

# Avaliação econômica do impacto da poluição do ar na saúde da população da cidade de São Paulo

## Impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo

*Economic evaluation of the impact of air pollution in the health of the population of the city of São Paulo*

*Economic impact of air pollution in the city of São Paulo*

Camila Pepe<sup>1</sup>, Vanessa Teich<sup>2</sup>

### Palavras-chave:

poluição do ar, mortalidade, morbidade, saúde, avaliação econômica

### Keywords:

air pollution, mortality, morbidity, health, economic analysis

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo, concentrando-se nos custos relacionados às hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares e à perda de produtividade por mortalidade precoce. **Métodos:** Os casos atribuíveis à poluição do ar foram estimados considerando o  $MP_{10}$  como poluente de referência. O modelo de cálculo aplicado considera: risco relativo associado a um aumento no  $MP_{10}$ , frequência do desfecho na população de interesse e nível de exposição à poluição. O impacto da variação do risco relativo foi avaliado por análise de sensibilidade. Foi adotada a perspectiva da sociedade, incluindo custos médicos diretos para o Sistema Único de Saúde (SUS) e custos indiretos para a sociedade. **Resultados:** O nível de  $MP_{10}$  mostrou ter impacto no número de mortes e hospitalizações por pneumonia em crianças < 5 anos e de hospitalizações por doença cardiovascular em idosos  $\geq 65$  anos. A redução do nível de  $MP_{10}$  na cidade em estudo pode gerar uma economia de até R\$ 5,8 milhões com redução de hospitalizações. Estimou-se uma perda de R\$ 42.371.578 e R\$ 306.782 com as mortes prematuras por pneumonia e DPOC, respectivamente. **Conclusões:** Medidas eficientes com o intuito de melhorar a qualidade do ar da cidade de São Paulo são fundamentais por ter potencial em reduzir o número de mortes e hospitalizações em crianças e idosos, além de representar uma economia para o SUS e sociedade.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the economic impact of air pollution in the city of São Paulo, concentrating in hospitalization costs related to respiratory and cardiovascular diseases and to productivity losses due to early mortality. **Methods:** The cases attributable to air pollution were estimated considering  $PM_{10}$  as reference pollutant. The applied calculation model considers: relative risk associated to an increase in  $PM_{10}$ , frequency of outcomes in the population of interest and level of exposure to air pollution. The impact of relative risks variation was evaluated through sensitivity analysis. A societal perspective was adopted, including direct medical costs for the Brazilian Unified Health System (SUS) and indirect costs for the society. **Results:** The level of  $PM_{10}$  showed impact on the number of deaths and hospitalizations due to pneumonia in children < 5 years and hospitalizations due to cardiovascular disease in people aged  $\geq 65$  years. Reductions in the level of  $PM_{10}$  in the city might lead to an economy of up to R\$ 5.8 million with hospitalization reductions. Estimated losses of R\$ 42,371,578 and R\$ 306,782 were associated to premature deaths due to pneumonia and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), respectively. **Conclusions:** Efficient measures with the aim of improving the air quality in the city of São Paulo are fundamental due to their potential impacts in reducing deaths and hospitalizations among children and the elderly, besides representing cost offsets for SUS and the society.

Recebido em 07/01/2010. Aprovado para publicação em 15/02/2010. Fontes de financiamento: Este estudo recebeu apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil. Conflitos de interesse: não há

1. Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Avaliação de Tecnologias em Saúde (IATS) – CNPq/Brasil

2. Pesquisadora do Instituto Medinsight, Rio de Janeiro, Brasil.

Endereço para correspondência: Av. das Américas, 4.801/sala 235 - Barra da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP 22631-004 - e-mail: medinsight@medinsight.com

## Introdução

Atualmente, doenças crônicas representam a principal causa de morbidade e mortalidade no Brasil (Menezes AM et al., 2005). De acordo com dados do DATASUS (SIH-DATASUS, 2009), as doenças do aparelho respiratório e circulatório representaram a segunda e terceira principais causas de hospitalizações no ano de 2009 no Brasil.

O desenvolvimento econômico traz benefícios em termos de aumento de renda e melhoria da qualidade de vida para a sociedade, porém os centros urbanos de países em desenvolvimento geralmente lidam com problemas de poluição do ar devido ao rápido crescimento dos meios de transporte, instalações industriais e do número de pessoas expostas (Bell ML et al., 2005). São Paulo é responsável por um sexto do Produto Interno Bruto brasileiro. A área metropolitana de São Paulo inclui mais de 10 milhões de residentes e tem cerca de um quarto dos carros, caminhões e ônibus do país (Bell ML et al., 2005).

Níveis elevados de poluição em São Paulo foram associados com desfechos de saúde adversos, como baixo peso ao nascimento (Gouveia et al., 2004), atendimentos de emergência a crianças e idosos (Lin et al., 1999; Martins et al., 2002), admissões hospitalares (Braga et al., 1999; Braga et al., 2001; Saldiva et al., 1994; Gouveia e Fletcher, 2000a), e mortalidade (Saldiva et al., 1995; Gouveia e Fletcher, 2000b; Botter et al., 2002; Gouveia et al., 2003; Martins et al., 2004), incluindo mortalidade infantil (Conceição et al., 2001).

O objetivo deste estudo foi a avaliação do impacto econômico da poluição do ar na cidade de São Paulo, concentrando-se nos custos relacionados às hospitalizações por doenças respiratórias e cardiovasculares e à perda de produtividade por mortalidade precoce. Foi adotada a perspectiva da sociedade, incluindo custos médicos diretos para o Sistema Único de Saúde e custos indiretos para a sociedade.

## MÉTODOS

A metodologia aplicada nesta avaliação foi utilizada em outros estudos (Ostro et al., 1996; Kunzli N, 2000; Cifuentes L, 2001; Marcilio I, 2007) e consiste em estimar o número de casos de diferentes desfechos, atribuíveis à poluição do ar. Foram avaliados os desfechos de morbidade e mortalidade descritos na Tabela 1. Estes desfechos foram selecionados por estarem disponíveis na literatura, quantificações do impacto da poluição do ar sobre cada um deles para a realidade da cidade de São Paulo (Gouveia N, 2003) e por impactarem diretamente nos custos em saúde. Os custos associados aos desfechos de morbidade foram estimados como custos de hospitalização. Para mortalidade estimou-se o custo indireto associado à perda de produtividade em função da mortalidade precoce dos indivíduos.

Tabela 1. Desfechos de morbidade e mortalidade avaliados

Mortalidade	CID 10	≥ 65 anos	< 5 anos
Pneumonia	J10 - J18	Sim	Sim
DPOC	J40 - J47	Sim	Sim
AVC	I60 - I69	Sim	Não
TCA	I44 - I49	Sim	Não
Morbidade	CID 10	≥ 65 anos	< 5 anos
Pneumonia	J10 - J18	Sim	Sim
DPOC	J40 - J47	Sim	Não
DCV	I21; I44-I49	Sim	Não

Siglas: AVC: Acidente Vascular Cerebral/Doença Cerebrovascular; DCV: Doença Cardiovascular; DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica + Asma; TCA: Transtorno da Condução e Arritmias.

Para avaliar o impacto da poluição sobre os desfechos em saúde, diversos poluentes podem ser avaliados, como óxido nítrico ( $\text{NO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), material particulado inalável ( $\text{MP}_{10}$ ), partículas suspensas totais (TSP) ou dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), por exemplo. Porém, o impacto de cada um destes poluentes não é independente dos demais e, assim, a avaliação do somatório dos impactos isolados levaria a uma superestimativa do impacto total da poluição sobre a saúde. Neste estudo, portanto, focamos em um único poluente para estimar os casos atribuíveis à poluição do ar. Recorreu-se ao indicador  $\text{MP}_{10}$  como poluente de referência, apropriado por mensurar diversas fontes de poluição externa, como queima de combustíveis fósseis (Wilson R, 1996).

O modelo de cálculo aplicado a cada desfecho de saúde para estimar o número de casos atribuíveis à poluição do ar por causas externas considera: o risco relativo associado a um determinado aumento na poluição do ar para cada desfecho, a frequência do desfecho na população de interesse e o nível de exposição à poluição, como representado na Figura 1.

As funções de exposição são geralmente log-lineares. Para pequenos riscos e por níveis de exposição restritos, funções

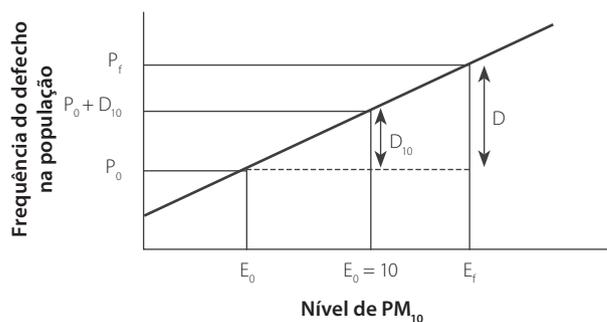


Figure 1. Função utilizada para cálculo do número de casos atribuíveis à poluição do ar

log-lineares e lineares levariam a resultados similares (Gouveia et al., 2003). Foi adotada para este estudo uma função linear para cálculo dos casos atribuíveis.

O nível médio de poluição, no entanto, deveria ser calculado em relação a um cenário de exposição de referência, de forma a representar o incremento no nível de poluição. O valor de 7,5 mg/m<sup>3</sup> foi selecionado como referência (E<sub>0</sub>), por representar o valor médio da categoria mínima utilizada para classificação dos níveis de exposição (5 a 10 mg/m<sup>3</sup>). Não há evidências sobre um valor limite inferior para níveis de poluição, porém não há publicações reportando exposições a MP<sub>10</sub> inferiores a 5-10 mg/m<sup>3</sup> (Gouveia et al., 2003). O impacto de exposições abaixo de 7,5 mg/m<sup>3</sup> foi, portanto, ignorado.

O risco relativo geralmente expressa um incremento de determinado efeito adverso para um aumento no nível de um poluente específico, em relação a um nível de desfechos de referência. O risco associado ao aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub> para cada um dos desfechos analisados, e seu respectivo intervalo de confiança de 95%, foram obtidos do estudo de Gouveia et al., 2003. As frequências de mortalidade foram obtidas do Programa de Aperfeiçoamento das Informações de Mortalidade da Prefeitura do Município de São Paulo (SIM, 2007), que foram utilizadas para estimar o número de mortes no município no ano de 2009, e as frequências de hospitalizações foram obtidas do DATASUS (SIH-DATASUS, 2009). O nível médio de poluição por MP<sub>10</sub> na cidade de São Paulo foi estimado com base na média anual das mensurações de material particulado inalável de 2006 a 2008 para o município de São Paulo (Resolução 61/09, 2009).

Utilizando as funções de exposição, expressas como o risco relativo (RR) por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de MP<sub>10</sub>, e a frequência de cada desfecho de saúde, foi calculado para cada desfecho o número atribuível de casos para um aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub>, como D<sub>10</sub> = (RR-1)\*P<sub>0</sub>, onde P<sub>0</sub> representa a frequência de desfechos obtida em um cenário hipotético de referência E<sub>0</sub> (média anual de MP<sub>10</sub> de 7,5 mg/m<sup>3</sup>). P<sub>0</sub> foi derivado a partir de média atual de cada um dos desfechos, dado o nível de exposição atual,

aplicando a fórmula:  $P_0 = \frac{10 * P_f}{[(RR - 1) * (E_f - E_0) + 10]}$ , onde

P<sub>f</sub> = número final de eventos observados no município de São Paulo; E<sub>f</sub> = exposição final observada no município de São Paulo; e E<sub>0</sub> = exposição de referência.

O impacto da variação do risco relativo sobre cada desfecho em saúde foi avaliado por análise de sensibilidade, considerando o intervalo de confiança dos parâmetros (Gouveia et al., 2003). Considerando D<sub>10</sub> para cada desfecho em saúde, a população total da cidade de São Paulo e os níveis médios de poluição por MP<sub>10</sub>, podem ser calculados os casos atribuíveis à poluição do ar.

Os custos médicos diretos associados ao aumento da frequência de hospitalizações foram estimados com base no valor médio associado a cada Autorização de Internação Hospitalar (SIH-DATASUS, 2009) dos respectivos desfechos considerados para análise. Os custos indiretos foram estimados com base no rendimento médio nominal mensal das pessoas ocupadas na cidade de São Paulo no ano de 2009, obtido a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009).

## RESULTADOS

O risco relativo (RR) e intervalo de confiança (IC) de 95% por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de MP<sub>10</sub> e a frequência de cada desfecho de saúde estão apresentados na Tabela 2, segmentados em crianças até 5 anos de idade e idosos com 65 anos ou mais.

**Tabela 2.** O risco relativo por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de MP<sub>10</sub> e a frequência de cada desfecho de saúde na cidade de São Paulo

Mortalidade	RR (IC)	Frequência (Pf)
Pneumonia < 5 anos	1,122 (0,972-1,294)	166
Pneumonia ≥ 65 anos	1,003 (0,995-1,011)	3.388
DPOC < 5 anos	1,011 (0,999-1,023)	10
DPOC ≥ 65 anos	1,022 (1,006-1,038)	1.920
AVC ≥ 65 anos	1,018 (0,991-1,046)	3.625
TCA ≥ 65 anos	1,004 (0,996-1,012)	287
Hospitalização	RR	Frequência (Pf)
Pneumonia < 5 anos	1,043 (1,028-1,058)	15.489
DPOC ≥ 65 anos	1,013 (1,003-1,023)	1.858
Pneumonia ≥ 65 anos	1,011 (1,005-1,016)	6.608
DCV ≥ 65 anos	1,071 (1,049-1,095)	4.934

Considerando o cenário hipotético de referência (E<sub>0</sub> = 7,5mg/m<sup>3</sup>) e o cenário atual (E<sub>f</sub> = 38,5 mg/m<sup>3</sup>) de exposição a MP<sub>10</sub>, a Tabela 3 mostra a frequência de mortalidade e hospitalização obtida no cenário de referência E<sub>0</sub> (P<sub>0</sub>), o número de casos atribuíveis à poluição do ar para um aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> de MP<sub>10</sub> (D10) e o número de casos atribuíveis à poluição do ar para uma variação ΔE (E<sub>f</sub> - E<sub>0</sub>) no MP<sub>10</sub> (D).

Observa-se também nesta tabela o percentual de mortes e hospitalizações que são atribuíveis a poluição do ar, sendo relevante a contribuição do MP<sub>10</sub> no aumento de mortes e hospitalizações por pneumonia em crianças menores de 5 anos e de hospitalizações por doença cardiovascular em idosos com 65 anos ou mais.

A Tabela 4 apresenta o melhor e pior cenário no que diz respeito ao número de mortes e hospitalizações atribuíveis à

**Tabela 3.** Número de mortes e hospitalizações (%) atribuíveis à poluição do ar para uma variação  $\Delta E (E_f - E_0)$  no  $MP_{10}$  na cidade de São Paulo

Mortalidade	$P_0$	$D_{10}$	D (%)
Pneumonia < 5 anos	120	15	46 (27%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	3.357	10	31 (1%)
DPOC < 5 anos	10	0	0 (3%)
DPOC $\geq$ 65 anos	1.797	40	123 (6%)
AVC $\geq$ 65 anos	3.433	62	192 (5%)
TCA $\geq$ 65 anos	284	1	4 (1%)
Hospitalização	$P_0$	$D_{10}$	D (%)
Pneumonia < 5 anos	13.666	588	1.823 (12%)
DPOC $\geq$ 65 anos	1.786	23	72 (4%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	6.390	70	218 (3%)
DCV $\geq$ 65 anos	4.043	287	891 (18%)

**Tabela 4.** Análise de sensibilidade – número de mortes e hospitalizações (%) atribuíveis à poluição do ar para uma variação  $\Delta E (E_f - E_0)$  no  $MP_{10}$  na cidade de São Paulo

Mortalidade	Caso base	Melhor cenário	Pior cenário
Pneumonia < 5 anos	46 (27%)	79 (48%)	-
Pneumonia $\geq$ 65 anos	31 (1%)	112 (3%)	-
DPOC < 5 anos	0 (3%)	1 (7%)	-
DPOC $\geq$ 65 anos	123 (6%)	202 (11%)	35 (2%)
AVC $\geq$ 65 anos	192 (5%)	453 (12%)	-
TCA $\geq$ 65 anos	4 (1%)	10 (4%)	-
Hospitalização	D (%)	D (%)	D (%)
Pneumonia < 5 anos	1.823 (12%)	2.362 (15%)	1.238 (8%)
DPOC $\geq$ 65 anos	72 (4%)	124 (7%)	17 (1%)
Pneumonia $\geq$ 65 anos	218 (3%)	312 (5%)	101 (2%)
DCV $\geq$ 65 anos	891 (18%)	1.123 (23%)	651 (13%)

poluição do ar para uma variação  $\Delta E (E_f - E_0)$  no  $MP_{10}$ , considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do risco relativo por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de  $MP_{10}$  apresentado na Tabela 2.

O valor médio reembolsado por AIH (Autorização de Internação Hospitalar) e o custo relacionado aos casos atribuídos à variação  $\Delta E (E_f - E_0)$  no  $MP_{10}$  estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que uma economia de até 5,8 milhões de reais poderia ocorrer com a introdução de técnicas para redução da exposição de  $MP_{10}$  na cidade de São Paulo considerando o caso base. Considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do ris-

**Tabela 5.** Custo com hospitalização atribuído à variação  $\Delta E$  no nível de  $MP_{10}$  na cidade de São Paulo

Hospitalização	Custo médio AIH	Custo total atribuído a variação $\Delta E$ no nível de $MP_{10}$
Pneumonia < 5 anos	R\$ 945,36	R\$ 1.723.455,45
DPOC > 65 anos	R\$ 1.153,23	R\$ 83.067,14
Pneumonia > 65 anos	R\$ 1.129,86	R\$ 246.382,53
DCV > 65 anos	R\$ 4.284,13	R\$ 3.815.569,87
<b>Custo total:</b>		<b>R\$ 5.868.475,00</b>

co relativo por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de  $MP_{10}$  apresentado na Tabela 2, esta economia varia entre 4,1 e 7,5 milhões de reais.

Os custos relacionados aos desfechos de morbidade foram estimados com base nas hospitalizações. Para mortalidade se estimou o custo indireto associado à perda de produtividade em função da mortalidade precoce dos indivíduos, com base no rendimento médio nominal mensal das pessoas ocupadas na cidade de São Paulo no ano de 2009. Para esta análise, se considerou apenas as mortes em crianças menores de 5 anos de idade, assumindo que a faixa etária produtiva é entre 18 e 65 anos, representando 47 anos de produtividade perdidos por morte prematura. Assim, estimou-se uma perda de R\$ 42.371.578 e R\$ 306.782 com as mortes prematuras por pneumonia e DPOC, respectivamente. Considerando o limite inferior e superior do intervalo de confiança do risco relativo por aumento de 10 mg/m<sup>3</sup> no nível de  $MP_{10}$  apresentado na Tabela 2, esta perda varia de R\$ 0 a R\$ 73.613.134 e de R\$ 0 a R\$ 619.163 para pneumonia e DPOC, respectivamente.

No caso base, considerando os custos relacionados aos desfechos de morbidade e mortalidade, uma economia de até 48,5 milhões de reais poderia ocorrer com a introdução de técnicas para redução da exposição de  $MP_{10}$  na cidade de São Paulo. Este valor chega a até 81,8 milhões de reais na análise de sensibilidade realizada.

## DISCUSSÃO

Este estudo teve o objetivo de estimar o impacto econômico da poluição do ar na saúde da população da cidade de São Paulo.

Observou-se que o número de casos de hospitalização atribuíveis a exposição ao  $MP_{10}$  foi considerável, principalmente nas internações relacionadas à pneumonia em crianças menores de 5 anos e às doenças cardiovasculares em idosos com 65 anos ou mais, correspondendo a 12% e 18% dos casos, respectivamente.

A contribuição da exposição ao  $MP_{10}$  no número de mortes por pneumonia em crianças menores de 5 anos também mostrou ser relevante nesta análise, sendo responsável por 27% dos casos.

A análise de sensibilidade veio para corroborar a afirmação de que a presença elevada de  $MP_{10}$  na atmosfera leva a um aumento considerável de hospitalizações por doença respiratória e circulatória. O impacto da poluição na hospitalização por pneumonia em crianças menores de 5 anos variou de 8% a 15% e por doença cardiovascular em idosos com 65 anos ou mais variou de 13% a 23%. No que diz respeito à mortalidade, a contribuição do  $MP_{10}$  no número de mortes por pneumonia em crianças menores de 5 anos pode chegar a 48% dos casos e no pior cenário esta contribuição seria nula.

Estes resultados se mostraram semelhantes aos publicados em estudos para outros estados e países (Cifuentes et al, 2000; Kunzli et al, 2000).

É importante ressaltar que os dados de custo apresentados se referem à perspectiva do sistema público de saúde, desta forma, as economias apresentadas são conservadoras podendo ser ainda maiores se levarmos em consideração os custos do sistema privado de saúde.

Esta análise também é conservadora por considerar apenas o efeito do  $MP_{10}$  na saúde. Optamos por usar apenas este componente, pois haveria sobreposição de casos se considerássemos os valores de risco relativo por aumento de  $10 \text{ mg/m}^3$  publicados para outros componentes (por exemplo:  $O_3$  e  $NO_2$ ). No entanto, sabe-se que o impacto total foi subestimado por desconsiderar casos de hospitalização e mortalidade causados exclusivamente por estes outros elementos.

Vale também ressaltar que este estudo avaliou apenas o efeito da poluição no número de mortes e hospitalizações por doenças respiratórias e do aparelho circulatório. Entretanto, espera-se que a poluição também tenha influência em outras doenças, por exemplo, algumas neoplasias, como o câncer de pulmão. Além disso, no que diz respeito aos desfechos relacionados à morbidade, consideramos apenas custos com hospitalização para tratamento dos eventos agudos, sendo que em muitos casos os pacientes são acompanhados para tratamento da doença crônica e tais custos foram desconsiderados nesta análise.

Assim, concluímos que é fundamental que sejam implementadas medidas eficientes com o intuito de melhorar a qualidade do ar da cidade de São Paulo. Estas medidas terão impacto potencial na redução do número de mortes e hospitalizações em crianças até 5 anos de idade e de idosos com 65 anos ou mais, além de representar uma economia de até 48,5 milhões de reais para o Sistema Único de Saúde e sociedade.

## Referências bibliográficas

- Bell ML, Davis DL, Gouveia N et al. The avoidable effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. *Environmental Research* 2006; 100: 431-40.
- Botter DA, Jørgensen B, Peres AA, 2002. A longitudinal study of mortality and air pollution in São Paulo, Brazil. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 12, 335-43.
- Braga AL, Conceição GMS, Pereira LAA, Kishi HS, Pereira JCR, Andrade MF, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Latorre MRDO, 1999. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. *J. Environ. Med.* 1, 95-102.
- Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceição GM, Lin CA, et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 2001; 31:106-13.
- Cifuentes L, Borja-Aburto VH, Gouveia N, Thurston G, Davis DL. Assessing the health benefits of urban air pollution reductions associated with climate change mitigation (2000-2020): Santiago, Sao Paulo, Mexico City, and New York City. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Suppl 3:419-25.
- Conceição, G.M.S., Miraglia, S.G.E.K., Kishi, H.S., Saldiva, P.H.N., Singer, J.M., 2001. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Environ. Health Perspect.* 109, s347-s350.
- Gouveia N, Fletcher T, 2000a. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup. Environ. Med.* 57, 477-83.
- Gouveia N, Fletcher T, 2000b. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. *J. Epidemiol. Community Health* 54, 750-755.
- Gouveia N, Mendonça GA, Ponce-de-Leon A, Correia JE, Junger WL, Freitas CU, et al., Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. *Epidemiol Serv Saúde* 2003; 12:29-40.
- Gouveia, N., Bremner, S.A., Novaes, H.M., 2004. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. *J. Epidemiol. Community Health* 58, 11-17.
- IBGE, 2009. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme\\_nova/pme\\_200912sp\\_03.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/pme_200912sp_03.shtm) [Acessado em: 21/02/2010].
- Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; 356:795-801.
- Lin CA, Martins MA, Farhat SCL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio VM, Hatanaka M, Andrade WC, Hamaue WR, Böhm GM, Saldiva PHN, 1999. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* 13, 475-88.
- Lin CA, Pereira LAA, de Souza Conceição GM, Kishi HS, Milani R, Braga ALF, Saldiva, PHN, 2003. Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits. *Environ. Res.* 93, 57-63.
- Marcilio I, Gouveia N. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 2007; 23 (4): S529-36.
- Martins MCH, Fatigati FL, Véspoli TC, Martins LC, Pereira LAA, Martins MA, Saldiva PHN, Braga ALF, 2004. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J. Epidemiol. Community Health* 58, 41-46. Saldiva et al, 1994.
- Menezes AMB, Jardim JR, Pérez-Padilla R et al. Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and associated factors: the PLATINO study in São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 2005; 21(5): 1565-73.

Ostro B, Sanchez J, Aranda C, Eskeland G. Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 1996; 6: 97-114.

Resolução SMA 61/09, de 21/08/09 – Áreas Saturadas – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento.

Saldiva PHN, Pope III CA, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM, Barone I, Bohm GM, 1995. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Arch. Environ. Health* 50, 159-63.

SIH – DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nisp.def> Acesso em 17 de fevereiro de 2010.

SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade no Município de São Paulo. Disponível em: <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/cgi/tabcgi.exe?secretarias/saude/TABNET/SIM/obito.def>. Acesso em 17 de fevereiro de 2010.

Wilson R, Spengler J. *Particles in our air: concentrations and health effects*. Boston: Harvard University Press, 1996.