

Poluentes atmosféricos associados ao peso insuficiente ao nascimento

Air pollutants associated with insufficient birth weight

Veridiana de Paula Santos¹, Andréa Paula Peneluppi de Medeiros¹,
Thaiza Agostini Cordoba de Lima¹, Luiz Fernando Costa Nascimento¹

RESUMO: *Introdução:* Um número crescente de estudos tem mostrado evidências consistentes dos efeitos nocivos da poluição do ar na saúde humana e afetando também o peso do recém-nascido. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da poluição do ar sobre o peso ao nascer, mais especificamente o peso insuficiente ao nascer (entre 2.500 e 2.999 g). *Métodos:* Trata-se de um estudo transversal com dados relativos a todos os nascidos de mães residentes no Município de São José dos Campos, São Paulo, nos anos de 2006 a 2010. Para examinar a associação entre exposição materna à poluição do ar e o peso ao nascer foi utilizada a regressão logística (univariada e múltipla), considerando-se a média da concentração de cada poluente do 1º e 3º trimestres e dos meses do 1º trimestre. *Resultados:* Do total de 39.453 nascidos vivos do período estudado, 10.542 (26,7%) recém-nascidos apresentaram peso insuficiente. Na análise logística múltipla, a exposição materna ao material particulado no 1º e 3º trimestre de gestação apresentou maior chance para o nascimento de uma criança com peso insuficiente. Há uma chance de 1,07 (IC95% 1,00 – 1,14) de ocorrência de peso insuficiente para exposição (ao 2º quartil) ao material particulado no 1º trimestre e de 1,10 (IC95% 1,04 – 1,18) para exposição (ao 3º quartil) no 3º trimestre. *Conclusão:* Os resultados da pesquisa indicam que a exposição materna no 1º e 3º trimestres de gestação à poluição do ar no município de São José dos Campos pode determinar o peso insuficiente de recém-nascidos.

Palavras-chave: Saúde da criança. Poluição do ar. Modelos logísticos. Peso ao nascer. Recém-nascido. Ciências do ambiente.

¹Universidade de Taubaté – Taubaté (SP), Brasil.

Autor correspondente: Andréa Paula Peneluppi de Medeiros. Rua Frei Modesto Maria de Taubaté, 135, Jardim Santa Clara, CEP: 12080-020, Taubaté, SP, Brasil. E-mail: apeneluppi@uol.com.br

Conflito de interesses: nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2012/08741-4.

ABSTRACT: Introduction: A growing number of studies have shown consistent evidence of the harmful effects of air pollution on human health, as well as its effects on newborn weight. The objective of this study is to evaluate the effect of air pollution on birth weight, more specifically the insufficient birth weight (identified between 2,500 and 2,999 grams). **Methods:** This was a cross-sectional study based on data gathered from all babies born to mothers living in São José dos Campos, São Paulo, Brazil, between the years of 2006 to 2010. The association between maternal exposure to air pollution and birth weight was examined using logistic regression (both univariate and multivariate) to consider the average concentration of each pollutant during the 1st and 3rd trimesters and the months of the 1st trimester. **Results:** Of the 39,453 total live births during the study period, 10,542 (26.7%) newborns had insufficient weight. In multiple logistic analysis, maternal exposure to particulate matter in the 1st and 3rd trimester of pregnancy had a greater chance for insufficient weight. There is a chance of 1.07 (95%CI 1.00 – 1.14) for an insufficient weight scenario for exposure (to the 2nd quartile) of particulate matter in the 1st trimester and 1.10 (95%CI 1.04 – 1.18) for exposure (the 3rd quartile) in the 3rd trimester. **Conclusion:** The survey results indicate that maternal exposure to air pollution in the 1st and 3rd trimesters of pregnancy for residents of São José dos Campos create considerable potential to cause insufficient weight.

Keywords: Child health. Air pollution. Logistic models. Birth weight. Infant, newborn. Environmental science.

INTRODUÇÃO

Um número crescente de estudos publicados por todo o mundo, principalmente nos últimos 20 anos, tem mostrado evidências consistentes dos efeitos nocivos da poluição do ar na saúde humana¹. Os principais poluentes são: material particulado (PM_{10}), ozônio (O_3), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio.

Pesquisas indicam que o feto e o recém-nascido (RN) são mais susceptíveis do que os adultos às substâncias tóxicas ambientais².

Embora a maior preocupação dos pesquisadores em estudar o peso de nascimento se relacione principalmente ao baixo peso ao nascer (BPN), seus fatores de risco e suas consequências para a vida do indivíduo a curto e a longo prazo, chama a atenção a proporção de crianças que nascem com peso insuficiente (peso de nascimento entre 2.500 e 2.999 g)³.

Estudos mostram que as crianças nascidas com peso insuficiente (PI) têm maiores riscos do que as nascidas com peso adequado, como maior probabilidade de morte, maior chance para infecções respiratórias e para atraso de crescimento e desenvolvimento, além de maior possibilidade de ocorrência de doenças crônicas no futuro⁴⁻⁶.

As consequências desfavoráveis do PI adquirem grande magnitude quando se considera que uma fração expressiva dos RNs tem peso situado nesse intervalo. No Brasil, a prevalência de baixo peso ao nascer em 2011 foi de 8,5%⁷. Alguns trabalhos mostram que o número de crianças com PI chega a ser duas a três vezes maior do que as de BPN^{8,9}.

Puffer et al.¹⁰ realizaram um estudo em que já ressaltavam a importância do nascimento com peso favorável (> 3.000 g) para sobrevivência, crescimento e desenvolvimento saudáveis. Neste estudo foram demonstradas as características do peso ao nascer em diversos países.

Na Índia, por exemplo, de 1969 a 1972, 45,8% apresentavam PI ao nascimento. Em 1977, 24,9% das crianças no Chile e 24,2% no Uruguai nasceram com peso situado nesse intervalo.

No Brasil existem grandes diferenças regionais na distribuição do BPN e do PI. Porém, a maioria dos estudos é restrito a hospitais ou dados populacionais parciais e não é representativa da população¹¹.

Embora vários estudos acerca dos efeitos da poluição do ar sobre os desfechos da gravidez tenham sido desenvolvidos em todo o mundo, o conhecimento desses efeitos sobre a população é ainda muito restrito. A faixa de PI, mais frequente do que a de BPN, merece uma atenção maior, não só pela mortalidade como também pelo risco de morbidade³⁻⁶.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da poluição do ar sobre o peso ao nascer, mais especificamente o peso insuficiente ao nascer no município de São José dos Campos, São Paulo, nos anos de 2006 a 2010.

MÉTODOS

Trata-se de estudo transversal com dados obtidos do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) por meio da Declaração de Nascido Vivo (DN). Nesse documento há informações quanto às características relativas ao RN, à gestação, ao parto e à mãe.

Os critérios de seleção da amostra para o estudo foram: RN de mães residentes no município de São José dos Campos, nascidos nos anos de 2006 a 2010, a termo, de gestação única e com peso de nascimento entre 2.500 e 4.500 g. A variável dependente foi: presença de peso insuficiente (peso entre 2.500 e 2.999 g) ou presença de peso satisfatório (peso entre 3.000 e 3.999 g). Foram selecionadas variáveis que na literatura mostraram-se como possíveis fatores causais para a presença de PI, enquadrando-se neste estudo, então, como variáveis independentes; são elas: sexo do RN, estado civil materno, escolaridade materna, número de consultas no pré-natal, via de parto, idade e paridade materna. Dentre essas variáveis, estado civil materno, escolaridade materna, número consultas pré-natal e sexo do RN permaneceram no modelo final da análise logística múltipla como possíveis modificadoras do efeito da poluição do ar.

São José dos Campos se situa a aproximadamente 90 km de São Paulo e conta com uma população de aproximados 700 mil habitantes. Possui participação no Produto Interno Bruto do Estado de 1,93%, destacando-se na economia pela indústria e serviços¹².

Os poluentes estudados foram o PM_{10} , SO_2 e O_3 , que são quantificados pela estação medidora da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São José dos Campos, São Paulo. A concentração dos poluentes (1º e 3º trimestres, além dos meses do 1º trimestre) foi recodificada em quartis, representando os valores das concentrações dos poluentes em ordem crescente (1º, 2º, 3º e 4º quartil).

Foram selecionados apenas os RNs a termo e os trimestres de gestação foram calculados a partir da data de nascimento (retrospectivamente). A média diária da concentração de cada poluente foi colocada nos respectivos períodos. Por exemplo: uma criança a termo (37 a 41 semanas) no dia 30 de novembro, considerou-se como tendo 39 semanas nesse

dia, e a partir dessa data calculou-se a média da concentração do poluente dos 9 meses que antecederam o nascimento, ou seja, o período entre março e novembro. Assim, obteve-se a média da concentração do poluente no 1º (março a maio) e 3º (setembro a novembro) trimestres de gestação para aquela criança. No caso do 1º trimestre, a média da concentração do poluente foi discriminada para cada mês, ou seja, para março, abril e maio.

Para analisar o PI ao nascer foi utilizada a regressão logística (univariada e múltipla). A análise logística univariada examinou, primeiramente, a relação do PI ao nascer com a exposição materna aos diversos poluentes com o objetivo de estimar o efeito bruto, ou seja, sem ajustes, dessa exposição no peso da criança. Além disso, esse modelo foi utilizado para verificar a relação do desfecho com cada variável independente citada anteriormente. Neste caso, a análise estatística se baseou no cálculo da *odds ratio* (OR) para se estimar a chance de RN com PI ao nascer associado a cada variável. Em todas as análises foram construídos intervalos de 95% de confiança (IC95%) e adotado nível de significância de 5% ($\alpha = 5\%$).

A partir dos resultados desse modelo univariado foram selecionadas as variáveis para os modelos de análise múltipla. As variáveis independentes entraram uma a uma, utilizando-se como critério da ordem de entrada o maior valor da OR observado na análise logística univariada, uma vez que se mostraram com associação estatisticamente significativa ($p < 0,001$). E ainda, para verificação da importância de cada variável para o modelo e sua permanência foi utilizada a razão de verossimilhança (*likelihood-ratiotest*), permanecendo no final da análise apenas as variáveis com $p < 0,05$. Após obter o modelo completo é que foram incluídos os poluentes, individualmente e em conjunto, e testada sua associação com o peso ao nascimento e o PI ao nascer.

A análise estatística foi realizada nos programas Excel e STATA v.7.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté, sendo a mesma aprovada (número de aprovação: 687.272).

RESULTADOS

Inicialmente, foram selecionados 45.671 nascidos vivos no período entre 2006 e 2010 na cidade de São José dos Campos, São Paulo. Após aplicar os critérios de seleção, permaneceram 39.453 RNs no estudo. Do total de nascidos vivos analisados, 10.542 (26,7%) RNs apresentaram PI. Além disso, aproximadamente metade eram do sexo masculino e filhos de mães com parceiro, sendo que mais de 50% nasceram de parto do tipo cesáreo (Tabela 1). A média do peso dos RNs deste estudo e da idade materna são, respectivamente, 3.253 g, com desvio-padrão (DP) de 375,3 e 27 anos (DP = 6,3).

Quanto aos poluentes atmosféricos, pode-se observar a média dos valores para o SO_2 , PM_{10} e O_3 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente: $3,24 \pm 2,39$; $24,68 \pm 12,84$ e $72,78 \pm 36,77$. As médias dos poluentes estão dentro dos padrões aceitáveis de qualidade do ar, estabelecidos na última atualização das recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), de 2005¹³.

O presente estudo encontrou resultados estatisticamente significantes para ocorrência de filho com PI para as variáveis referentes às características maternas, à gestação, ao parto e ao RN. A chance da criança nascer com PI foi maior nos RN do sexo feminino e nas mães

sem parceiro. Já para a escolaridade materna com 8 anos ou mais de estudos concluídos, de 1 a 7 consultas de pré-natal e tipo de parto cesáreo aparecem como fator de proteção. A escolaridade materna esteve associada inversamente com o PI, ou seja, quanto maior a escolaridade da mãe, menor as chances de PI ao nascimento. O mesmo perfil foi observado com relação ao número de consultas pré-natal (Tabela 2).

Na análise logística univariada, a exposição materna ao PM_{10} e ao SO_2 no 1º trimestre de gestação apresentou uma chance maior para o nascimento de uma criança com PI. Por exemplo, há uma chance de 1,07 (IC95% 1,01 – 1,14) de ocorrência de PI ao nascer para exposição ao 2º quartil de concentração do PM_{10} e de 1,04 (IC95% 0,97 – 1,10) para exposição ao 3º quartil de concentração do SO_2 . Já no terceiro trimestre, os poluentes que se

Tabela 1. Distribuição dos nascidos vivos de mães residentes em São José dos Campos, SP, no período entre 2006 e 2010, segundo peso e sexo do recém-nascido, estado civil e escolaridade materna, número de consultas de pré-natal e tipo de parto.

Variáveis	n (n = 39.453)	%
Peso		
Favorável	28.911	73,3
Insuficiente	10.542	26,7
Sexo do recém-nascido		
Masculino	20.273	51,4
Feminino	19.178	48,6
Estado civil materno		
Com parceiro	19.611	50,2
Sem parceiro	19.439	49,8
Escolaridade materna (anos de estudos concluídos)		
Nenhum	103	0,3
1 a 7	6.605	16,9
8 a 11	24.152	61,6
12 ou mais	8.325	21,2
Número de consultas de pré-natal		
Nenhuma	296	0,8
1 a 3	762	1,9
4 a 6	4.573	11,7
7 ou mais	33.420	85,6
Parto		
Vaginal	15.480	39,3
Cesáreo	23.950	60,7

Nota: 403; 23; 2; 402 e 268 casos sem registros, respectivamente, para as variáveis estado civil materno, parto, sexo do recém-nascido, número de consultas de pré-natal e escolaridade materna.

mostraram como possível fator de risco foram o PM_{10} e o O_3 (Tabela 3). No modelo final (análise logística múltipla), ajustando-se para todos os poluentes, o sexo do RN, estado civil materno, escolaridade materna, número de consultas pré-natal e parto, a exposição ao PM_{10} e ao SO_2 manteve-se com chance aumentada (exceção para o 4º quartil de exposição ao PM_{10}) para o PI no 1º trimestre. No 3º trimestre, o PM_{10} e o O_3 se mantiveram como possível fator de risco (Tabela 4).

Para uma melhor avaliação dos resultados, foi realizada uma análise detalhada do 1º trimestre de gestação, com o objetivo de identificar o mês com maior influência dos poluentes atmosféricos durante a gestação. Os resultados encontrados estão demonstrados na Tabela 5. O segundo mês de gestação mereceu destaque, uma vez que a exposição a todos os poluentes se mostrou como fator de risco para a ocorrência do PI ao nascimento.

Tabela 2. *Odds ratio* com respectivos intervalos de 95% de confiança de peso insuficiente dos nascidos vivos no município de São José dos Campos, SP, de mães residentes nesta cidade no período entre 2006 e 2010, segundo sexo do recém-nascido, estado civil e escolaridade materna, número de consultas de pré-natal e tipo de parto.

Variáveis	Prevalência de peso insuficiente	OR	IC95%
Sexo do recém-nascido*			
Masculino	22,41%	1,00	–
Feminino	31,28%	1,57	1,50 – 1,64
Estado civil materno*			
Com parceiro	25,60%	1,00	–
Sem parceiro	27,84%	1,12	1,07 – 1,17
Escolaridade materna* (anos de estudos concluídos)			
Nenhum	28,16%	1,00	–
1 a 7	28,37%	1,01	0,66 – 1,56
8 a 11	26,75%	0,93	0,61 – 1,43
12 ou mais	26,71%	0,86	0,56 – 1,33
Número de consultas de pré-natal*			
Nenhuma	46,62%	1,00	–
1 a 3	34,51%	0,60	0,46 – 0,80
4 a 6	31,16%	0,52	0,41 – 0,66
7 ou mais	25,74%	0,40	0,32 – 0,50
Parto*			
Vaginal	28,36%	1,00	–
Cesáreo	25,66%	0,87	0,83 – 0,91

OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%; * $p < 0,001$.

Tabela 3. *Odds ratio* e intervalos de confiança de 95% para peso insuficiente de acordo com os quartis de concentração dos poluentes atmosféricos para o primeiro e terceiro trimestres de gestação, no município de São José dos Campos, SP, entre 2006 e 2010 (análise logística univariada).

Quartil	Primeiro trimestre	Terceiro trimestre
	OR (IC95%)	OR (IC95%)
SO₂		
1º	1	1
2º	1,01 (0,95 – 1,08)	0,97 (0,91 – 1,03)
3º	1,04 (0,97 – 1,10)	0,95 (0,90 – 1,02)
4º	1,00 (0,94 – 1,07)	0,98 (0,92 – 1,05)
PM₁₀		
1º	1	1
2º	1,07 (1,01 – 1,14)	1,03 (0,97 – 1,10)
3º	1,02 (0,96 – 1,09)	1,09 (1,03 – 1,17)
4º	1,00 (0,94 – 1,07)	1,03 (0,97 – 1,10)
O₃		
1º	1	1
2º	0,98 (0,92 – 1,04)	1,03 (0,97 – 1,10)
3º	1,00 (0,94 – 1,07)	1,04 (0,98 – 1,11)
4º	0,98 (0,92 – 1,05)	1,01 (0,95 – 1,08)

OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%; SO₂: dióxido de enxofre; PM₁₀: material particulado; O₃: ozônio.

Tabela 4. *Odds ratio* e intervalos de confiança de 95% para peso insuficiente de acordo com os quartis de concentração dos poluentes atmosféricos para o primeiro e terceiro trimestres de gestação, no município de São José dos Campos, SP, entre 2006 e 2010 (regressão logística múltipla).

Quartil	Primeiro trimestre	Terceiro trimestre
	OR (IC95%)	OR (IC95%)
SO₂		
1º	1	1
2º	1,01 (0,94 – 1,07)	0,97 (0,91 – 1,03)
3º	1,03 (0,96 – 1,10)	0,96 (0,89 – 1,02)
4º	1,00 (0,94 – 1,07)	0,99 (0,93 – 1,06)
PM₁₀		
1º	1	1
2º	1,07 (1,00 – 1,14)	1,02 (0,96 – 1,09)
3º	1,01 (0,94 – 1,07)	1,10 (1,04 – 1,18)
4º	0,99 (0,93 – 1,05)	1,04 (0,97 – 1,11)
O₃		
1º	1	1
2º	0,98 (0,91 – 1,04)	1,04 (0,97 – 1,11)
3º	0,99 (0,93 – 1,06)	1,05 (0,99 – 1,12)
4º	0,99 (0,93 – 1,05)	1,01 (0,95 – 1,08)

OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%; SO₂: dióxido de enxofre; PM₁₀: material particulado; O₃: ozônio.

Nota: Modelo ajustado para as variáveis: estado civil materno, escolaridade materna, número de consultas no pré-natal e sexo do recém-nascido.

DISCUSSÃO

Segundo as recomendações da OMS, a proporção de nascidos com peso adequado, ou seja, maior ou igual a 3.000 g, deve ser pelo menos de 85%^{10,14}. No entanto, isso não ocorreu em São José dos Campos no período entre 2006 e 2010, onde uma parcela significativa das crianças nasceu com PI (26,7%).

A poluição do ar como determinante de agravo ao desenvolvimento fetal já foi avaliado em diversos estudos¹⁵⁻¹⁷. Alguns autores descrevem a relação entre estresse oxidativo, inflamação sistêmica e autoimunidade¹⁸.

Os fetos, em particular, são considerados como sendo altamente susceptíveis a uma variedade de tóxicos devido ao seu padrão de exposição e imaturidade fisiológica¹⁹. Seus sistemas de órgãos, em desenvolvimento, podem ser mais vulneráveis a substâncias tóxicas ambientais durante as janelas críticas (períodos sensíveis do desenvolvimento) por causa de suas altas taxas de proliferação celular ou devido à mudança da sua capacidade metabólica²⁰.

A escolha do período de três meses para a estimativa da exposição da mãe à poluição do ar é baseada no fato de que muitos estudos que avaliam desfechos da gravidez utilizam o trimestre de gestação como unidade de mensuração, como nos estudos realizados por Reis²¹, Medeiros et al.²² e Junger et al.²³.

Tabela 5. *Odds ratio* e intervalos de confiança de 95% para peso insuficiente de acordo com os quartis de concentração dos poluentes atmosféricos para os meses do primeiro trimestre de gestação, no município de São José dos Campos, SP, entre 2006 e 2010 (regressão logística múltipla).

Quartil	Primeiro mês	Segundo mês	Terceiro mês
	OR (IC95%)	OR (IC95%)	OR (IC95%)
SO₂			
1º	1	1	1
2º	1,02 (0,96 – 1,09)	1,05 (0,99 – 1,12)	0,95 (0,89 – 1,01)
3º	1,04 (0,97 – 1,11)	1,07 (1,00 – 1,14)	0,99 (0,93 – 1,05)
4º	1,00 (0,94 – 1,07)	1,03 (0,96 – 1,09)	0,96 (0,90 – 1,02)
PM₁₀			
1º	1	1	1
2º	1,03 (0,96 – 1,10)	1,07 (1,00 – 1,14)	0,96 (0,90 – 1,03)
3º	1,05 (0,99 – 1,12)	1,02 (0,96 – 1,09)	0,98 (0,92 – 1,05)
4º	1,03 (0,96 – 1,10)	1,03 (0,96 – 1,10)	1,01 (0,95 – 1,08)
O₃			
1º	1	1	1
2º	0,95 (0,89 – 1,01)	1,01 (0,95 – 1,08)	1,00 (0,93 – 1,06)
3º	0,97 (0,91 – 1,04)	1,06 (0,99 – 1,13)	0,94 (0,88 – 1,01)
4º	0,93 (0,88 – 1,00)	1,00 (0,94 – 1,07)	0,97 (0,91 – 1,04)

OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%; SO₂: dióxido de enxofre; PM₁₀: material particulado; O₃: ozônio.

Nota: Modelo ajustado para as variáveis: estado civil materno, escolaridade materna, número de consultas no pré-natal e sexo do recém-nascido.

Apesar da dificuldade em isolar o efeito de cada poluente, devido à alta correlação entre eles, pode-se observar que o SO_2 e PM_{10} mostraram associação com o peso do RN, indicando uma chance maior de apresentar PI quando a mãe é exposta aos mesmos durante o 1º e 3º trimestres de gestação, entretanto não houve significância estatística.

Muitos estudos encontraram associações entre poluição e o peso ao nascer²⁴⁻²⁸. Medeiros et al.²² verificaram em seu estudo que a exposição materna no 1º trimestre de gestação à poluição do ar pode estar contribuindo para um menor ganho de peso da criança ao nascer. Junger²³ realizou um estudo na cidade do Rio de Janeiro e encontrou associação positiva entre o PM_{10} , SO_2 e o PI e o menor ganho de peso ao nascer no 1º e 3º trimestre da gestação e um efeito paradoxal do O_3 para os mesmos períodos. Romão et al.²⁹ também identificou um risco de BPN com a exposição materna ao PM_{10} (4º quartil) no 3º trimestre de gestação. Ha et al.²⁶ examinaram os nascimentos a termo no período de 1996 a 1997, em Seoul, Coreia do Sul, para determinar a associação entre BPN e exposição ao CO , SO_2 , NO_2 , partículas totais em suspensão (PTS) e O_3 no 1º e no 3º trimestres. Eles encontraram associação entre CO , SO_2 , NO_2 e PTS durante o 1º trimestre de gravidez com BPN.

Efeitos da exposição ao O_3 sobre a saúde da população têm sido identificados a partir de estudos epidemiológicos de séries temporais. Esses estudos têm demonstrado associação desse poluente e a ocorrência de óbitos¹³. Entretanto, em nosso estudo não foi possível demonstrar evidências sobre efeitos na gestação.

Neste estudo algumas variáveis referentes ao RN, às características maternas e ao tipo de parto também foram identificadas como fatores de risco para a ocorrência de PI ao nascimento. Azenha et al.²⁵ encontraram resultados semelhantes ao deste estudo, ou seja, fatores como feto do sexo feminino, mães sem parceiro, baixa escolaridade materna, número baixo de consultas de pré-natal e parto vaginal apresentaram-se como risco elevado para o menor ganho de peso ao nascer.

A influência do sexo do RN sobre o peso de nascimento já foi demonstrada em diversos estudos e pode ser explicado, em parte, pelo crescimento dos fetos masculinos ser maior a partir da 32ª a 34ª semanas de gestação³⁰. Apesar dessa constatação e dos achados em diversos estudos, o sexo do RN é uma variável em que não há possibilidade de intervenção.

Com relação ao pré-natal, Antonio et al.³¹ encontraram resultados semelhantes ao deste estudo, ou seja, mães que fizeram menos de 7 consultas de pré-natal possuem 1,42 vezes mais chances de terem filhos com PI. Esses resultados reforçam a importância da realização das consultas de pré-natal, uma vez que permitem uma maior oportunidade de orientações e de procedimentos de qualidade, proporcionando maior chance de um RN nascer com peso adequado.

A proporção de RN com PI foi maior em mães que realizaram o parto por via vaginal. Diversos estudos indicaram que existe uma maior ocorrência de cesarianas entre grupos de baixo risco obstétrico e de mulheres de estratos sociais mais elevados, sugerindo que as indicações desse procedimento médico não são exclusivamente técnicas^{32,33}.

Algumas limitações do presente estudo devem ser comentadas. Diferentemente dos dados de exposição relativos ao RN, à mãe, ao parto e ao pré-natal, que são obtidos indivíduo a indivíduo, ou seja, de forma direta, os dados referentes à exposição aos poluentes do ar são obtidos de uma medida indireta por meio da concentração dos poluentes do ar no

ambiente, o que pode dificultar na obtenção de dados mais expressivos, como os encontrados individualmente. No entanto, como pode ser visto nas diversas literaturas apresentadas, nenhuma se utilizou de uma medida direta e individual, seja pelo alto custo metodológico, seja pela dificuldade operacional. Além disso, muitos dos resultados dos estudos, que se utilizaram de medidas indiretas de exposição, têm apresentado resultados muito consistentes, o que sustenta a sua utilização em estudos futuros.

A relevância deste estudo é que ainda foi possível encontrar o efeito da poluição do ar sobre o peso ao nascer após o ajuste para as variáveis: estado civil materno, escolaridade materna, número de consultas de pré-natal e sexo do RN, determinantes de PI ao nascer discutidos na literatura.

Apesar da menor gravidade dos desfechos, este grupo representa um quarto dos nascimentos e a identificação e os investimentos na atenção diferenciada para essas crianças poderiam minimizar as desvantagens posteriores. Este trabalho relacionou fatores de risco ligados ao desfecho PI. Assim, medidas que controlem fatores como poluição do ar, qualidade da educação da população e acesso ao pré-natal causariam, muito provavelmente, impacto positivo na saúde e qualidade de vida da população de crianças da cidade de São José dos Campos.

É importante ressaltar que mesmo em níveis de poluição mais baixos, ainda foi possível observar associação entre exposição de gestante à poluição do ar com o PI ao nascimento. Esses resultados sinalizam a necessidade de novas políticas voltadas a uma maior redução nos níveis de poluição na cidade de São José dos Campos.

CONCLUSÃO

Os resultados da pesquisa indicam que a exposição materna no primeiro e terceiro trimestres de gestação à poluição do ar no município de São José dos Campos, São Paulo, pode determinar o peso insuficiente de RN no período entre 2006 e 2010.

REFERÊNCIAS

1. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. *Lancet* 2002; 360(9341): 1233-42.
2. Perera FP, Rauh V, Whyatt RM, Tsai W, Bernert JT, Tu Y, et al. Molecular evidence of an interaction between prenatal environmental exposures and birth outcomes in a multiethnic population. *Environ Health Perspect* 2004; 112(5): 626-30.
3. Rocha JA. Baixo peso, peso insuficiente e peso adequado ao nascer em 5940 nascidos vivos na cidade de Recife: associação com algumas variáveis maternas. *J Pediatr (Rio J)* 1991; 67: 297-304.
4. Motta MEFA, Silva GAP, Araújo OC, Lira PI, Lima MC. O peso ao nascer influencia o estado nutricional ao final do primeiro ano de vida? *J Pediatr (Rio J)* 2005; 81(5): 377-82.
5. Yamamoto RM, Schoeps DO, Abreu LC, Leone C. Peso insuficiente ao nascer e crescimento alcançado na idade pré-escolar, por crianças atendidas em creches filantrópicas do município de Santo André, São Paulo, Brasil. *Rev Bras Saúde Mater Infant* 2009; 9(4): 477-85.
6. Helena ETS, Sousa CA, Silva CA. Fatores de risco para mortalidade neonatal em Blumenau, Santa Catarina: *linkage* entre bancos de dados. *Rev Bras Saúde Mater Infant*. 2005; 5(2): 209-17.

7. Brasil. Ministério da Saúde. DATASUS. Brasília: MS; 2002. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br> (Acessado em 31 de maio de 2015).
8. Almeida MF, Novaes HMD, Alencar GP, Rodrigues LC. Mortalidade neonatal no município de São Paulo: influência de peso ao nascer e de fatores sócio-demográficos e assistências. *Rev Bras Epidemiol* 2002; 5(1): 93-107.
9. Viana KJ, Taddei JAAC, Cocetti M, Warkentin S. Peso ao nascer de crianças brasileiras menores de dois anos. *Cad Saúde Pública* 2013; 29(2): 349-56.
10. Puffer RR, Serrano CV. Características del peso al nascer. Washington: PAHO; 1988. Publicación Científica nº 504.
11. Pedraza DF, Souza, MM, Cristóvão FS, França ISX. Baixo peso ao nascer no Brasil: revisão sistemática de estudos baseados no sistema de informações sobre nascidos vivos. *Pediatr Mod* 2014; 50(2): 51-64.
12. Prefeitura Municipal de São José dos Campos. Dados da Cidade. Disponível em: http://www.sjc.sp.gov.br/sao_jose/dados_da_cidade.aspx (Acessado em 11 de janeiro de 2016).
13. World Health Organization. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: global update 2005. Geneva: WHO; 2006.
14. Monteiro CA, Benício MHD, Ortiz, LP. Tendência secular do peso ao nascer na cidade de São Paulo (1976 - 1998). *Rev Saúde Pública* 2000; 34(Suppl 6): 26-40.
15. Bonzini M, Carugno M, Grillo P, Mensi C, Bertazzi PA, Pesatori AC. Impact of ambient air pollution on birth outcomes: systematic review of the current evidences. *Med Lav* 2010; 101(5): 341-63.
16. Ritz B, Wilhelm M, Hoggatt KJ, Ghosh JK. Ambient air pollution and preterm birth in the environment and pregnancy outcomes study at the University of California, Los Angeles. *Am J Epidemiol* 2007; 166(9): 1045-52.
17. Srám RJ, Binková B, Dejmejk J, Bobak M. Ambient air pollution and pregnancy outcomes: a review of the literature. *Environ Health Perspect* 2005; 113(4): 375-82.
18. Farhat SC, Silva CA, Orione MAM, Campos LM, Sallum AM, Braga AL. Air pollution in autoimmune rheumatic diseases: a review. *Autoimmun Rev* 2011; 11(1): 14-21.
19. Perera FP, Jedrychowski W, Rauh V, Whyatt RM. Molecular epidemiologic research on the effect of environmental pollutants on the fetus. *Environ Health Perspect* 1999; 107(Suppl 3): 451-60.
20. Calabrese EJ. Age and susceptibility to toxic substances. New York: John Wiley & Sons; 1986.
21. Reis MM. Poluição atmosférica e efeitos adversos na gravidez em um município industrializado no estado do Rio de Janeiro [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.
22. Medeiros A, Gouveia N. Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de São Paulo. *Rev Saúde Pública* 2005; 39(6): 965-72.
23. Junger WL, Leon AP. Poluição do ar e baixo peso ao nascer no Município do Rio de Janeiro, Brasil, 2002. *Cad Saúde Pública* 2007; 23(Suppl 4): S588-98.
24. 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(1): 17-25.
25. Azenha VM, Mattar MA, Cardoso VC, Barbieri MA, Ciampo LAD, Bettiol H. Peso insuficiente ao nascer: estudo de fatores associados em duas coortes de recém-nascidos em Ribeirão Preto, São Paulo. *Rev Paul Pediatr* 2008; 26(1): 27-35.
26. 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(6): 643-8.
27. Chen L, Yang W, Jennison BL, Goodrich A, Omaye ST. Air pollution and birth weight in northern Nevada, 1991-1999. *Inhal Toxicol* 2002; 14(2): 141-57.
28. Orione MA, Silva CA, Sallum AM, Campos LM, Omori CH, Braga ALF, et al. Risk factors for juvenile dermatomyositis: exposure to tobacco and air pollutants during pregnancy. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2014; 66(10): 1571-5.
29. Romão R, Pereira LA, Saldiva PH, Pinheiro PM, Braga AL, Martins LC. The relationship between low birth weight and exposure to inhalable particulate matter. *Cad Saúde Pública* 2013; 29(6): 1101-8.
30. Ramos JLA, Vaz FAC, Calil VMLT. O recém-nascido pequeno para a idade gestacional. In: Marcondes E, Costa FA, Ramos JLA, Okay Y. *Pediatria básica: pediatria clínica*. 9a ed. São Paulo: Sarvier; 2002. p. 353-61.
31. Antonio MARGM, Zanolli ML, Carniel EF, Morcillo AM. Fatores associados ao peso insuficiente ao nascimento. *Rev Assoc Med Bras* 2009; 55(2): 153-7.
32. Freitas PF, Drachler ML, Leite JCC, Grassi PR. Desigualdade social nas taxas de cesariana em primíparas no Rio Grande do Sul. *Rev Saúde Pública* 2005; 39(5): 761-7.
33. Carniel EF, Zanolli ML, Morcillo AM. Fatores de risco para indicação do parto cesáreo em Campinas (SP). *Rev Bras Ginecol Obstet* 2007; 29(1): 34-40.

Recebido em: 05/03/2015

Versão final apresentada em: 16/08/2015

Aprovado em: 22/09/2015