0.509	0.386
Variáveis meteorológicas		
Temperatura de dois dias	0.017***	0.006
Umidade média	-0.004*	0.002
Dias da semana		
Segunda	0.200***	0.074
Terça	0.155**	0.075
Quarta	0.250***	0.073
Quinta	0.260***	0.073
Sexta	0.323***	0.072
Sábado	0.213***	0.074

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Tabela 3 Coeficiente estimados e erros padrão do modelo básico escolhido para a mortalidade neonatal.

	Coeficiente	Erro padrão
Intercepto	1.365	0.270
Loess (N.º dias, 0.25)	0.112	0.436
Variáveis meteorológicas		
Temperatura de dois dias	0.019***	0.007
Umidade média	0.003	0.003
Dias da semana		
Segunda	0.030	0.081
Terça	-0.022	0.082
Quarta	-0.032	0.082
Quinta	0.009	0.081
Sexta	0.090	0.080
Sábado	-0.027	0.082

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

Tabela 4 - Coeficientes e respectivos erros padrão da concentração do poluente, em modelos que têm como variável de interesse mortes fetais tardias, já controlados para sazonalidade e clima.

	Coeficiente	Erro padrão
O₃		
Dia	0,0008 **	0,0004
Média móvel de 2 dias	0,0005	0,0005
Média móvel de 3 dias	0,0001	0,0006
Média móvel de 4 dias	0,0004	0,0007
NO₂		
Dia	0,0008 *	0,0005
Média móvel de 2 dias	0,0004	0,0006
Média móvel de 3 dias	-0,0002	0,0007
Média móvel de 4 dias	-0,0004	0,0007

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos nos modelos de regressão finais utilizados, para os poluentes que foram significantes com a variável de interesse mortes neonatais. Observou-se associações significantes entre PM₁₀, SO₂, O₃ e NO₂ e a variável em questão, sendo que o O₃ mostrou uma associação mais robusta que os outros poluentes. Essas associações se mostraram significantes com uma defasagem de até quatro dias.

Tabela 5 - Coeficientes e respectivos erros padrão da concentração do poluente, em modelos que têm como variável de interesse mortes neonatais, já controlados para sazonalidade e clima.

	Coeficiente	Erro Padrão
PM₁₀		
Dia	0,0038 ***	0,0012
Média Móvel de 2 dias	0,0033 ***	0,0013
Média Móvel de 3 dias	0,0020	0,0013
Média Móvel de 4 dias	0,0013	0,0014
SO₂		
Dia	0,0090 **	0,0033
Média Móvel de 2 dias	0,0097 **	0,0037
Média Móvel de 3 dias	0,0085 **	0,0040
Média Móvel de 4 dias	0,0096 **	0,0043
O₃		
Dia	0,0012 **	0,0004
Média Móvel de 2 dias	0,0015 ***	0,0005
Média Móvel de 3 dias	0,0018 ***	0,0006
Média Móvel de 4 dias	0,0023 ***	0,0007
NO₂		
Dia	0,0014 **	0,0006
Média Móvel de 2 dias	0,0017 *	0,0007
Média Móvel de 3 dias	0,0013	0,0007
Média Móvel de 4 dias	0,0013	0,0008

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,10$

A Tabela 6 mostra que quando O₃ e NO₂ (poluentes que se mostraram significantes quando incluídos separadamente) são colocados simultaneamente no modelo de regressão, a associação com a mortalidade fetal tardia perde a sua significância.

Tabela 6 - Coeficientes, erros padrão e significâncias das concentrações de cada poluente, em um modelo que tem como variável de interesse mortes fetais tardias, e variáveis explicativas O₃ e NO₂, simultaneamente.

	Coeficiente	Erro padrão	Significância (p)
O ₃	0,0006	0,0004	0,1324
NO ₂	0,0005	0,0006	0,3888

Para a mortalidade neonatal, o O_3 mostrou mais fortemente associado e permaneceu significativo na presença dos demais poluentes. O PM_{10} e o SO_2 também mantiveram-se significantes na presença de O_3 (Tabela 7). Isto sugere que o efeito de cada poluente, pelo menos em parte, independe dos demais.

Tabela 7 - Coeficientes, erros padrão e significâncias das concentrações de cada poluente, em modelos que tem como variável de interesse mortes neonatais, e variáveis explicativas O_3 e PM_{10} , O_3 e SO_2 , O_3 e NO_2 .

	Coeficiente	Erro Padrão	Significância (p)
Modelo 1			
O_3	0,0010	0,0004	0,0263
PM_{10}	0,0028	0,0013	0,0297
Modelo 2			
O_3	0,0011	0,0004	0,0106
SO_2	0,0070	0,0034	0,0427
Modelo 3			
O_3	0,0012	0,0004	0,0033
NO_2	0,0076	0,0163	0,6414

Utilizando os coeficientes obtidos, foi feito um cálculo para o aumento percentual da mortalidade de acordo com o aumento de poluição. Assim sendo, observou-se que um aumento de 43 mg/m^3 de O_3 está associado a um acréscimo de 3,5% na natimortalidade. Um aumento de 53 mg/m^3 de NO_2 está associado a um aumento de 4% no mesmo.

Tratando-se de neonatos, um aumento de 22 mg/m^3 de PM_{10} acarretou em um aumento de 9% na mortalidade. Já para SO_2 , um aumento de 9 mg/m^3 na sua concentração levou a um aumento de 9% no número de mortes. Para o O_3 , um aumento de 43 mg/m^3 ocasionou um aumento de 10% na mortalidade. E, finalmente, para um aumento de 53 mg/m^3 de NO_2 , ocorreu um acréscimo de 9% na mortalidade.

DISCUSSÃO

A realização do presente estudo é bastante importante pois analisa os efeitos da poluição sobre uma parcela da população ainda não explorada num estudo de séries temporais. Encontrou-se uma associação entre o número de óbitos neonatais e os níveis de O_3 , PM_{10} , SO_2 e NO_2 .

Adicionalmente, encontrou-se uma associação entre o número de óbitos fetais e as concentrações de O_3 e NO_2 , sendo que estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Pereira et al.¹²

Observando os resultados, foram encontradas associações concordantes com os estudos anteriores, que mostraram associações de poluentes gasosos com mortalidade. Pereira et al.¹² mostraram importante associação da mortalidade fetal tardia com SO_2 . Conceição⁴ mostrou associação entre diversos poluentes gasosos e mortalidade infantil.

As associações obtidas com mortes fetais tardias mostraram-se positivamente significantes para O_3 , e uma significância marginal para NO_2 . Um aumento da concentração de O_3 do primeiro ao terceiro quartil, aumenta o risco de mortes fetais tardias em 3,5%. Para NO_2 , um aumento da concentração do primeiro ao terceiro quartil eleva o risco em torno de 4,0%. Deve-se lembrar que as concentrações deste poluente têm diminuído em comparação ao estudo de Pereira et al.¹²

Importantes associações com a maioria dos poluentes foram encontradas para a mortalidade neonatal. Apenas o CO não mostrou associação. Para cada poluente, PM_{10} , SO_2 , O_3 e NO_2 , um aumento nas respectivas concentrações, do primeiro ao terceiro quartil, mostrou incremento de aproximadamente 9% no risco de mortes neonatais.

Em ambas análises o O_3 apresentou associações significantes, fato novo e interessante, já que as suas concentrações vêm se mostrando estáveis ao longo do tempo.

Vale lembrar que o presente trabalho estuda os efeitos agudos da poluição, demonstrando que a população enfocada, fetos e recém-nascidos, são bastante suscetíveis a variações da poluição atmosférica. Esses achados epidemiológicos são fundamentados na segunda parte do trabalho realizado por Pereira et al.¹³, em que medindo níveis de carboxi-hemoglobina presentes no sangue do cordão umbilical de uma amostra de 47 recém-nascidos, encontrou um nível maior desse marcador nos dias muito poluídos.

Estudos já exploraram os efeitos crônicos da poluição nos fetos. Wang et al.²⁰ acompanhando gestantes do início até o fim da gravidez, no período de 1988 a 1991 encontraram uma associação entre exposição a poluentes e com baixo peso ao nascimento.

A hipótese de que os óxidos de nitrogênio interferem no transporte de oxigênio são descritos na literatura. Naoum et al. (1984), estudando alterações hematológicas em trabalhadores de Cubatão, demonstraram maior formação de meta-hemoglobina devido a uma maior exposição ao NO_2 . Este resultado pode ser extrapolado para as gestantes, que, ao se exporem a altos níveis de NO_2 , apresentariam níveis de meta-hemoglobina maiores, prejudicando a oxigenação fetal.

O presente trabalho é pioneiro na investigação dos efeitos agudos da poluição do ar em recém-nascidos. A continuidade desse estudo é de suma importância, detalhando as causas de óbitos num período de série temporal maior que permita um melhor controle das

variáveis de sazonalidade, elucidando se há alguma causa de morte neonatal que se sobressai frente à exposição dos poluentes atmosféricos urbanos. Assim se poderá ter uma idéia ainda mais precisa dos agravos provocados pela poluição atmosférica.

Nishioka DC, Coura FLB, Pereira LAA, Conceição GMS. Study of the effects of air pollution in both neonatal mortality and late fetal losses in the city of São Paulo, Brazil. Rev Med (São Paulo) 2000 abr./dez.;79 (2/4):81-9.

ABSTRACT: Several studies have suggested that infants and elderly are more susceptible to the effects of air pollution. Few studies have focused the acute effects of air pollution on fetuses and newborn babies. Using time series analysis techniques, the present study investigates the association between air pollution exposure and neonatal mortality and late fetal losses, in the year of 1998, in the city of São Paulo, Brazil. Poisson regression was applied and it was found an association between late fetal losses and levels of O_3 and NO_2 . It was estimated an excess of 3,5% and 4% on mortality. A statistic association was found between levels of O_3 , PM_{10} , SO_2 and NO_2 and an increase of 10% in neonatal mortality. This results show the side effects of air pollution in health, and how fetuses and newborn babies are affected with this environmental problem.

KEYWORDS: Respiratory tract diseases/epidemiology; Air pollution/adverse effects; Fetal mortality; Infant mortality.

REFERÊNCIAS

1. Amdur MO, Doull J, Klaassen CD. Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons. 4th ed. Oxford: Pergamon Press; 1991.
2. Bascom R, Bromberg PA, Costa DA, Devlin R, Dockery DW, Frampton MW, et al. Health effects of outdoor pollution. Am J Respir Crit Care Med 1996;153:3-50.
3. Bobak M, Leon DA. Air pollution and infant mortality in the Czech Republic, 1986-88. Lancet 1992;340:1010-14.
4. Conceição GMS. Métodos estatísticos para avaliação da associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbi-mortalidade na cidade de São Paulo e aplicações [dissertação]. São Paulo; 1999. Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo.
5. Derisio JC. Introdução ao controle de poluição ambiental. São Paulo: CETESB; 1992.
6. Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. Annu Rev Public Health 1994;15:107-32.
7. Hastie T, Tibshirani R. Generalized additive models. London: Chapman & Hall; 1990.
8. Lemos M, Lichtenfels AJFC, Amaro Jr E, Macchione M, Martins MA, King M, et al. Quantitative pathology of nasal passages in rats exposed to urban levels of air pollution. Environ Res 1994;66:87-95.
9. Logan WPD. Mortality in London fog incident, 1952. Lancet 1953;1:336-8.
10. Loomis D, Castillejos M, Gold DR, McDonnell W, Borja-Arbutó VH. Air pollution and Infant mortality in Mexico City. Epidemiol Res 1999;10:118-23.
11. Naoum PC, Mourão CA, Ruiz MA. Alterações hematológicas induzidas por poluição industrial em moradores e industriários de Cubatão (S. Paulo, Brasil). Rev Salud Publica 1984;18:271-7.
12. Pereira PM, Saldiva PHN, Sakae RS, Böhm GM, Martins MA. Urban levels of air pollution increase lung responsiveness in rats. Environ Res 1995;69:96-101.
13. Pereira LAA, Loomis D, Conceição GMS, Braga ALF, Arcas RM, Kishi H, et al. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. Environ Health Perspect 1998;106:325-9.
14. Reymão MSF, Cury PM, Lichtenfels AJFC, Battelner CN, Conceição GMS, Cappellozi VL, et al. Urban air pollution enhances the formation of urethane-induced lung tumors in mice. Environ Res 1997;74:150-8.
15. 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.
16. Saldiva PHN, Pope III 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;50:159-63.

17. Saldiva PHN, Lichtenfels AJFC, Paiva PSO, Barone IA, Martins MA, Massad E, et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminar report. *Environ Res* 1994;65:218-25.
18. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiol Res* 1996;7:20-7
19. Splus-4. Guide to statistics. Seattle: MathSoft, Data Analisys Products Division; 1997
20. Wang X, Ding H, Ryan L, Xu X. Association between air pollution and low birth weight: a community-based study. *Environ Health Perspect* 1997;105:514-20.
21. Woodruff TJ, Grillo J, Schoendorf KC. The relationship between selected causes of post-neonatal infant mortality and particulate air pollution in the United States. *Environ Health Perspect* 1997;105:608-12.