

Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de São Paulo

Relationship between low birthweight and air pollution in the city of Sao Paulo, Brazil

Andréa Medeiros e Nelson Gouveia

Departamento de Medicina Preventiva. Faculdade de Medicina. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil

Descritores

Recém-nascido de baixo peso.
Poluição do ar. Modelos lineares.
Morbidade.

Resumo

Objetivo

A poluição do ar tem sido investigada como possível determinante do baixo peso ao nascer. O objetivo do estudo foi verificar o efeito da poluição do ar sobre o peso ao nascer.

Métodos

Foram analisados todos os partos de mães residentes no Município de São Paulo, nos anos de 1998 a 2000. Estimaram-se as prevalências de baixo peso ao nascer conforme características do recém-nascido, da mãe e do parto. Apenas os distritos mais centrais de São Paulo foram incluídos, totalizando uma amostra de 311.735 nascimentos. Para avaliação do efeito da poluição do ar foram excluídos os prematuros, gemelares e analisados somente os nascimentos das áreas mais centrais da cidade. Os elementos poluentes analisados foram ozônio (O₃), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), partículas em suspensão (PM₁₀) e monóxido de carbono (CO). O efeito da exposição materna à poluição do ar no peso ao nascer foi avaliado por meio de regressão linear e logística.

Resultados

Do total analisado, 4,6% dos recém-nascidos apresentaram menos de 2.500 g ao nascer. A exposição materna ao CO, PM₁₀ e NO₂ durante o primeiro trimestre de gestação mostrou associação estatisticamente significativa com a diminuição no peso do recém-nascido.

Conclusões

Os resultados reforçam que a exposição materna à poluição do ar no primeiro trimestre de gestação pode contribuir para o menor ganho de peso do feto.

Keywords

Infant, low birth weight. Air pollution.
Linear models. Morbidity.

Abstract

Objective

Air pollution has been investigated as a potential determinant for low birthweight. The aim of the present study was to study the effect of air pollution on birthweight.

Methods

We analyzed all deliveries by mothers living in the municipality of Sao Paulo, Southeastern Brazil, between 1998 and 2000. We estimated the prevalence of low birthweight according to newborn, mother, and delivery characteristics. Only births occurring in the most central districts of the city were analyzed, totaling 311.735

Correspondência/ Correspondence:

Andréa Paula Peneluppi de Medeiros
Rua Dr. Miguel Teixeira Pinto, 449
Jardim Ana Rosa
12071-020 Taubaté, SP, Brasil
E-mail: apeneluppi@uol.com.br

Baseado na dissertação de mestrado apresentada à Universidade de São Paulo, em 2004.
Recebido em 6/10/2004. Reapresentado em 17/6/2005. Aprovado em 30/7/2005.

events. For the evaluation of the effects of air pollution, we excluded preterm and multiple deliveries. Pollutants analyzed were ozone (O_3), sulfur dioxide (SO_2), nitrogen dioxide (NO_2), suspended particles (PM_{10}), and carbon monoxide (CO). The effect of maternal exposure to air pollution on birthweight was evaluated using linear and logistic regression.

Results

A total of 4.6% of newborns weighed less than 2,500 g at birth. Maternal exposure to CO, PM_{10} and NO_2 during the first trimester of pregnancy was significantly associated with decreased birthweight.

Conclusions

Our results reinforce the notion that maternal exposure to air pollution during the first trimester of pregnancy may contribute to lesser weight gain in the fetus.

INTRODUÇÃO

A saúde do recém-nascido pode ser analisada sob diversas formas, entre elas o peso ao nascer. O peso ao nascer é um fator importante na determinação da morbi-mortalidade neonatal e da mortalidade pós-neonatal, sendo assim de grande importância para a saúde pública.⁵ Dessa forma, a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o baixo peso ao nascer como fator isolado mais importante na sobrevivência infantil.

Embora a mortalidade infantil tenha declinado substancialmente, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, este declínio não foi devido à redução das crianças nascidas com baixo peso, mas possivelmente às melhorias do cuidado pré-natal, da assistência hospitalar e da puericultura.^{10,13,14}

Assim, apesar da queda da mortalidade infantil, o baixo peso ao nascer (abaixo de 2.500 g) cresce em importância, devido ao aumento da frequência de prematuros ou de pequenos para idade gestacional.

Nos países desenvolvidos, diferente dos países em desenvolvimento, é menor a desigualdade social é menor e o sistema de informação de peso ao nascer é confiável. O peso médio dos recém-nascidos é 3.500g e o número dos que nascem com baixo peso não ultrapassa 5%.²⁰

Segundo o Datasus,* a proporção de recém nascidos de baixo peso era de 7,6% no Brasil, podendo variar de 6,2% na região Norte a 8,5% na região Sudeste, no ano de 2000. No entanto, é necessária atenção especial para valores subestimados nas regiões Norte e Nordeste devido à falhas na cobertura do Sistema de Informação Sobre os Nascidos Vivos.**

A prematuridade está mais presente nos países desenvolvidos, onde os determinantes específicos são as anormalidades placentárias e a incompetência do colo uterino. Já o recém-nascido pequeno para idade gestacional (PIG) aparece mais nos países em desenvolvimento, devido a vários fatores, entre eles o consumo calórico insuficiente durante a gestação.⁸

Em alguns países desenvolvidos, a incidência de prematuros é de 6%, como na França e Estados Unidos.¹¹ Já nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a proporção de prematuros era de 6,7% e no município de São Paulo era 7,4% no ano de 2000.*

Estudos epidemiológicos estão investigando as causas que levam ao menor peso do recém-nascido:⁸ sexo da criança, a idade materna, as condições socioeconômicas e os cuidados pré-natais.^{5,14,15} Além desses, o tabagismo e a desnutrição materna também são importantes fatores que influenciam no peso ao nascer. O principal efeito do fumo é sobre o retardo do crescimento intra-uterino e não sobre a prematuridade, enquanto que um baixo índice de massa corporal pré-gestacional é uma das principais causas de partos prematuros.^{2,10}

Mais recentemente, alguns estudos vêm apontando a poluição do ar como possível determinante do baixo peso ao nascer. Na China, foi encontrada associação entre a exposição materna ao dióxido de enxofre (SO_2) e o total de partículas suspensas (TSP) durante o terceiro trimestre de gestação e o baixo peso ao nascer.²¹ Em Seul, na Coreia do Sul, a exposição no primeiro trimestre de gestação aos poluentes monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO_2), SO_2 e TSP foi fator de risco para o BPN.⁷ No Brasil, mais especificamente, na cidade de São Paulo, estudo recente⁶ trouxe indicações de que o peso ao nascer sofre redução quando as gestantes são ex-

* Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/detohm.exe?sinasc/cnv/nvbr.def> [29 abr 2003]

** Novaes HMD, Almeida MF, Ortiz LP. O que são os nascimentos de baixo peso ao nascer? Disponível em: http://www.saudepublica.bvs.br/itd/level3.php?channel=mort_faq2e7_14 [29 abr 2003]

postas a níveis elevados de CO e material particulado (PM₁₀) no primeiro trimestre de gestação. Essa pesquisa foi a primeira realizada no Brasil em que se identificou a associação entre baixo peso ao nascer e poluição atmosférica.

A população de São Paulo está exposta a grandes concentrações de poluição atmosférica e a prevalência de crianças com baixo peso ao nascer tem se mantido alta nos últimos 22 anos, apesar das melhorias de saneamento e de assistência à saúde. Pode-se então supor que a poluição esteja afetando o desenvolvimento intra-uterino das crianças que aqui nascem. Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa foi estudar o efeito da poluição do ar na cidade de São Paulo sobre o peso ao nascer, de acordo com a exposição materna nos trimestres de gestação.

MÉTODOS

Foram analisados todos os nascidos de mães residentes no Município de São Paulo nos anos de 1998 a 2000 que tiveram sua ficha de declaração de nascido vivo preenchida. Essas informações foram obtidas do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) por meio da Declaração de Nascido Vivo (DN).

Os critérios de inclusão do recém-nascido foram: ser a termo (37-41 semanas de gestação); não gemelar (gestações únicas); ter nascido em ambiente hospitalar e pesar entre 1.000 a 5.500 g. A restrição do peso nesses valores foi para excluir crianças com peso ao nascer mais extremos, provavelmente, frutos de gestações de alto risco, onde a contribuição da poluição do ar no peso ao nascer seria de menor importância.

Foram considerados como recém-nascidos com baixo peso aqueles que nasceram com peso inferior a 2.500 g e com idade gestacional entre 37 e 41 semanas, ou seja, pequeno para idade gestacional a termo. Apenas os distritos mais centrais de São Paulo foram incluídos, totalizando uma amostra de 311.735.

A região mais central da cidade foi priorizada devido a concentração das estações monitoras da qualidade do ar. Assim, os distritos periféricos do Município de São Paulo foram excluídos.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) forneceu os registros diários das concentrações de dióxido de enxofre (SO₂), material particulado (PM₁₀), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂). Foram consideradas as 14 estações que monitoram o ar em São Paulo, mas nem todas fornecem medidas de todos os poluentes. As informações referentes às concentra-

ções de PM₁₀ e SO₂ foram obtidas por 14 e seis estações de monitoramento, respectivamente. Obtiveram-se os dados sobre O₃ em seis estações de monitoramento e o NO₂ e CO, em sete delas.

Os cinco poluentes (O₃, PM₁₀, NO₂, CO e SO₂) foram analisados separadamente. Calculou-se a média da concentração do poluente nos respectivos trimestres de gestação, a partir de suas médias diárias, tendo a data de nascimento como referência. Por exemplo: uma criança que nasceu com idade gestacional entre 37 a 41 semanas no dia 30 de novembro de 2000, foi considerada como tendo 39 semanas neste dia. A partir dessa data, calculou-se a média de concentração do poluente dos nove meses que antecederam o nascimento, ou seja, o período compreendido entre março a novembro de 2000. Dessa forma, obteve-se a média da concentração do poluente no primeiro, segundo e terceiro trimestre de gestação para aquela criança.

Primeiramente foi realizada análise descritiva, quando foram excluídos os nascidos de mães residentes nos distritos periféricos e aqueles que não atendiam os critérios de inclusão anteriormente citados.

Para examinar a associação entre exposição materna à poluição do ar e o baixo peso ao nascer, utilizou-se de regressão linear (univariada e multivariada) e logística (univariada e multivariada). Na regressão linear, a variável desfecho (peso ao nascer), foi analisada de forma contínua, enquanto que na regressão logística, o peso ao nascer foi dicotomizado (peso < 2.500 g e peso ≥ 2.500 g).

Com relação à exposição materna aos poluentes, na regressão linear foram consideradas as médias trimestrais da concentração de cada poluente nos respectivos trimestres de gestação, enquanto que na regressão logística, cada poluente foi analisado por meio da recodificação em quartis a partir dessas médias trimestrais.

A análise univariada linear e logística examinou, primeiramente, a relação do peso com a exposição materna aos diversos poluentes com o objetivo de estimar o efeito bruto dessa exposição no peso da criança. O modelo logístico univariado foi utilizado também para verificar a relação do desfecho com cada variável presente na declaração de nascimento, para identificar possíveis fatores de confusão e selecionar as variáveis para os modelos multivariados.

A variável mês de nascimento seria considerada na análise para controlar o possível efeito de confusão da sazonalidade dos nascimentos na relação entre poluição do ar e peso ao nascer. Entretanto, durante

Tabela 1 - Prevalência, *odds ratio* (OR) e intervalos de confiança (IC 95%) de baixo peso ao nascer de crianças segundo variáveis relativas à mãe, recém-nascido, gestação e parto. Município de São Paulo, 1998 a 2000.

Variáveis	N=595.559	Prevalência de baixo peso ao nascer	OR	IC 95%	p
Ano de nascimento					
1998	196.791	9,07	-	-	-
1999	204.911	8,71	-	-	-
2000	193.857	8,94	-	-	-
Sexo*					<0,001
Masculino	304.113	8,11	1,00	-	
Feminino	291.394	9,73	1,22	1,20-1,24	
Raça*					<0,001
Branca	191.095	8,40	1,00	-	
Preta	4.905	9,70	1,17	1,06-1,29	
Amarela	1.936	8,26	0,98	0,83-1,16	
Parda	77.384	9,37	1,13	1,09-1,16	
Indígena	370	8,65	1,03	0,72-1,48	
Prematuridade*					<0,001
Sim	34.688	56,09	20,06	19,58-20,54	
Não	524.746	5,99	1,00	-	
Escolaridade materna* (anos)					<0,001
Nenhuma	7.772	10,59	1,37	1,27-1,48	
1º grau incompleto	231.231	9,16	1,16	1,13-1,20	
1º grau completo e 2º grau	180.971	8,51	1,07	1,04-1,11	
Universitário	74.144	7,97	1,00	-	
Local de ocorrência*					0,002
Hospital	590.085	8,92	1,00	-	
Outro estabelecimento de saúde	1.868	8,08	0,90	0,76-1,06	
Domicílio	1.635	13,76	1,63	1,42-1,88	
Outros	440	5,68	0,61	0,41-0,92	
Tipo de parto*					0,119
Vaginal	315.969	8,90	1,00	-	
Cesáreo	270.794	9,02	1,01	1,00-1,03	
Consulta de pré-natal*					<0,001
Nenhuma	12.952	19,48	3,27	3,12-3,42	
Até 6 consultas	185.157	10,80	1,64	1,60-1,67	
Mais de 6 consultas	235.581	6,89	1,00	-	

*O número de não-registros para as variáveis sexo, raça, peso ao nascimento, prematuridade, escolaridade materna, local de ocorrência, tipo de parto e consulta pré-natal, foram respectivamente: 52, 319.869, 8.112, 36.125, 101.441, 1.531, 8.796 e 161.869.

as análises, verificou-se que existia uma forte correlação entre esta variável e os poluentes, indicando a presença de colinearidade. Desse modo, optou-se por não incluir o mês de nascimento nos modelos finais.

A análise estatística foi realizada nos programas SPSS e Stata.

RESULTADOS

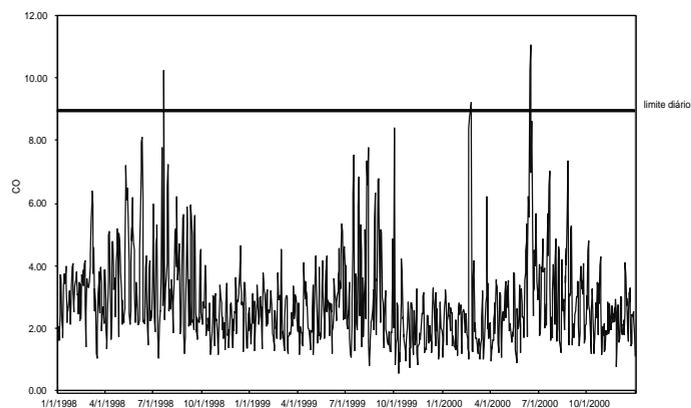


Figura - Médias diárias de CO (ppm) no Município de São Paulo entre 1998 e 2000.

Dos 595.559 nascimentos observados no período entre 1998 e 2000, observou-se 8,9% de crianças com baixo peso ao nascer. Na Tabela 1 pode-se verificar que a prevalência de baixo peso foi de 56,1% entre os prematuros, confirmando-se que a prematuridade é um fator de risco importante (OR=20,1; IC 95%: 19,6-20,5), bem como a ausência de pré-natal (OR=3,3; IC 95%: 3,1-3,4). Quase a totalidade dos partos foi em ambiente hospitalar, sendo a frequência do parto vaginal pouco superior aos de cesárea.

A distribuição da concentração média diária do CO está representada na Figura. Os picos de concentração ocorreram durante o período de inverno, e algumas excederam o limite diário recomendado pela Cetesb.*

Desse total das crianças estudadas, 4,6% apresentaram peso abaixo de 2.500 g, sendo o peso médio ao nascer de 3.196 g. Na Tabela 2 estão presentes a prevalência e o OR do baixo peso segundo variáveis relativas ao recém-nascido, mãe, gestação e parto. Observou-se associação estatisticamente significativa entre baixo peso ao nascer e todas as variáveis estudadas (p<0,001).

*Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Relatório de qualidade no Estado de São Paulo, 1999. São Paulo; 2000.

Entre as características maternas foram constatadas maiores prevalências do desfecho na faixa etária mais jovem (abaixo de 24 anos) e também na faixa etária mais velha (acima de 35 anos). Quanto ao número de filhos vivos, também é observada maior prevalência nos extremos, ou seja, quando se tem mais de três filhos vivos ou nenhum. Em relação à escolaridade materna, pôde-se verificar que quanto maior o grau de instrução, menor é o risco de se ter um filho com baixo peso ao nascer.

Para as características de gestação e parto (Tabela 2), observa-se que as crianças nascidas de parto normal apresentaram maior risco de baixo peso, (OR=1,23; IC 95%: 1,19-1,28). Além disso, há aumento crescente desse risco quanto menor o número de consultas pré-natais e ausência de pré-natal (OR=2,65; IC 95%: 2,40-2,92).

No resultado da regressão linear multivariada foi constatado que a exposição materna para todos os poluentes no primeiro trimestre, com exceção do O₃, ocasionou diminuição da média do peso ao nascer (Tabela 3). O decréscimo do peso foi de 0,60 g; 0,47 g; 1,26 g e 11,87 g respectivamente para o aumento na exposição média materna a 1 µg/m³ do PM₁₀, NO₂ e SO₂ e 1 ppm do CO, sendo estatisticamente significativa para todos. No entanto, durante o segundo trimestre de gestação, a exposição materna ao CO e SO₂, indica um acréscimo do peso ao

nascer da criança. Porém, no terceiro trimestre, esse acréscimo aparece com a exposição a todos os poluentes, sendo estes resultados estatisticamente significantes (com exceção do O₃).

Na análise logística multivariada, nenhum poluente apresentou resultado estatisticamente significativo (Tabela 4). Além disso, não foi constatada uma variação no risco para uma elevação da concentração dos poluentes. No entanto, durante o segundo trimestre gestacional, a exposição ao PM₁₀, SO₂, e O₃ aparece como fator de proteção, pois no primeiro e terceiro trimestres esta proteção ocorre devido ao CO e O₃ respectivamente.

DISCUSSÃO

O baixo peso ao nascer esteve associado a todas as variáveis estudadas referentes às características da mãe, do recém-nascido, gestação e parto. Esses resultados estão de acordo com os dados da literatura.^{5,14,15}

Embora exista dificuldade em isolar o efeito de cada poluente devido à alta correlação existente entre eles, a exposição ao CO é a mais relevante no que concerne o peso do recém-nascido. Embora a exposição aos poluentes tenha determinado menor ganho de peso ao nascer durante o primeiro trimestre gestacional (-11,9 g), no terceiro trimestre, estiveram associados ao ganho de peso da criança. Isso se deve

Tabela 2 - Prevalência *odds ratio* (OR) e intervalos de confiança (IC 95%) de baixo peso ao nascer de crianças da amostra analisada, segundo variáveis relativas à mãe, recém-nascido, gestação e parto. Município de São Paulo, 1998 a 2000.

Variáveis*	N=311.735	Prevalência de baixo peso ao nascer	OR	IC 95%	p
Sexo					<0,001
Masculino	158.782	3,86	1,00	-	
Feminino	152.942	5,40	1,42	1,37-1,47	
Idade materna (anos)					<0,001
Abaixo 20 anos	48.070	5,80	1,50	1,42-1,58	
Entre 20 e 24 anos	85.133	4,54	1,15	1,10-1,21	
Entre 25 e 29 anos	82.489	3,96	1,00	-	
Entre 30 e 34 anos	61.011	4,24	1,07	1,02-1,13	
Entre 35 e 39 anos	28.376	4,92	1,26	1,18-1,34	
Acima de 39 anos	6.447	7,35	1,93	1,74-2,13	
Escolaridade materna					<0,001
Nenhuma	3.784	5,87	1,89	1,64-2,18	
1º grau incompleto	110.974	5,10	1,63	1,54-1,73	
1º grau completo e 2º grau	98.195	4,32	1,37	1,29-1,45	
Universitário	51.270	3,19	1,00	-	
Número de filhos vivos					<0,001
Nenhum	120.843	4,96	1,29	1,24-1,34	
Entre 1 e 3	132.225	3,89	1,00	-	
Mais de 3	58.667	5,55	1,45	1,39-1,52	
Número de filhos mortos					<0,001
Nenhum	225.734	4,41	1,00	-	
Um ou mais	12.079	5,96	1,38	1,27-1,49	
Tipo de parto					<0,001
Vaginal	156.695	5,07	1,23	1,19-1,28	
Cesáreo	153.180	4,15	1,00	-	
Consulta de pré-natal					<0,001
Nenhuma	5.215	9,26	2,65	2,40-2,92	
Até 6 consultas	86.913	5,44	1,49	1,43-1,56	
Mais de 6 consultas	132.999	3,71	1,00	-	

*O número de ignorados para as variáveis sexo, idade materna, escolaridade materna, número de filhos mortos, tipo de parto e consulta pré-natal foi respectivamente: 11, 209, 47.512, 73.922, 1.860 e 86.608.

Tabela 3 - Coeficientes de regressão com seus respectivos desvios-padrões e intervalos de confiança de 95% da concentração dos poluentes atmosféricos segundo as médias trimestrais correspondentes aos trimestres gestacionais (regressão linear múltipla*). Município de São Paulo, 1998 a 2000.

	Poluentes	Coefficiente (DP)	IC 95%
PM ₁₀	1º trimestre	-0,6 (0,1)	-0,8 a -0,4
	2º trimestre	0,04 (0,1)	-0,2 a 0,3
	3º trimestre	0,8 (0,1)	0,57 a 1,02
CO	1º trimestre	-11,9 (1,9)	-15,5 a -8,2
	2º trimestre	4,9 (2,3)	0,5 a 9,3
	3º trimestre	12,1 (2,3)	7,6 a 16,6
NO ₂	1º trimestre	-0,5 (0,1)	-0,6 a -0,3
	2º trimestre	-0,02 (0,1)	-0,2 a 0,1
	3º trimestre	0,6 (0,1)	0,4 a 0,7
O ₃	1º trimestre	0,5 (0,1)	0,3 a 0,7
	2º trimestre	-0,7 (0,1)	-1,0 a -0,5
	3º trimestre	0,1 (0,1)	-0,1 a 0,2
SO ₂	1º trimestre	-1,3 (0,2)	-1,7 a -0,8
	2º trimestre	0,7 (0,3)	0,2 a 1,3
	3º trimestre	2,0 (0,3)	1,5 a 2,6

*Modelo ajustado para as variáveis: pré-natal, idade e escolaridade materna, sexo do recém-nascido, tipo de parto, número de filhos mortos e vivos, e ano de nascimento.
DP: Desvio-padrão

provavelmente à característica do padrão sazonal da poluição atmosférica: o nível de exposição no primeiro e segundo trimestres foi quase sempre inversamente associado com o terceiro trimestre.

Além disso, durante a gravidez, a velocidade do ganho de peso fetal apresenta um período de crescimento máximo que ocorre entre a 28ª a 37ª semana de gestação (resposta hormonal). O hormônio liberador de corticotrofina (HLC) placentário participa no pico dos glicocorticóides fetais associados à maturação fetal no final do terceiro trimestre.¹² O HLC placentário estimula a liberação de adrenocorticotrofina (ACTH) *in vitro* em uma relação dose-dependente. A secreção de

HLC e ACTH aumenta quando o fluxo sanguíneo uterino é restrito e o HLC é um potente vasodilatador uteroplacentário. Esse hormônio é liberado para a circulação fetal em resposta ao stress fetal e em condições que levam à restrição do crescimento.¹⁸ O HLC frequentemente está elevado na pré-eclampsia, asfixia fetal, e trabalho de parto prematuro, e em várias condições que causam restrição do crescimento. Assim, enquanto que a exposição materna no primeiro trimestre aos poluentes do ar pode contribuir na restrição do crescimento fetal, a exposição crônica à poluição atmosférica no decorrer da gestação pode ser responsável pelo stress fetal que aumentará a liberação do hormônio liberador de corticotrofina (HLC) no final da gestação. O HLC liberado vai aumentar os glicocorticóides fetais, levando à maturação do feto no final do terceiro trimestre e favorecendo o ganho de peso neste período.

Quanto à diferença observada entre os resultados dos modelos logístico e linear, provavelmente se deve a escala de medida utilizada neste último, onde a variável dependente é contínua e não discreta, possibilitando assim uma análise mais detalhada. Nesse aspecto, a regressão logística é muito mais restritiva do que o modelo linear.³

Além de escassos, os estudos com relação aos efeitos da poluição do ar sobre o baixo peso ao nascer são um tanto controversos. Alguns estudos não encontram associação,¹ outros não especificam o período de exposição,¹⁹ alguns encontraram associação consistente quando a exposição ocorreu durante o terceiro trimestre gestacional,²² e outros no primeiro trimestre.¹⁹ Os achados da presente pesquisa são con-

Tabela 4 - Odds ratio (OR) e intervalos de confiança (IC 95%) para baixo peso ao nascer de acordo com os quartis de concentração dos poluentes atmosféricos em cada trimestre gestacional (regressão logística múltipla*). Município de São Paulo, 1998 a 2000.

Poluentes	Quartil	1º Trimestre		2º Trimestre		3º Trimestre	
		OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%
PM ₁₀	1º		1		1		1
	2º	1,01	(0,94-1,07)	0,99	(0,93-1,05)	1,01	(0,94-1,08)
	3º	1,03	(0,97-1,10)	0,97	(0,91-1,04)	1,00	(0,94-1,07)
	4º	1,01	(0,95-1,08)	0,97	(0,91-1,04)	0,99	(0,93-1,05)
CO	1º		1		1		1
	2º	0,98	(0,92-1,04)	1,02	(0,95-1,08)	1,03	(0,97-1,10)
	3º	0,98	(0,91-1,05)	1,03	(0,96-1,10)	0,95	(0,89-1,02)
	4º	0,98	(0,91-1,06)	0,97	(0,90-1,05)	1,03	(0,96-1,11)
SO ₂	1º		1		1		1
	2º	1,04	(0,97-1,11)	0,97	(0,91-1,04)	1,03	(0,96-1,10)
	3º	1,03	(0,96-1,10)	0,95	(0,89-1,01)	1,04	(0,98-1,11)
	4º	1,01	(0,95-1,07)	0,97	(0,91-1,03)	1,01	(0,93-1,07)
NO ₂	1º		1		1		1
	2º	0,99	(0,93-1,06)	1,01	(0,93-1,07)	1,06	(0,98-1,13)
	3º	1,00	(0,94-1,07)	0,98	(0,92-1,05)	0,98	(0,92-1,05)
	4º	1,00	(0,93-1,08)	0,98	(0,91-1,05)	0,99	(0,93-1,06)
O ₃	1º		1		1		1
	2º	1,03	(0,96-1,09)	0,99	(0,93-1,06)	0,95	(0,89-1,02)
	3º	0,99	(0,92-1,07)	0,98	(0,91-1,07)	0,95	(0,88-1,02)
	4º	1,01	(0,92-1,08)	0,99	(0,91-1,08)	0,98	(0,91-1,05)

*Modelo ajustado para as variáveis: pré-natal, escolaridade e idade materna, sexo do recém-nascido, número de filhos mortos e vivos, tipo de parto e ano de nascimento.

cordantes com aquelas realizadas por Ha et al⁶ (2001), Yang et al⁷ (2003) e Gouveia et al²² (2004).

O estudo realizado por Gouveia et al²² (2004) constatou que o peso ao nascer sofreu redução de 23 g para cada ppm de aumento da concentração do CO e de 13 g para cada 10 µg/m³ de aumento na concentração do PM₁₀. Não foi observada redução para os demais poluentes. No presente estudo encontrou-se respectivamente uma redução do peso ao nascer de 12 g e 0,6 g para cada ppm de aumento da concentração do CO e para cada 1 µg/m³ de aumento da concentração de PM₁₀. Apesar dos resultados dessas duas investigações serem concordantes, as variações na magnitude do efeito pode ser devido às diferenças metodológicas entre os estudos. Enquanto Gouveia et al²² (2004) analisaram os nascidos vivos do período de apenas um ano (1997), o presente estudo considerou os nascimentos ocorridos no período de três anos (1998, 1999 e 2000). Além disso, restringiu-se a amostra de nascimentos para somente aqueles cujas mães residiam em regiões mais centrais e portanto para as quais a exposição à poluição do ar pode ser mais bem estimada.

Dentre as limitações do presente estudo, estão: a média da concentração dos poluentes analisada foi trimestral; talvez um período menor fosse mais apropriado, representando melhor a exposição; considerar uma média da concentração dos poluentes para região, sendo que os níveis de CO podem variar consideravelmente nos diferentes locais da cidade. Assim, a exposição individual seria subestimada ou superestimada ao se basear na média dos níveis dos poluentes de todas as estações de monitoramento. Além disso, importantes fatores de risco para o baixo peso, como tabagismo e desnutrição materna não puderam ser controlados pela falta dessas informações na Declaração de Nascidos Vivos. De qualquer forma, essa fonte secundária contempla a maior parte dos fatores determinantes do desfecho. Com relação à diferença observada na prevalência de nascidos de baixo peso por localização da moradia, que foi de 8,9% para 4,6%, pôde-se constatar que a não inclusão dos distritos periféricos não foi um fator limitante para a análise do desfecho, pois essa prevalência pouco foi alterada quando tais distritos foram excluídos. Ao se excluir apenas os distritos mais

periféricos da cidade, a prevalência de baixo peso foi para 8,8%. Quando da exclusão apenas dos prematuros, pós-termos e gemelares, considerando todo município, esse valor foi para 4,8%.

Entre os mecanismos biológicos envolvidos no comprometimento do crescimento fetal estão as alterações que podem ocorrer em nível placentário. Citam-se as diferenças anatomopatológicas e morfométricas – placentas de menor peso e menores diâmetros em recém-nascidos PIG-, infarto placentário e vilosite crônica.^{4,16,17}

Os mecanismos biológicos envolvidos com a poluição atmosférica e o baixo peso ao nascer ainda não estão bem esclarecidos. No entanto, pode-se supor que a poluição do ar esteja interferindo nas diferenças anatomopatológicas e morfométricas da placenta, bem como no infarto placentário e na ocorrência de vilosite. Os poluentes podem afetar o transporte de oxigênio e também aumentar a viscosidade sanguínea devido a uma resposta inflamatória.^{2,9} Acredita-se que haja um efeito tóxico direto sobre o feto, por meio da diminuição do suprimento fetal de oxigênio, devido a redução da capacidade do transporte de oxigênio ou pela alteração da viscosidade sanguínea.

A realização efetiva de medidas de controle dos poluentes possibilitará o aumento de recém-nascidos saudáveis. Com peso favorável e potencial normal de crescimento e desenvolvimento, conseqüentemente essas crianças terão maior sobrevida.

A continuidade das investigações a respeito dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde do recém-nascido deve ser incentivada. Estudos contendo também dados de fontes primárias relacionadas ao recém-nascido devem ser realizados, bem como medidas de exposição mais próximas ao local de residência da mãe.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados e à Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb), pela disponibilização dos dados referentes aos nascidos vivos e poluição atmosférica, respectivamente.

REFERÊNCIAS

1. Alderman BW, Baron AE, Savitz DA. Maternal exposure to neighbourhood carbon monoxide and risk of low birth weight. *Public Health Rep* 1987;102(4):410-4.
2. Aleixo Neto A. Efeitos do fumo na gravidez. *Rev Saúde Pública* 1990;24(5):420-4.
3. Armitage P, Berry G. Statistical methods in medical research. 3ª ed. London: Blackwell Scientific; 1994. Multiple measurements; p. 312-33.
4. Becroft DM, Thompson JM, Mitchell EA. The epidemiology of placental infarction at term. *Placenta* 2002;23(4):343-51.

5. Costa CE, Gottlieb SL. Estudo epidemiológico do peso ao nascer a partir da declaração de nascido vivo. *Rev Saúde Pública* 1998;32:328-34.
6. Gouveia N, Bremner SA, Novaes HM. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health* 2004;58:11-7.
7. Ha EH, Hong YC, Lee BE, Woo BH, Schwartz J, Christiani DC. Is air pollution a risk factor for low birth weight in Seoul? *Epidemiology* 2001;12:643-8.
8. Horta BL, Barros FC, Halpern R, Victora CG. Baixo peso ao nascer em duas coortes de base populacional no sul do Brasil. *Cad Saúde Pública* 1996;12 (Supl 1):27-31.
9. Knottnerus JA, Delgado LR, Knipschild PG, Essed GG, Smits F. Haematologic parameters and pregnancy outcome: a prospective cohort study in the third trimester. *J Clin Epidemiol* 1990;43:461-6.
10. Kramer MS. The epidemiology of adverse pregnancy outcomes: an overview. *J Nutr* 2003;133(5 Suppl 2):1592S-6S.
11. Leone CR, Ramos JLA, Vaz FAC. O recém-nascido pré-termo. In: Marcondes E, Vaz FAC, Ramos JLA, Okay Y. 8ª ed. *Pediatria básica*. São Paulo: Sarvier; 1999. p. 333-44.
12. Linton EA, Perkins AV, Woods RJ, Eben F, Wolfe CD, Behan DP et al. Corticotropin releasing hormone-binding protein (CRH-BP): plasma levels decrease during the third trimester of normal human pregnancy. *J Clin Endocrinol Metab* 1993;76:260-2.
13. Mariotoni GGB, Barros Filho AA. Peso ao nascer e mortalidade hospitalar entre nascidos vivos, 1975-1996. *Rev Saúde Pública* 2000;34:71-6.
14. Monteiro CA, Benicio MH, Ortiz LP. Tendência secular do peso ao nascer na cidade de São Paulo (1976-1998). *Rev Saúde Pública* 2000;34(6 Supl):26-40.
15. Nascimento LFC, Gottlieb SLD. Fatores de risco para o baixo peso ao nascer, com base em informações da declaração de nascido vivo em Guaratinguetá, SP, no ano de 1998. *Inf Epidemiol SUS* 2001;10:113-20.
16. Nordenvall M, Sandstedt B. Placental villitis and intrauterine growth retardation in a swedish population. *APMIS* 1990;98:19-24.
17. Oliveira LH, Xavier CC, Lana AM. Alterações morfológicas placentárias de recém-nascidos pequenos para a idade gestacional. *J Pediatr (Rio J)* 2002;78:397-402.
18. Perkins AV, Linton EA, Eben F, Simpson J, Wolfe CD, Redman CW. Corticotrophin-releasing hormone and corticotrophin-releasing hormone binding protein in normal and pre-eclamptic human pregnancies. *Br J Obstet Gynaecol* 1995;102:118-22.
19. Ritz B, Yu F. The effect of ambient carbon monoxide on low birth weight among children born in southern California between 1989 and 1993. *Environ Health Perspect* 1999;107:17-25.
20. Unicef. Situação mundial da infância 1998. Brasília (DF); 1998.
21. 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.
22. Yang CY, Tseng YT, Chang CC. Effects of air pollution on birth weight among children born between 1995 and 1997 in Kaohsiung, Taiwan. *J Toxicol Environ Health A* 2003;66:807-16.