



INSTITUTO
SAÚDEeSUSTENTABILIDADE

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA no Estado de São Paulo sob a visão da saúde



Setembro de 2013

AUTORES

Evangelina da M. P. A. de Araujo Vormittag



Médica, especialista em Patologia Clínica e Microbiologia, Doutora em Patologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Especialista em Gestão de Sustentabilidade pela Faculdade de Administração da Fundação Getúlio Vargas SP. Realizou o Curso de Pós Graduação Economia da Saúde e Desenvolvimento Econômico da Faculdade de Economia e Administração da USP. Trabalhou como Diretora da Seção de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia do Laboratório Central do Hospital das Clínicas da FMUSP e como Gerente médica de Pesquisa Clínica da Merck Sharp & Dohme. Idealizadora, fundadora e Diretora Presidente do Instituto Saúde e Sustentabilidade.

Cristina Guimarães Rodrigues

Bacharel em Ciências Econômicas e Doutora em Demografia pela Universidade Federal de Minas Gerais e Pós-doutorado pela Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo. Tem experiência acadêmica e de mercado na área de Demografia e Economia da Saúde, com participação em congressos nacionais e internacionais e cursos em universidades como Harvard e Stanford. É pesquisadora do Grupo de Estudos em Economia da Saúde e Criminalidade (Cedeplar/UFGM), do Núcleo de Estudos em Economia da Saúde e Nutrição (NEEDS/USP) e professora da Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (Fipecafi), vinculada à USP. É fundadora da CGR Social Consulting, empresa que presta consultoria e desenvolve pesquisas na área sociodemográfica, com ênfase em saúde.



Marina Jorge de Miranda



Geógrafa, Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Doutoranda em Geografia (Geografia Física) na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP). Investigadora no Grupo de Pesquisa em Geografia Médica e da Saúde da Universidade de São Paulo, dentro das temáticas: Saúde Urbana, Saúde Materna e Infantil, Climatologia Médica, Geoprocessamento e Estatística Espacial. Em 2012 colaborou como investigadora visitante no Gabinete de Investigação em Geografia da Saúde da Universidade de Coimbra (UC), Portugal.

Júlia Affonso Cavalcante



Graduanda do curso de Bacharelado em Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). Atualmente discente do Master 2 Gestion de l'Environnement na Université Rennes 2, França. Realizou monitoria institucional e participou de projeto de extensão universitária promovido pelo Laboratório de Extensão EACH/USP (LABEX) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Agrário e o INCRA/SP. Apresentou trabalho científico no Congresso Internacional PBL (Problem-based learning) - Cali, Colômbia. Estagiária no Instituto Saúde e Sustentabilidade em 2012/2013.

Renan Rodrigues da Costa

Graduando no curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP. Realizou monitoria institucional na área de cartografia temática e participou, como professor, do projeto de extensão universitária Pró-Universidade, em parceria com a Fundação Tide Setubal. Foi bolsista pela FAPESP, tendo desenvolvido pesquisa científica sobre negociações internacionais sobre meio ambiente, mudanças climáticas, instrumentos econômicos para a gestão ambiental, especificamente mercado de carbono, e indicadores de sustentabilidade, a qual foi aprovada no V Seminário Nacional da Rede Brasileira de Monitoramento e Avaliação. Estagiário no Instituto Saúde e Sustentabilidade desde 2013.



Camila Acosta Camargo



Graduanda em Comunicação Social com habilitação em Relações Públicas na Escola de Comunicações e Artes da USP. Em 2010 foi bolsista pelo Departamento de Jornalismo e Editoração e desenvolveu pesquisa a respeito do mercado editorial no Centro de São Paulo nos dias atuais. Atuou na realização do IV Fórum Internacional de Comunicação e Sustentabilidade e na implantação do Projeto socioambiental Limpa Brasil Let's do it. Participou da coordenação do Programa Escolas de Bicicleta, uma iniciativa da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo em todos os Centros Educacionais Unificados da capital. Estagiária de Relações Públicas no Instituto Saúde e Sustentabilidade desde 2012.

Paulo Hilário Nascimento Saldiva

Médico, Professor Titular de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.



RESUMO

A poluição atmosférica foi responsável pela morte de 2 milhões de pessoas no mundo em 2011, mais de 200% acima dos números de uma década antes (800 mil). Sem novas políticas, em 2050, a poluição do ar deve se tornar a principal causa ambiental de mortalidade prematura mundial. Atualmente, no Estado de São Paulo, os dados sobre o enquadramento do ar são coletados e disponibilizados pela Cia. Tecnologia de Saneamento Ambiental da Secretária do Estado de São Paulo - CETESB e baseados na Resolução CONAMA Nº 03/90. Em 2006, a Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou o Relatório *Air Quality Guidelines, an Update 2005*, um esforço mundial e estudo extenso que sugere novos padrões de ar a serem utilizados embora enfatize que não haja níveis seguros de concentração de poluentes para a saúde humana. Em uma atitude louvável, um Grupo de Trabalho, em 2010, no Consema publicou o Relatório de mudança de Padrões de Qualidade de Ar, o qual foi promulgado em abril de 2013, o *Decreto 59.113/2013 que estabelece Novos Padrões de Qualidade do Ar e dá providências correlatas*. O Decreto introduziu 3 Metas Intermediárias (MI1, MI2 e MI3) de Padrão de Qualidade do Ar (PQAr), e finalmente MF – o verdadeiro Padrão de Qualidade do Ar – os três últimos, sem prazo para entrar em vigor. O objetivo desta pesquisa é realizar uma avaliação dos dados ambientais de poluição atmosférica, estimativa do impacto em saúde pública (mortalidade e adoecimento) e sua valoração em gastos públicos e privados, no Estado de São Paulo, em função da adoção dos padrões de poluição atmosférica preconizados pela Organização Mundial de Saúde durante o período de 2006 a 2011. Os primeiros resultados já mostram que as médias anuais de $PM_{2,5}$ de todas as estações do Estado de São Paulo para todos os anos situam-se acima do padrão de $10 \mu g/m^3$ da OMS, a maioria entre 20 e $25 \mu g/m^3$. Sob o prisma das cidades, em 2011, todos os 29 municípios com estações, sem exceção, apresentam média anual de $MP_{2,5}$ acima do padrão da OMS sendo que 21 delas situam-se acima dos níveis de $20 \mu g/m^3$ e 11 municípios estão acima ou igual aos níveis de $MP_{2,5}$ da cidade de São Paulo ($MP_{2,5} = 22,17 \mu g/m^3$), são eles: Americana, Araçatuba, Cubatão, Mauá, Osasco, Guarulhos, Paulínia, Santos, São Bernardo, São Caetano, São José do Rio Preto e Taboão da Serra. Há uma relação direta entre poluição e densidade

populacional. As regiões metropolitanas apresentam média anual e o mesmo padrão durante os seis anos muito similares as da Região Metropolitana de São Paulo, com exceção de Baixada Santista, mais alta, e Litoral Norte, mais baixa. Em relação a mortalidade atribuível a poluição, o Estado de SP possui 17.443 mortes, Região Metropolitana de SP 7.932 e a capital paulistana, 4.655 óbitos. Se considerarmos as mortes atribuíveis no Estado de SP para todos os anos do estudo 2006 a 2011, a partir da publicação do Guia da OMS com os novos padrões a serem seguidos, temos 99.084 mortes, o mesmo que dizer uma cidade de 100 mil habitantes dizimada em seis anos. Há uma relação entre o nível de $MP_{2,5}$ e a taxa de mortalidade entre os municípios: aqueles com os maiores níveis de $MP_{2,5}$ são também os que possuem o maior risco de morte como, por exemplo, Cubatão, Osasco, Araçatuba, São José do Rio Preto e Araraquara. Verifica-se, para o Estado, 68.499 internações públicas atribuíveis à poluição. Considerando a distribuição das causas no Estado de São Paulo, o maior percentual de internações atribuíveis à poluição corresponde a doenças respiratórias em adultos (38%), seguida das doenças cardiovasculares, com 33%. Há regiões metropolitanas em que prevalece a doença respiratória em crianças. Em 2011, para o Estado temos o DALY de 159.422 anos. A taxa de DALY para cada 1.000 habitantes no Estado de 3,8, ou uma perda de 1,39 dias de vida por morte prematura ou internação para cada residente no Estado de São Paulo, em decorrência da poluição atmosférica, no ano de 2011 para as doenças consideradas no estudo. O gasto público de internações por doenças cardiovasculares, pulmonares e câncer de pulmão atribuíveis à poluição na cidade de São Paulo, em 2011, foi em torno de R\$ 31 milhões, correspondendo a 0,51% do orçamento para aquele ano. Os gastos públicos e (suplementar) privado de internações pelas mesmas doenças descritas no Estado de São Paulo, em 2011, foram respectivamente, em torno R\$ 76 milhões e R\$ 170 milhões, totalizando os gastos em R\$ 246 milhões no Estado.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mortes prematuras devido ao Material Particulado no mundo	10
Figura 2 - Mortes prematuras devido a alguns riscos selecionados:	11
Figura 3 – Estações de monitoramento incluídas no estudo, 2006 a 2011.	22
Figura 4 - Divisão geográfica do Estado de São Paulo em UGRHI	23
Figura 5 - UGRHIs com estações de monitoramento da CETESB	25
Figura 6 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, anos 2006 a 2011, incluindo dados de Cubatão.	39
Figura 7 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, anos 2006 a 2011, sem os dados de Cubatão.	40
Figura 8 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ no município de São Paulo.....	40
Figura 9 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Região Metropolitana de São Paulo.	41
Figura 10 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Região Metropolitana de Campinas.	42
Figura 11 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Região ABCD.	42
Figura 12 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Região Metropolitana da Baixada Santista.	43
Figura 13 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ por município em 2011.....	45
Figura 14 - Média $MP_{2,5}$ por ordem decrescente dos municípios	46
Figura 15 - Médias e máximas por município	47
Figura 16 - Média de $MP_{2,5}$ de 2006 a 2011 de cada município.....	48
Figura 17 - Municípios do Estado de São Paulo: Densidade demográfica e Média anual de $MP_{2,5}$	49
Figura 18 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ por RM em 2011	51
Figura 19 - Gráfico em barras dos valores das médias $MP_{2,5}$ por RM , ano a ano, 2006 a 2011 ..	52
Figura 20 - Gráfico em curvas dos valores das médias $MP_{2,5}$ por RM , ano a ano, 2006 a 2011.	52
Figura 21 - Gráfico em barras dos valores das médias $MP_{2,5}$ por UGRHI, ano a ano, 2006 a 2011	54
Figura 22 - Distribuição de Médias de $MP_{2,5}$ por UGRHI no Estado de São Paulo	54
Figura 23 - Média de $MP_{2,5}$ x População por UGRHI.....	55
Figura 24 - Taxa de mortalidade por poluição (Mortalidade atribuível à poluição e população total do município) - 2011	57
Figura 25 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Estado de São Paulo (2011).....	60
Figura 26 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Aglomerado Urbano de Jundiaí (2011).	60
Figura 27 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Aglomerado Urbano de Piracicaba (2011).	61
Figura 28 - Internações atribuíveis à poluição por causas na Microrregião de Sorocaba (2011).	61
Figura 29 - Internações atribuíveis à poluição por causas na Baixada Santista (2011).	61
Figura 30 - Internações atribuíveis à poluição por causas na RM de Campinas. (2011).	62
Figura 31 - Internações atribuíveis à poluição por causas na RMSP (2011).....	62
Figura 32 - Internações atribuíveis à poluição na RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte (2011).	62
Figura 33 - Número de mortes ligadas à má qualidade do ar em todo o mundo	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação dos padrões MP_{10}	15
Tabela 2 - Comparação dos padrões $MP_{2,5}$	15
Tabela 3 - Parâmetros de condições agudas	16
Tabela 4 - Unidades UGRHI com estação e População	24
Tabela 5 - Mortalidade por doenças e grupos etários selecionados, e os respectivos riscos relativos utilizados no cálculo do YLL.....	29
Tabela 6 - Internações por doenças e grupos etários selecionados, e os respectivos pesos de incapacidade e coeficientes utilizados no cálculo do YLD.....	31
Tabela 7 - Estações, Número de observações, Médias anuais de $MP_{2,5}$ das estações automáticas por ano, Medida máxima de $MP_{2,5}$ no ano, 2006 a 2011.....	36
Tabela 8 - Média anual de $MP_{2,5}$ por município, anos 2006 a 2011.....	43
Tabela 9 - Média anual de $MP_{2,5}$ por Regiões metropolitanas, anos 2006 a 2011	50
Tabela 10 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ por UGRHI, ano a ano.....	53
Tabela 11 - Mortes atribuíveis à poluição nos municípios	56
Tabela 12 - Internações públicas por doenças específicas atribuíveis a poluição por município, Regiões metropolitanas, UGRHI e UF SP - 2011	59
Tabela 13 - Valores de DALY para o Estado	63
Tabela 14 - Valores de DALY para RM.....	63
Tabela 15 - Gastos públicos (Reais) em saúde devido às internações na Rede Pública de Saúde por município.....	66
Tabela 16 - Gastos públicos (Reais) e privados em saúde devido às internações na Rede Pública e Suplementar de Saúde por RM, UGRHI e Estado de SP.	67
Tabela 17 – Valor monetário dos anos de vida perdidos por morte prematura ou doenças (DALY), atribuíveis ao PM 2,5, por município - 2011	68

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. OBJETIVO.....	19
2. METODOLOGIA	20
2.1. CÁLCULO AMBIENTAL.....	20
2.2. CÁLCULO EPIDEMIOLÓGICO	26
2.2.1 A carga global de doenças (método DALY)	26
2.2.2 A carga de doenças ambiental.....	28
2.2.3. Banco de dados e variáveis utilizadas	29
2.2.4 Internações do setor privado.....	31
2.3 CÁLCULO DE VALORAÇÃO ECONÔMICA	33
2.3.1 Valoração econômica em saúde	33
2.3.2 Custo direto da morbidade	34
3. RESULTADOS	35
3.1 RESULTADOS AMBIENTAIS.....	35
3.2 RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS	55
3.2.1 Mortalidade atribuível	55
3.2.2 Internações	58
3.2.3 DALY.....	63
3.3 RESULTADOS ECONÔMICOS	64
3.3.1. Gastos com internações públicas e privadas	64
3.3.2 Valoração econômica em saúde	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
REFERÊNCIAS	72
ANEXO.....	78

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA No Estado de São Paulo sob a visão da saúde

INTRODUÇÃO

O Brasil abriga hoje mais de 84% de seus habitantes em áreas urbanas (IBGE, 2010). No entanto, um aspecto da relação entre cidade e meio ambiente raramente abordado é a qualidade de vida do homem (SALDIVA, 2010).

A poluição atmosférica – preocupação mundial dos órgãos de saúde

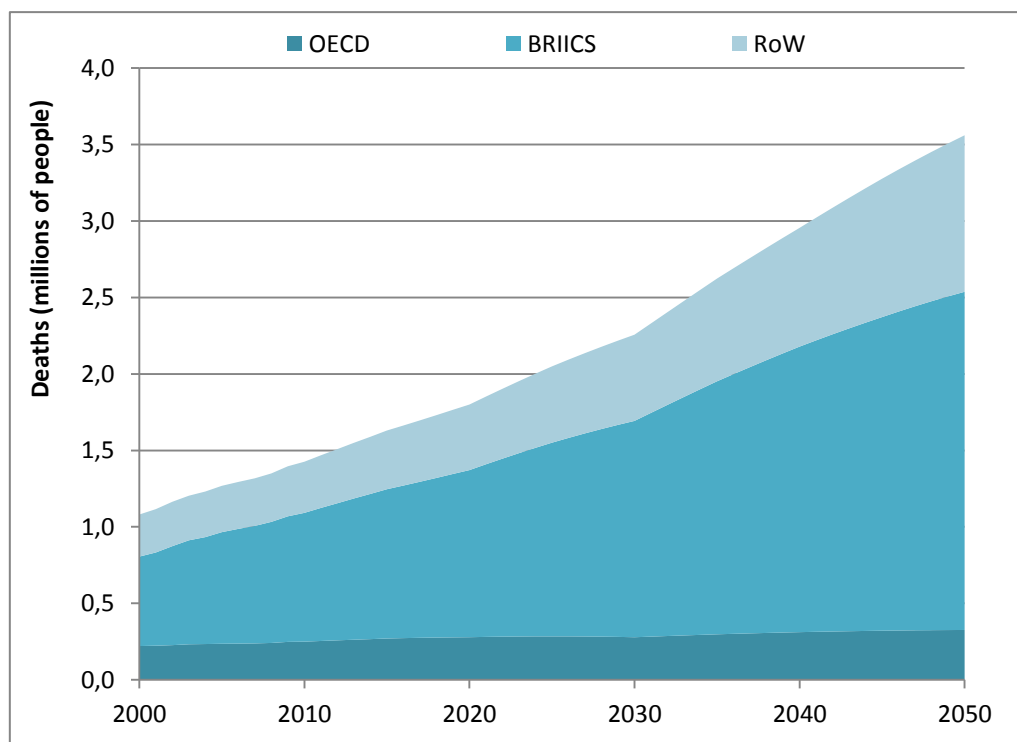
A poluição atmosférica foi responsável pela morte de 2 milhões de pessoas no mundo em 2011 (65% na Ásia), mais de 200% acima dos números de uma década antes (800 mil) (WHO, 2011).

Em São Paulo, por exemplo, estima-se um excesso de 7 mil mortes prematuras ao ano na região metropolitana e 4 mil na capital, decorrentes do impacto da poluição na saúde das pessoas, além da redução de 1,5 anos de vida, com um custo financeiro que, dependendo da métrica utilizada, pode variar entre centenas de milhões a mais de um bilhão de dólares por ano.

Lançado em 2012, o Relatório: *Perspectivas Ambientais para 2050: as Consequências da Inação*, pela OECD - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (em inglês: *Organization for Economic Co-operation and Development*) clarifica que a poluição do ar, o abastecimento de água insalubre, a falta de saneamento e a contaminação por produtos químicos perigosos exercem pressões significativas sobre a saúde humana, particularmente os idosos, crianças e jovens, que sob os efeitos adicionais das mudanças climáticas vêm aumentar a carga global de doenças (OECD, 2011).

Figura 1 - Mortes prematuras devido ao Material Particulado no mundo

Países do grupo OECD e BRICS*, RoW** = rest of the world¹



Fonte: OECD, 2011

Os países mais desenvolvidos e ricos são os que apresentam menor poluição e riscos, o que mostra claramente que o combate à poluição não impede o crescimento econômico.

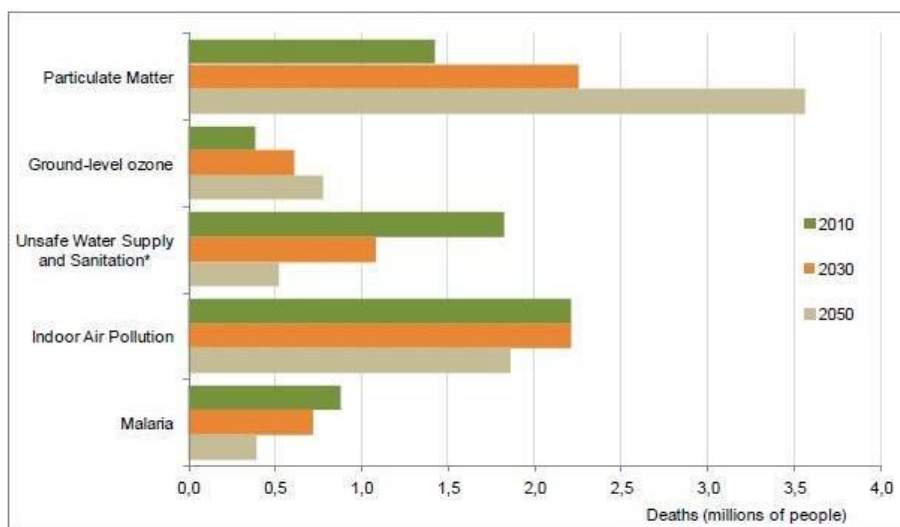
O relatório também aponta tendências e projeções sobre diversos aspectos, enfatiza que em relação à poluição atmosférica, se não houver implementação de novas medidas ou políticas, a qualidade do ar continuará a se deteriorar globalmente e que, por volta de 2050, a poluição por material particulado (MP) e ozônio será a principal causa de morte relacionada ao meio ambiente mundialmente, como demonstra a Figura 2 abaixo.

¹ *BRICS = Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul

**RoW = Rest of The World (restante do mundo)

Figura 2 - Mortes prematuras devido a alguns riscos selecionados:

Exposição ao MP e ozônio, suplemento de água insalubre, Poluição *indoor* e Malária - 2010 a 2050



Note: * Child mortality only.

Source: OECD Environmental Outlook Baseline; output from IMAGE.

Se nada for feito, até 2050 a principal *causa mortis*, excluindo doenças crônicas não evitáveis, estará relacionada às complicações cardiorrespiratórias devidas à má qualidade do ar das cidades, pelos poluentes material particulado – MP e ozônio troposférico, superando as mortes por malária, poluição *indoor*, consumo de água insalubre e falta saneamento básico (OECD, 2011).

Sem novas políticas, em 2050, a poluição do ar deve se tornar a principal causa ambiental de mortalidade prematura mundial.

Em 2006, a Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou o Relatório *Air Quality Guidelines, an Update 2005 (Guia de Qualidade do Ar)*, um esforço mundial e estudo extenso que sugere novos padrões de ar a serem utilizados (WHO, 2006). A forma mais precisa de se mensurar o impacto de concentrações de poluentes no ar ambiente em saúde é a condução de estudos epidemiológicos, estabelecidos através de funções dose-resposta e sua correlação com indicadores de morbidade e mortalidade na população susceptível. Mesmo assim, segundo o Relatório, não há níveis seguros de concentração de poluentes para a saúde humana.

Atualmente, no Estado de São Paulo, os dados sobre a qualidade do ar são coletados e disponibilizados pela Cia. Tecnologia de Saneamento Ambiental da

Secretária do Estado de São Paulo - CETESB. Entretanto, existem insuficientes redes de monitoramento no território paulista, dada a sua extensão geográfica, o que determina resultados generalizados, devido ao pequeno número de amostras. Realizar o monitoramento da qualidade do ar proporciona retratos da situação atual das cidades, das regiões metropolitanas e do Estado, e podem gerar, posteriormente, diagnósticos regionais e locais que apontem tendências históricas dos indicadores de qualidade ambiental (CETESB, 2012). Além disso, a qualidade do ar é definida mediante um padrão estabelecido pela União nos anos 90, baseado em dados científicos da década de 80, e que, portanto, estão desatualizados há 35 anos, em face do enorme avanço dos estudos científicos. Através da Portaria Normativa Nº 348, de 14/03/90, o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM Nº 0231, de 27/04/76. Os padrões estabelecidos foram submetidos ao CONAMA em 28/06/90 e transformados na Resolução CONAMA Nº 03/90. (CONAMA, 1990)

O estudo de Candace Vahlsing & Kirk Smith, publicado em 2012, uma revisão global sobre os padrões de qualidade de ar para MP_{10} , através de questionários a 96 países, que representam 84% da população no mundo, evidenciou que 72% deles possuíam padrão de medida diária para MP_{10} . A média do valor do padrão encontrada entre os países foi $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bem acima do preconizado pela OMS - $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e abaixo do padrão CONAMA estabelecido em 1990, de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Além disso, o Brasil é tido como o penúltimo país a ter alterado o padrão, na década de 90, comparado aos outros países que vêm estabelecendo a atualização de seus padrões desde então. (VAHLSING & SMITH, 2012)

Fajersztajn e cols., em um recente artigo muito interessante sobre a poluição do ar, mostrou um desequilíbrio entre o número de artigos científicos produzidos sobre poluição atmosférica em um país e os seus níveis de poluição do ar. Os países em desenvolvimento contribuem com apenas 5% de todos os artigos sobre o tema e possuem os piores níveis de poluição. Teoricamente, uma boa pesquisa científica é necessária como base para proporcionar a introdução de políticas públicas que visem controlar os malefícios ambientais para a saúde humana e a diminuição dos gastos públicos em saúde decorrentes. No Brasil, acontece o contrário: é um dos países que

mais publica sobre o tema no mundo, entre os seis primeiros, e não conseguiu estabelecer políticas públicas, que, de fato, venham a trazer benefícios para a saúde pública, possui um monitoramento insuficiente no país, níveis relativamente elevados de poluentes atmosféricos e baseia-se, em nível nacional, em um dos piores padrões de poluição do ar. (FAJERSZTAJN et al. 2013)

Quanto mais alto o padrão de qualidade de ar, mais difícil entender o que, de fato, acontece.

Em uma iniciativa louvável, em março de 2008, durante a 245ª Reunião Plenária Ordinária do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), foram pautadas questões relativas à qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e à necessidade de revisar, com base em amplo debate técnico, os padrões vigentes. Foi então criado um Grupo de Trabalho interinstitucional, que teve como missão elaborar e apresentar propostas de alteração dos padrões de qualidade do ar e para o aprimoramento da gestão integrada da qualidade do ar no Estado de São Paulo, tendo como referência as diretrizes da Organização Mundial da Saúde e as experiências nacionais e internacionais. O Grupo de Trabalho foi coordenado pelas Secretarias de Estado da Saúde - SES e do Meio Ambiente – SMA.

Tendo por motivação central a proteção da saúde e o bem-estar da população, o Grupo de Trabalho utilizou como referência para estabelecer os padrões de qualidade do ar as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006), destacando de seu documento de 482 páginas as seguintes premissas:

[...] As diretrizes de Qualidade do Ar da OMS são baseadas na evidência científica extensiva sobre a poluição atmosférica e suas consequências à saúde.

[...] as metas de qualidade do ar intermediárias estaduais a serem implementadas variarão de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas, e vários outros fatores políticos e sociais, que por sua vez dependerão, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar. As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta esta heterogeneidade, e em particular, reconhecem que ao formularem políticas de qualidade do ar, os governos devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais antes de adotarem os valores-guia diretamente como padrões legais nacionais.

[...] O processo de estabelecimento de metas temporárias de qualidade do ar visa atingir as menores concentrações possíveis no contexto de limitações locais, capacidade técnica e prioridades em termos de saúde pública.

[...] Assim, ao serem definidas as metas de qualidade do ar, é importante considerar, além dos benefícios à saúde, os custos potenciais e a viabilidade em termos técnicos, econômicos e sociais, pois a adoção de valores mais restritivos, sem atenção às reais possibilidades de aplicação destes, pode causar descrédito e, conseqüentemente, prejudicar a efetividade da estratégia de atingimento dos padrões como instrumento de melhoria da qualidade ambiental. Como consequência dessas premissas a própria OMS entende que a redução de poluição atmosférica dificilmente ocorre abruptamente e, por consequência, além de indicar novos valores guia, sugere passos intermediários a serem atingidos dentro de metas coerentes com a capacidade do país que as adote. (CONSEMA, 2010)

A partir do RELATÓRIO FINAL do Grupo de Trabalho, em 2010, no Consema (CONSEMA, 2010), foi promulgado em abril de 2013 o *Decreto 59.113/2013 23/04/2013 – estabelece Novos Padrões de Qualidade do Ar e dá providências correlatas*. O Decreto introduziu 4 Metas Intermediárias (MI1, MI2 e MI3) de Padrão de Qualidade do Ar (PQAr), e, finalmente, MF – o verdadeiro Padrão de Qualidade do Ar - os três últimos sem prazo para entrar em vigor. (SÃO PAULO, 2013)

Houve avanços e, indubitavelmente, abriu-se uma oportunidade para a revisão dos padrões e estabelecimento de metas.

Alguns pontos devem ser revistos no Decreto 59.113, em parceria com a sociedade civil e academia, no intuito de torná-lo mais pragmático e efetivo, de modo análogo ao Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) e a Política Municipal de Mudança Climática, com metas claras e cronograma, mostrando seu êxito:

- i) *Elaboração de um capítulo inicial com definições conceituais claras, especialmente as que diferenciam o conceito de padrão de qualidade do ar das metas intermediárias de qualidade do ar que compõem a estratégia de atingimento dos padrões de qualidade do ar - verdadeiros indicadores dos problemas causados à saúde pública;*
- ii) *Estabelecimento de prazos, atualmente inexistentes, para as metas intermediárias de qualidade do ar entrarem em vigor;*
- iii) *Definição de uma estratégia clara e determinada de como será feita a redução dos poluentes, para fontes móveis e fixas, um plano de ação com prazos e cronograma - uma série de medidas de redução da poluição veicular são extremamente vagas e sem cronograma para sua implementação;*
- iv) *Definição clara de requisitos para divulgação sistemática das áreas que apresentam concentrações de poluentes acima do padrão de qualidade do ar final, o que indica a existência de prejuízos à saúde pública;*

v) Clareza na sistematização e especificação do conceito de Saturação de uma bacia aérea; as regras para a compensação de emissões nas áreas Saturadas (SAT) e, se baseadas somente na meta intermediária MI1, ao invés do padrão de qualidade do ar final (MF), que caracteriza a Saturação;

vi) Alteração dos valores de referência para decretação/divulgação de episódios críticos de contaminação atmosférica, como emergência, alerta e atenção, pois os mesmos foram mantidos segundo os padrões vigentes anteriormente, em que pese a revisão dos padrões de qualidade do ar para patamares bem inferiores aos valores desatualizados de 1990, e

vii) Revisão e não eliminação da medida prioritária de implantação da inspeção veicular ambiental em todo estado inicialmente prevista no plano de controle da poluição veicular no estado (pcpv) – 2009 e presente na Deliberação CONSEMA 25/2012.

A partir de abril de 2013, passa-se a adotar o MI1, a alteração de MP₁₀ 24 horas de 150 para 120 µg/m³ e a introdução de padrão para MP_{2,5}.

As tabelas abaixo demonstram os valores padrões de poluentes no curso da história.

Tabela 1 - Comparação dos padrões MP₁₀

	OMS	CONAMA 1990	DECRETO 2013 MI1
MÉDIA ANUAL	20 µg/m ³	50 µg/m ³	40 µg/m ³
24 HORAS	50 µg/m ³	150 µg/m ³	120 µg/m ³

Tabela 2 - Comparação dos padrões MP_{2,5}

	OMS	CONAMA 1990	DECRETO 2013	EPA*	EEA**
MÉDIA ANUAL	10 µg/m ³	não há	20 µg/m ³	15 µg/m ³	25 µg/m ³
24 HORAS	25 µg/m ³	não há	60 µg/m ³	35 µg/m ³	

*EPA = United States Environmental Protection Agency (USEPA)

**EEA = European Environmental Agency

Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA n 03 de 28/06/90)
(CONAMA, 1990)

Tabela 3 - Parâmetros de condições agudas

MÉDIA 24 HORAS	Atenção	Alerta	Emergência
MP ₁₀	250	420	500
MP _{2,5}	125	210	250

A variação tóxica ambiental pode afetar a saúde de maneiras e níveis de gravidade diversos. A literatura mundial relaciona a poluição do ar à redução da expectativa de vida, a um maior risco de arritmias e infarto agudo do miocárdio; bronquite crônica e asma (Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas - DPOC), obesidade, câncer do pulmão e à depressão.

Os efeitos adversos dos poluentes atmosféricos manifestam-se com maior intensidade em crianças, idosos, indivíduos portadores de doenças respiratórias e cardiovasculares crônicas e, especialmente, nos segmentos mais desfavorecidos do ponto de vista socioeconômico.

Sob o prisma da saúde das crianças, a situação é ainda mais alarmante. A criança, antes mesmo de nascer, dentro do útero da mãe, já sofre as consequências da poluição atmosférica, comprovadas por estudos que demonstram retardo do crescimento intrauterino, menor peso ao nascer, maior mortalidade intrauterina e maior mortalidade neonatal (PEREIRA et al., 1998; BRAGA et al., 2001; LIN et al., 2004).

O aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP_{2,5} na cidade acarreta um risco mais significativo de mortes por doença cardiovascular, DPOC e pneumonia, de 9% em populações mais suscetíveis à exposição de poluentes. No caso de câncer, cada indivíduo nasce com um risco de desenvolver a doença. Naqueles que são mais vulneráveis, o efeito tóxico de poluentes pode ser decisivo no desenvolvimento do câncer. Um estudo recentemente publicado em 2013, em 12 cidades da Europa, mostra que o aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP_{2,5} eleva o risco do desenvolvimento de câncer de pulmão em 40% em moradores mais predispostos ao desenvolvimento da doença. A taxa de letalidade do câncer de pulmão é de 60%. Da mesma forma, acarreta o aumento de internação hospitalar (uma maior demanda hospitalar) para crianças e adultos com doenças respiratórias respectivamente em 10% a 40% e de 10 a 22%, e o aumento de internação de adultos com doença cardiovascular em 18%. (DOCKERY et al., 1993; POPE et al., 1994; POPE et

al., 1995; BRAGA et al., 2001; CONCEIÇÃO et al., 2001; POPE et al., 2002; POPE et al., 2004; ANDERSON et al., 2004; FARHAT, 2005; PETERS, 2005; CANÇADO, 2006; LADEN et al., 2006; WHO, 2006; POPE & DOCKERY, 2006; NASCIMENTO et al., 2006; ULIRSCH et al., 2007; LEPEULE et al., 2012; CAREY et al., 2013).

Bell et al. (2005) mostrou que se houvesse a redução de 10% de poluentes entre 2000 e 2020, na cidade de São Paulo, acarretaria a redução de 114 mil mortes, 138 mil visitas de crianças e jovens a consultórios, 103 mil visitas a Pronto-Socorros por doenças respiratórias, 817 mil ataques de asma, 50 mil casos de bronquite aguda e crônica e evitaria 7 milhões de dias restritivos de atividades e 2,5 milhões de absenteísmo em trabalho. Outro estudo publicado afirma que, dentre os riscos evitáveis, a poluição atmosférica e o trânsito são, juntas, a primeira ameaça para infarto do miocárdio nas cidades. Tráfego mais poluição explicam 15 % dos casos de infarto na cidade. A poluição do ar mata mais do que cigarro (NAWROT et al., 2011). Embora o cigarro seja muito pior do que a poluição do ar, o seu risco se aplica apenas aos fumantes, ao passo que a poluição atinge a todos. O aumento do tráfego em 4.000 veículos km/dia em uma via até 100 metros da residência mostrou ser um fator de risco para desenvolvimento de câncer de pulmão (NIELSEN et al, 2013).

A implementação de políticas públicas e iniciativas na cidade são muito importantes. O Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) da CETESB, implementado na década de 90, foi extremamente importante para a redução de emissão de poluentes durante os últimos 20 anos. O programa colocou limites nas emissões de gases poluentes dos carros e resultou em uma série de mudanças tecnológicas nos veículos. Apesar de serem os grandes responsáveis pela poluição na cidade, os carros chegaram a poluir 95% menos do que em 1986 e os caminhões reduziram seus níveis de poluição em 85% no mesmo período. A redução de 40 % na concentração dos poluentes entre os anos 90 e os primeiros cinco anos da presente década foi suficiente prevenir 50 mil mortes no período e economizar US\$ 4,5 bilhões por conta dos gastos evitados com saúde, além da diminuição do consumo de energia e redução dos gases do efeito estufa (GEE) (SALDIVA & ANDRÉ, 2009).

A inspeção veicular também tem sido muito importante para a cidade de São Paulo. Em 2011, 75% da frota foi examinada e houve redução em 28% de emissão de material particulado, com impacto em saúde: redução de mortes e internações se

considerarmos o mesmo resultado para 100% da frota da cidade ou para 100% da frota da região metropolitana, haveria um benefício de redução de 1.560 mortes e 4.000 internações. Do ponto de vista de gastos públicos haveria uma economia de 212 milhões de dólares o que significa uma taxa de retorno investida de 1: 9,9 em saúde. (INAIRA, 2012) Salienta-se que a inspeção de material particulado ocorre apenas para veículos a diesel.

Caso todos os ônibus a diesel passassem a usar o etanol, haveria a redução de 4.588 casos de internações hospitalares e 745 casos de mortes por ano, o que equivaleria a uma redução de gastos de US\$ 145 milhões por ano (SALDIVA et al., 2010).

Um estudo sobre os impactos das paralisações (greves) das operações do Metrô ocorridas no período de 1986 a 2006 mostrou o incremento de 50% nos níveis de concentração de MP_{10} e aumento de internações de idosos. Os benefícios do Metrô para a saúde pública, como contribuição deste sistema de transporte na redução da poluição atmosférica em São Paulo, foram valorados em R\$ 10,75 bilhões anuais (SILVA, 2009).

O Estado de São Paulo possui área aproximada de 249.000 km², que corresponde a 2,9% do território nacional. É a unidade da federação de maior ocupação territorial e maior contingente populacional, em torno de 43 milhões de habitantes (IBGE, 2013), maior desenvolvimento econômico (industrial, serviços e agrícola - destacando-se a atividade sucroalcooleira) e a maior frota automotiva. A estimativa da frota veicular para o Estado em 2011 foi de 13.640.786 veículos (CETESB, 2012).

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) apresenta uma população de 19.956.590 habitantes (IBGE, 2013), ou 48% do total do Estado, e uma frota de 6.728.161 veículos. Pode-se notar que a RMSP concentrou 49% da frota do Estado em 2011 em apenas 3,2% do território.

A deterioração da qualidade do ar na RMSP é decorrente das emissões atmosféricas provenientes dos veículos e das indústrias, no entanto a fonte veicular representa cerca de 90% das emissões. Em se tratando de MP, objeto deste estudo, os veículos são responsáveis por apenas 40% de sua emissão. Em 2011, as emissões de MP deram-se pelos seguintes tipos de fonte: 1,4% - veículos leves, 38,6% - veículos pesados, 10,0% - processo industrial, 25 % - ressuspensão, 25% - aerossol secundário.

Vale ressaltar a queima de cana de açúcar em algumas regiões do Estado como fonte de emissão de MP (CETESB, 2011).

1. OBJETIVO

O objetivo do estudo é realizar uma avaliação dos dados ambientais de poluição atmosférica, estimativa do impacto em saúde pública (mortalidade e adoecimento) e sua valoração em gastos públicos e privados, no Estado de São Paulo, tomando por base o padrão de poluição atmosférica preconizados pela Organização Mundial de Saúde durante o período de 2006 a 2011.

O projeto visa estimar

- Os níveis de poluição atmosférica, considerando os níveis do poluente $MP_{2,5}$ (Material Particulado de menor tamanho até $2,5 \mu$) na rede e estações automáticas da CETESB que medem MP_{10} e $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, e compará-los ao padrão $MP_{2,5}$ preconizado pela OMS, como nível máximo aceitável para o mínimo efeito deletério à saúde humana (embora enfatize que não há nível seguro do efeito de toxicidade no organismo humano para qualquer poluente), em substituição aos padrões adotados pela CETESB, preconizados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - Resolução CONAMA Nº 03/90;
- Os efeitos para a saúde humana decorrentes da exposição da população a níveis do poluente $MP_{2,5}$ que excedam o preconizado pela OMS, considerando-se a mortalidade geral atribuível à poluição e o DALY (*Disability Adjusted Life Years*), anos de vida perdidos por mortalidade precoce e vividos com incapacidade relacionados às doenças isquêmicas cardiovascular e cerebrovascular, doenças pulmonares obstrutivas crônicas, pneumonia e câncer de pulmão – associadas aos efeitos da poluição atmosférica.
- O valor monetário do DALY atribuível à poluição atmosférica, bem como os gastos com saúde pública e suplementar relacionados a internações hospitalares pelas doenças mencionadas em função da poluição atmosférica pelo poluente $MP_{2,5}$.

Objetivo secundário:

Espera-se que os resultados desta pesquisa venham a contribuir para a revisão dos padrões de qualidade de ar da resolução CONAMA/90 e a elaboração de uma política nacional de redução dos poluentes.

2. METODOLOGIA

A metodologia baseia-se em 3 etapas: cálculos ambientais, epidemiológicos e econométricos. Serão empregadas diferentes ferramentas metodológicas para a análise da poluição atmosférica no Estado de São Paulo, seus efeitos sobre a saúde e gastos decorrentes destes efeitos a partir da utilização dos padrões de poluição adotados pela Organização Mundial de Saúde, ao invés dos padrões da Resolução CONAMA Nº 03/90. (CONAMA, 1990).

O período de estudo é entre os anos de 2006 e 2011. As informações necessárias para alcançar os objetivos acima foram obtidas dentro de bases de informações já disponíveis e acessíveis.

2.1. CÁLCULO AMBIENTAL

Os dados ambientais foram obtidos da CETESB (Cia. Tecnologia de Saneamento Ambiental da Secretária do Estado de São Paulo).

A concentrações ambientais de MP_{10} e $MP_{2,5}$ – a partir de dados fonte já validados, medidas horárias obtidas diretamente da CETESB - arquivo em CD, dados validados entregues à Faculdade de Medicina da USP - das estações da Rede Automática, monitores fixos, disponíveis para os anos 2006 a 2011.

Segundo Relatórios da CETESB (CETESB, 2006; CETESB, 2007; CETESB 2008; CETESB, 2009; CETESB, 2010; CETESB 2011), as estações da Rede Automática se caracterizam pela capacidade de processar na forma de médias horárias, no próprio local e em tempo real, as amostragens realizadas a intervalos de cinco segundos. Estas médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em servidor de banco de dados dedicado, onde passam por processo de validação técnica periódica. Já nas estações da Rede Manual, a amostragem é realizada durante 24 horas a cada 6 dias, por esta razão optou-se em avaliar, para este estudo, apenas a Rede Automática. Na Rede Automática as partículas inaláveis finas $MP_{2,5}$ e partículas inaláveis MP_{10} são medidas pelo método de radiação Beta. (CETESB, 2011)

Utilizou-se o cálculo dos dados horários para obtenção das medidas de média diária e a partir das médias diárias foram realizados todos os cálculos, como, por exemplo, para a média anual da estação ano a ano, 2006 a 2011, bem como para diferentes combinações de estações a depender da área geográfica almejada.

Baseado nas médias diárias de $MP_{2,5}$ e MP_{10} na estação Congonhas (1 de janeiro a 31 de dezembro de 2011), calculou-se a razão $MP_{2,5}/MP_{10}$, para se verificar o nível do componente $MP_{2,5}$ na concentração de MP_{10} . Obteve-se o valor 0,63, ou seja, estima-se que 63% de MP_{10} é composto por $MP_{2,5}$ em São Paulo. Utilizou-se o valor 0,6 para a conversão de todas as medidas MP_{10} para $MP_{2,5}$. O estudo foi realizado analisando-se apenas o poluente $MP_{2,5}$. Segundo a OMS, o MP_{10} , pode conter de 0,3 a 0,8 $MP_{2,5}$ a depender das características da localização geográfica, fontes de emissão, condições meteorológicas, população, e outras. (OMS, 2006)

Materiais particulados são misturas de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem da fonte de emissão: partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30 μm , são emitidas por combustões descontroladas, dispersão mecânica, solo (poeiras resuspensas do solo) e materiais da crosta terrestre, como pólen, esporos e cinzas vulcânicas; partículas pequenas, menores que 2,5 μm , pela combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores, termoelétricas, fogões a gás e tabaco.

Denominam-se $MP_{2,5}$ as partículas inaláveis finas menores ou iguais a 2,5 μm que atingem as vias respiratórias inferiores e alcançam os alvéolos. Apresentam a importante característica de transportar gases adsorvidos em sua superfície até onde ocorre a troca gasosa nos pulmões.

As estações estudadas foram categorizadas, de acordo com sua localização, geograficamente, em Municípios, Regiões Metropolitanas e Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHs. Estes dados estão descritos no anexo (SEADE, 2011).

Estações estudadas:

A figura abaixo demonstra as estações incluídas no estudo, anos de 2006 a 2011. Note que apenas em 2011 há 2 estações para $MP_{2,5}$.

Figura 3 – Estações de monitoramento incluídas no estudo, 2006 a 2011.

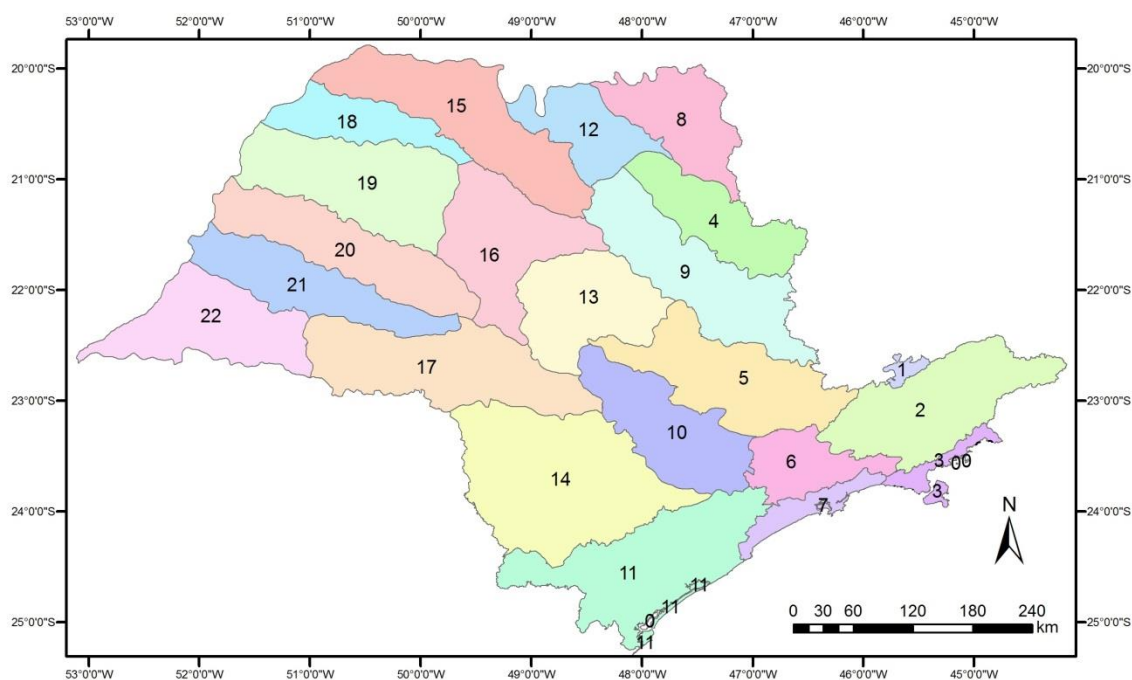
Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Estação/MP	MP ₁₀	MP ₁₀	MP ₁₀	MP ₁₀	MP ₁₀	MP ₁₀	MP _{2,5}
Jacareí							
São José dos Campos							
Ribeirão Preto							
Americana							
Campinas-Centro							
Jundiaí							
Paulínia							
Paulínia Sul							
Piracicaba							
Cambuci							
Centro							
Cerqueira César							
Congonhas							
Diadema							
Ibirapuera							
IPEN – USP							
Guarulhos							
Mauá							
Moóca							
Nossa Senhora do Ó							
Osasco							
Parelheiros							
Parque D. Pedro II							
Pinheiros							
Santana							
Santo Amaro							
Santo André - Centro							
Santo André - Capuava							
Santo André - Paço Municipal							
São Bernardo do Campo							
São Caetano do Sul							
Taboão da Serra							
Horto Florestal							
Cubatão – Centro							
Cubatão - Vila Parisi							
Cubatão - Vale do Mogi							
Santos							
Sorocaba							
Tatuí							
Araraquara							
Bauru							
Jaú							
São José do Rio Preto							
Catanduva							
Araçatuba							
Marília							
Presidente Prudente							
	29	29	38	40	40	40	2

MUNICÍPIOS ESTUDADOS: representados por uma ou mais estações: Americana, Araçatuba, Araraquara, Bauru, Campinas, Catanduva, Cubatão, Diadema, Guarulhos, Jacareí, Jaú, Jundiaí, Marília, Mauá, Osasco, Paulínia, Piracicaba, Presidente Prudente, Ribeirão Preto, Santo André, Santos, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São José do Rio Preto, São José dos Campos, São Paulo, Sorocaba, Taboão da Serra e Tatuí.

REGIÕES METROPOLITANAS ESTUDADAS: representadas por uma ou mais estações: São Paulo, Vale do Paraíba e Litoral Norte, Campinas, Baixada Santista, Aglomerado Urbano de Jundiaí, Região Micro de Sorocaba e Aglomerado Urbano de Piracicaba. Incluiu-se também a região ABCD composta pelos municípios de Santo André, São Bernardo, São Caetano e Diadema.

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual Nº 9.034/94 de 27 de dezembro de 1994, em 22 **Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs**. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal. Para facilitar, utilizou-se neste estudo a mesma divisão do Estado de São Paulo adotada pela CETESB.

Figura 4 - Divisão geográfica do Estado de São Paulo em UGRHI



Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo

- 1 - MANTIQUEIRA
- 2 - PARAIBA DO SUL
- 3 - LITORAL NORTE
- 4 - PARDO
- 5 - PIRACICABA / CAPIVARI / JUNDIAI
- 6 - ALTO TIETE
- 7 - BAIXADA SANTISTA
- 8 - SAPUCAI / GRANDE
- 9 - MOGI-GUAÇU
- 10 - TIETE / SOROCABA
- 11 - RIBEIRA DE IGUAPE / LITORAL SUL
- 12 - BAIXO PARDO / GRANDE
- 13 - TIETE / JACARE
- 14 - ALTO PARANAPANEMA
- 15 - TURVO / GRANDE
- 16 - TIETE / BATALHA
- 17 - MEDIO PARANAPANEMA
- 18 - SAO JOSE DOS DOURADOS
- 19 - BAIXO TIETE
- 20 - AGUAPEI
- 21 - PEIXE
- 22 - PONTAL DO PARANAPANEMA

Das 22 UGRHIs do Estado de São Paulo, apenas 11 possuem uma ou mais estações. As 11 UGRHIs com estações de monitoramento são as regiões de maior número de habitantes, representam 35.893.768 habitantes, 86% da representatividade do Estado e a outra metade, apenas 5.685.927. (IBGE, 2010)

Tabela 4 - Unidades UGRHI com estação e População

NUMERO	UGRHI	População (2011)
2	PARAIBA DO SUL	2.012.080
4	PARDO	1.118.164
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI	5.140.157
6	ALTO TIETE	19.655.679
7	BAIXADA SANTISTA	1.679.243
10	TIETE/SOROCABA	1.865.578
13	TIETE/JACARE	1.492.045
15	TURVO/GRANDE	1.242.413
19	BAIXO TIETE	758.238
21	PEIXE	449.452
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	480.719

As UGRHs que possuem estação de monitoramento estão descritas no Mapa abaixo. Os municípios que compõem cada UGRHI estão descritos no anexo.

Figura 5 - UGRHs com estações de monitoramento da CETESB



Dados do Estado de São Paulo - são apresentados sob 2 formas:

- Estado como um todo, considerando-se a média anual de $MP_{2,5}$ de todas as estações e os dados demográficos para todo o Estado, população, internações e mortes, ou
- Dados relacionados às 11 regiões UGRHs com estações automáticas da CETESB, considerando-se a média anual de $MP_{2,5}$ de todas as estações (exatamente igual para o item anterior) e os dados demográficos restritos do ponto de vista geográfico, população, internações e mortes relacionados aos municípios das 11 UGRHs.

Analisando-se os resultados finais dentre ambos, observa-se que não há grandes diferenças, dado o fato das diferenças populacionais serem pequenas. Em algumas situações ambos os cálculos são apresentados.

2.2. CÁLCULO EPIDEMIOLÓGICO

Cálculo epidemiológico de Saúde: morbimortalidade

Dada uma determinada alteração ambiental dos poluentes acima dos limites internacionalmente aceitos de segurança, espera-se o malefício em saúde revelado epidemiologicamente por mortes e adoecimento (configurado como internações hospitalares). Para a realização de pesquisas, apenas alguns dados são disponíveis em sistemas, justamente os de maior gravidade.

2.2.1 A carga global de doenças (método DALY)

O **DALY**, ou *Disability Adjusted Life Years*, é um método desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde em conjunto com a Universidade de Harvard para mensurar a carga de doenças em populações (MURRAY & LOPEZ, 1996). O DALY é uma métrica que conjuga, em uma única mesma medida, a mortalidade prematura (YLL) e a prevalência de doenças (YLD):

$$DALY = YLL + YLD \quad (1)$$

O YLL, que corresponde aos anos de vida perdidos por morte prematura, é tradicionalmente calculado como o total de mortes em cada grupo etário multiplicado pela esperança de vida no mesmo grupo etário:

$$YLL_x = M_x * e_x^* \quad (2)$$

Onde:

YLL_x = anos de vida perdidos na idade x, ou *Year of Life Lost*, na sigla em inglês,

M_x = número total de mortes no grupo etário x,

e_x^* = esperança de vida padrão no grupo etário x. A esperança de vida padrão corresponde ao nível 26, do modelo Oeste das tábuas de vida modelo, em que a

esperança de vida feminina é de 82,5 anos, correspondente à esperança de vida mais alta encontrada até hoje, que representa a esperança de vida feminina do Japão.

A soma de todos os YLL em cada grupo etário corresponde, então, ao total de anos de vida perdidos prematuramente.

O YLD, sigla que significa *Years Lived with Disability*, corresponde aos anos vividos com incapacidade, e é calculada pela seguinte fórmula segundo o estudo da Global Burden of Disease (MURRAY & LOPEZ, 1996):

$$YLD_x = I_x * PI_x * t_x \quad (3)$$

Onde:

I_x = número de casos de doenças (incidência ou prevalência) no grupo etário x ,

PI_x = peso da incapacidade no grupo etário x ,

t_x = duração média da incapacidade no grupo etário x

O DALY corresponde a uma medida síntese da saúde da população, e mostra o hiato em termos de morte e doenças em relação a um padrão ideal de saúde. Por este motivo se usa a mesma esperança de vida em todos os estudos, correspondente a esperança de vida mais alta alcançada no mundo (Mathers et al, 2001). Ele representa uma medida absoluta de perda de saúde, ao contabilizar quantos anos de vida saudável são perdidos em termos de morte prematura e doenças não fatais ou incapacidade. Por ser uma medida síntese, o DALY pode ser usado para comparar populações e analisar as tendências em saúde ao longo do tempo. Além disso, ele pode ser usado também para analisar quais as doenças mais representativas para a carga global de doenças em uma população. Em conjunto com medidas do custo das doenças, serve como insumo para ajudar gestores dos serviços de saúde, pesquisadores e a própria sociedade a entender melhor quais os principais problemas de saúde que afetam a população e sua evolução (MURRAY, 2012).

2.2.2 A carga de doenças ambiental

Além de ser calculado para grupos de doenças, o método DALY pode ser desenvolvido para medir a carga de doenças relacionada a algum evento específico, como a poluição atmosférica (COHEN., 2002; OSTRO, 2004). Neste caso, a forma de cálculo do DALY é feita exatamente como nas equações (2) e (3), com a exceção de que as mortes seriam as mortes atribuíveis ao desfecho analisado (poluição atmosférica) e não a mortes totais. Sendo assim, antes que os componentes do DALY sejam calculados, é necessário encontrar qual o número de mortes atribuíveis à poluição atmosférica.

Para o cálculo do número de mortes atribuíveis à poluição, é necessário ter o risco relativo (RR) de morte pelos agentes poluidores. O risco relativo é encontrado a partir de técnicas de regressão que conjugam informações sobre poluição atmosférica no curto ou longo prazo e acompanhamento longitudinal da população para verificar se existe uma relação estatística entre picos de poluição e picos de morte (DOCKERY, 1993; POPE et al., 1995; KREWSKI et al., 2000; POPE et al., 2002). Alguns trabalhos também fazem isso por meio de séries temporais (KATSOUYANNI et al., 2001; DOMINICI et al., 2002; RAMSAY et al., 2003). A mortalidade excessiva é analisada, nesses estudos, a alguma variação de poluição, geralmente $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado MP_{10} ou $\text{MP}_{2,5}$ (OSTRO, 2006). O risco relativo é, então, calculado para cada desfecho de doença analisado.

A partir do risco relativo encontrado nesses estudos, aplica-se a seguinte equação para encontrar o número de mortes (M) ou doenças (I) atribuíveis à poluição atmosférica (Ostro, 2006):

$$Y^{atrib} = RR * \Delta PM_{2,5} * Y * 0,1 \quad (5)$$

Onde:

Y^{atrib} = número esperado de eventos de saúde atribuíveis à poluição atmosférica (mortes e incidência ou prevalência de doenças),

RR= risco relativo (calculado por estudos epidemiológicos, para a variação no material particulado). Neste estudo estamos tratando do $\text{MP}_{2,5}$,

$\Delta PM_{2,5}$ = variação absoluta na concentração de $MP_{2,5}$ em relação ao nível de referência especificado (no caso deste estudo, corresponde a $10 \mu g/m^3$, de acordo com o recomendado pela OMS). Para que a variação possa ser colocada em números absolutos, multiplica-se a fórmula por 0,1, que corresponde à divisão por 10.

Y = número total de eventos de saúde (mortes ou doenças).

Depois do cálculo do número de eventos de saúde atribuíveis à poluição, o YLL e o YLD podem ser calculados pelas equações (2) e (3), respectivamente.

2.2.3. Banco de dados e variáveis utilizadas

Para o cálculo do componente de morte prematura do DALY, correspondente à fração YLL, foram selecionadas as doenças que mais possuem relação com a poluição atmosférica, como apontadas na literatura e relatado anteriormente. Os dados de mortalidade foram extraídos do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM), disponível no Datasus, entre 2006 e 2011. Não foi feita nenhuma correção para o sub-registro de mortes, uma vez que a literatura aponta um grau de cobertura satisfatório para os dados de morte no Estado de São Paulo, o que permite a utilização dos dados de mortalidade diretamente, sem qualquer correção (IBGE, 2009). A tabela abaixo apresenta as doenças selecionadas, além dos riscos relativos (fatores/parâmetros) a partir de estudos que estimam a relação entre cada tipo de doença e a variação de $MP_{2,5}$.

Tabela 5 - Mortalidade por doenças e grupos etários selecionados, e os respectivos riscos relativos utilizados no cálculo do YLL

Grupo CID-10	Grupo etário	RR
1) Doenças cardiovasculares		
- Doença isquêmica do coração	Maior de 40 anos	0,09
- Doença cerebrovascular		

2) *Neoplasias malignas*

- Tumores malignos do trato respiratório e cavidade intratorácica	Maior de 40 anos	0,14
---	------------------	------

3) *Doenças respiratórias*

- Doenças crônicas das vias aéreas inferiores	Maior de 60 anos	0,09
- Pneumonia e influenza		
- Pneumonia, influenza e outras infecções agudas das vias aéreas inferiores	Menor de 5 anos	0,09

4) <i>Todas as causas (capítulos I a XVI da CID-10)</i>	Todos	0,06
---	-------	------

Fonte: SIM/Datasus; POPE & DOCKERY (2006).

Para o cálculo do YLD, foram selecionados dados sobre incidência de doenças a partir dos dados sobre internações hospitalares da rede pública de saúde, por meio do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS). Segundo informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2008, cerca de 58% das internações no Estado de São Paulo ocorreram na rede pública de saúde². A duração da doença foi calculada com base no tempo médio de internação, o que significa que está subestimada, uma vez que a duração da doença não se restringe ao tempo hospitalizado. No entanto, na ausência de informações sobre a duração média da doença, essa variável é a mais plausível. Com isso, o tempo vivido com incapacidade corresponde ao tempo vivido acamado.

O peso da incapacidade é calculado pelo estudo da Carga Global de Doenças (GBD) da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2010 (SALOMON, 2012). Isso representa uma grande contribuição ao estudo da carga de doenças no Brasil, que originalmente utilizou os pesos de 1990 para o estudo feito pela Fiocruz em 1998. Para aquelas doenças que possuíam pesos de incapacidade para estados mais graves, menos graves e moderados, foi calculada uma média dos pesos.

A tabela abaixo apresenta as doenças selecionadas para o cálculo do YLD, bem como o risco relativo e o peso de incapacidade.

² Não foi possível calcular a morbidade a partir de dados de prevalência pela indisponibilidade de informações de base populacional.

Tabela 6 - Internações por doenças e grupos etários selecionados, e os respectivos pesos de incapacidade e coeficientes utilizados no cálculo do YLD

Grupo CID-10	Grupo etário	RR	Fonte	Peso de incapacidade*
1) Doenças cardiovasculares				
Infarto cerebral	Maior de 40 anos	0,18	POPE, 2004	0,218
Acid vascular cerebral não espec hemorrágico ou isquêmico				
Hemorragia intracraniana				
Infarto agudo do miocárdio				
Outras doenças isquêmicas do coração				
2) Neoplasias malignas				
Neoplasia maligna de traquéia brônquios e pulmões	Maior de 40 anos	0,4	NIELSON et al., 2013	0,451
3) Doenças respiratórias				
Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas	Maior de 60 anos	0,31	CANÇADO et al., 2006	Asma e bronquite=0,056
Asma				Pneumonia=0,089
Pneumonia				
Pneumonia	Menor de 5 anos	0,214	CANÇADO et al., 2006	0,089

Fonte: SIH/Datasus | * Salomon et al (2010).

2.2.4 Internações do setor privado

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2008, cerca de 26% da população brasileira tem acesso a planos de saúde. Considerando as Unidades da Federação, a maior cobertura é observada para o Estado de São Paulo, com aproximadamente 40% da população coberta.

Sendo assim, considerar apenas as internações públicas subestimaria o cálculo epidemiológico para o Estado. No entanto, estão indisponíveis informações sobre utilização de serviços e morbidade por doença no banco de dados público da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), o que fez com que houvesse necessidade do cálculo de uma *proxy* para as internações da rede suplementar.

Para o cálculo do número de internações no setor de saúde suplementar, o primeiro passo foi multiplicar a taxa de cobertura de planos de saúde pela população do Estado de São Paulo:

$$Pop_x^{saude_supl} = Tx_cob_x * Pop_x \quad (6)$$

Onde:

$Pop_x^{saude_supl}$ = número de pessoas cobertas por plano de saúde no grupo etário x,

Tx_cob_x = taxa de cobertura de planos de saúde no grupo etário x,

Pop_x = População total no grupo etário x,

As informações por grupo etário são quinquenais. A taxa de cobertura populacional de planos de saúde por grupo etário foi obtida no ANS tabnet, do Datasus, para cada ano, de 2006 a 2011, e a população total em cada período e cada ano foi extraída do Censo Demográfico (para 2010) e estimativas populacionais do IBGE.

A partir do cálculo do número de pessoas com plano de saúde, foi necessário calcular a taxa de internação por grupo etário, a fim de identificar o número esperado de pessoas da rede suplementar que foram internadas, em cada grupo etário. Para isso, a população encontrada na equação (6) foi multiplicada pela taxa de internação por grupo etário:

$$Int_x^{saude_supl} = Pop_x^{saude_supl} * Tx_int_x^{saude_supl} \quad (7)$$

A taxa de internação por grupo etário na saúde suplementar foi obtida da ANS, do Painel de Precificação de Planos de Saúde de 2012. Foi adotada como suposição que a taxa de internação de 2006 a 2011 na saúde suplementar, por grupo etário, fosse igual à taxa observada na PNAD de 2008. Essa suposição foi adotada em função da indisponibilidade desse tipo de informação na rede suplementar, desagregado por grupos etários.

A fim de separar o número total de internações por grupo etário segundo grupos de causa listados na Tabela 6, adotou-se como suposição que a distribuição das internações do setor privado por tipo de doença seria igual àquela observada para as internações públicas:

$$Int_{x,z}^{saude_supl} = Int_x^{saude_supl} * \%Int_{x,z}^{SUS} \quad (8)$$

Onde:

$Int_{x,z}^{saude_supl}$ = número de internações na saúde suplementar no grupo etário x e causa z (TAB. 7),

$Int_x^{saude_supl}$ = número de internações na rede suplementar no grupo etário x, como calculado em (7),

$\%Int_{x,z}^{SUS}$ = percentual de internações do SUS no grupo etário x e causa z (TAB. 7),

Com essas informações, foi possível calcular os anos vividos com incapacidade – YLD - como descrito na equação (3). O tempo de internação para cada causa em cada grupo etário na rede suplementar foi considerado equivalente àquele encontrado para as internações públicas.

2.3 CÁLCULO DE VALORAÇÃO ECONÔMICA

Análise de custos

A valoração econômica refere-se ao cálculo monetário do efeito das alterações das medidas ambientais sobre a morbimortalidade. Foram realizados dois tipos de cálculo: a valoração econômica em saúde, a partir do Valor de Vida Estatístico, e os custos diretos associados à internação nas redes pública e privada.

2.3.1 Valoração econômica em saúde

A valoração econômica em saúde partiu do cálculo do DALY para transformar os anos de vida ajustados por incapacidade em custo econômico da poluição atmosférica. Para isso, foi usado o VVE ou Valor de Vida Estatístico, uma medida econômica utilizada em análises de custo benefício. (VISCUSI & ALDY, 2002; VISCUSI, 2011)

Quando se faz a avaliação de uma política de saúde, por exemplo, é necessário estimar tanto os custos diretos envolvidos quanto os custos valorados pela sociedade por uma vida salva. O VVE corresponde, então, a um valor de compensação por vida salva. Ele pode ser calculado por meio de equações salariais, quando a política em questão envolve um bem de mercado, ou por meio de valoração contingente. No primeiro caso, seria o valor que compensaria o risco de morte no trabalho, por

exemplo, para medir o custo do risco ocupacional. No segundo caso, seria uma técnica para avaliação de recursos que não são de mercado, como o meio ambiente.

O cálculo do VVE por meio da valoração contingente é feito através de pesquisas, *surveys*, que perguntam o quanto as pessoas estariam dispostas a pagar para manter a existência de um determinado recurso ou serem compensadas pela perda desse recurso. No presente trabalho, o VVE corresponde ao valor que a sociedade dá para o risco de morte por poluição atmosférica.

O valor do VVE utilizado corresponde ao valor de US\$ 7,4 milhões (em US\$ de 2006), como recomendado pela *Environmental Protection Agency* (EPA, 2013). Para a valoração econômica da perda de saúde e vida atribuível à poluição atmosférica, então, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Valoração^{atrib} = VVE^{pol} * DALY^{atrib}$$

Onde:

$Valoração^{atrib}$ = valoração econômica em saúde atribuível à poluição atmosférica,

VVE^{pol} = Valor de Vida Estatístico atribuível à poluição,

$DALY^{atrib}$ = DALY atribuível à poluição para doenças selecionadas, como discutido na seção 3.2.3.

2.3.2 Custo direto da morbidade

O custo direto da morbidade foi mensurado a partir do valor médio da internação, para cada causa de morte e grupo etário, multiplicado pelo número de internações atribuíveis, também por causa e grupo etário:

$$CT^{atrib} = CMe_x^z * I_x^{atrib,z}$$

Onde:

CT^{atrib} = custo total das internações atribuíveis à poluição atmosférica

CMe_x^z = custo médio da internação no grupo etário x pela causa z, que é dado pela variável valor médio da internação da rede pública e privada,

$I_x^{atrib,z}$ = número de internações atribuíveis à poluição atmosférica no grupo etário x pela causa z

As informações sobre o valor médio da internação por grupo de causa da rede pública foram obtidas do próprio Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS). Para as internações na rede suplementar, foram utilizadas as informações do Painel de Precificação de Planos de Saúde de 2012, por grupo etário. Na indisponibilidade de informações desagregadas por grupos de causa, adotou-se como hipótese que o valor médio seria igual para todos os grupos de causas.

O gasto público ou privado aqui calculado é uma medida direta e real, baseado no número de internações por doenças descritas relacionadas à poluição.

3. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS AMBIENTAIS

Os dados resumidos encontram-se na Tabela 7: Estações automáticas e fixas, Representatividade, Número de observações no ano, Média anual de $MP_{2,5}$ e Medida máxima de $MP_{2,5}$ no ano, para os anos 2006 a 2011.

Tabela 7 - Estações, Número de observações, Médias anuais de MP_{2,5} das estações automáticas por ano, Medida máxima de MP_{2,5} no ano, 2006 a 2011

Estação	2006			2007			2008			2009			2010			2011		
	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual
Americana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	19,00	45,87	286	26,35	409,20	361	22,16	59,52
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	127	17,71	42,46	347	15,59	46,33	57	10,38	32,00	245	28,76	70,58
Araraquara	-	-	-	-	-	-	174	24,09	51,95	365	17,42	49,18	352	21,44	68,90	363	20,65	89,77
Bauru	-	-	-	-	-	-	237	21,38	61,54	365	15,75	46,10	359	19,86	68,35	361	20,70	72,94
Cambuci	359	23,44	70,22	356	27,50	76,18	91	22,41	39,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinas - Centro	352	22,35	49,52	359	23,00	77,22	359	20,93	72,98	365	17,87	34,52	364	19,67	52,60	340	19,94	50,22
Catanduva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254	21,73	50,70	361	23,62	89,95	298	20,64	67,06
Centro	98	21,56	42,95	361	26,97	68,45	366	26,97	79,71	349	25,60	55,01	27	21,97	33,53	-	-	-
Cerqueira César	348	21,64	58,79	351	23,55	70,34	360	22,56	70,34	357	15,62	41,91	360	17,50	65,73	346	18,85	60,82
Congonhas	257	30,50	80,83	325	27,38	55,65	354	26,64	65,31	325	23,34	54,19	333	22,67	73,55	362	23,48	67,07
Cubatão - Centro	346	21,73	66,31	353	21,92	90,79	364	19,35	73,91	360	17,53	42,15	360	20,19	81,15	355	22,72	51,19
Cubatão - Vale do Mogi	163	58,73	98,02	232	64,76	115,97	261	59,19	100,57	342	40,67	104,75	348	37,52	517,80	365	59,11	135,49
Cubatão - Vila Parisi	359	30,78	167,53	272	34,56	172,18	366	31,91	154,35	359	28,79	93,89	359	52,60	433,80	346	36,91	120,72
Diadema	346	20,91	65,96	364	23,21	58,25	356	21,97	57,00	361	18,59	43,54	363	21,24	66,83	365	21,34	58,06
Guarulhos	135	41,17	88,63	216	32,46	77,02	269	30,95	115,92	154	25,45	56,60	-	-	-	-	-	-

Estação	2006			2007			2008			2009			2010			2011		
	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual
IAG - USP	-	-	-	141	20,92	59,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ibirapuera	341	22,92	70,05	364	22,73	70,77	365	19,84	60,90	357	15,37	40,49	349	22,67	99,13	363	22,12	75,96
IPEN - USP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	21,10	55,22
Itaquera	-	-	-	179	23,05	73,68	342	18,46	59,30	217	19,63	51,63	213	18,51	50,29	-	-	-
Jacareí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	262	15,33	43,53
Jaú	-	-	-	-	-	-	98	15,00	41,64	357	15,29	48,22	365	18,49	59,63	343	21,06	60,14
Jundiaí	194	19,44	46,14	161	19,44	47,09	68	13,84	28,59	365	14,69	39,27	356	18,13	64,28	360	18,74	66,45
Marília	-	-	-	-	-	-	241	14,93	42,04	325	12,75	51,75	365	14,21	52,40	357	13,96	43,63
Mauá	351	20,11	56,23	266	24,22	67,74	140	22,45	66,87	329	19,14	67,53	355	25,41	103,33	363	22,41	56,87
Moóca	89	20,64	38,14	275	26,28	69,22	351	21,67	57,44	364	18,96	45,28	290	21,25	73,73	365	19,90	58,87
N. Sra. do Ó	365	21,01	56,09	347	21,44	45,79	344	20,62	55,64	362	17,70	36,90	323	19,91	69,25	365	23,06	56,96
Osasco	364	27,11	72,38	247	24,88	54,64	349	28,67	78,08	261	24,41	74,31	363	28,85	87,90	341	30,03	91,08
P. D. Pedro II	356	24,34	94,37	365	24,73	71,37	267	22,98	64,87	345	20,46	53,03	297	19,24	88,64	351	22,96	78,36
Parelheiros	-	-	-	193	31,30	86,73	340	25,53	84,84	359	24,69	112,01	364	26,52	92,45	330	23,65	77,23
Paulínia	204	21,85	49,40	179	25,73	55,82	354	19,97	60,06	344	16,41	39,52	366	20,58	75,60	364	21,09	64,33
Paulínia Sul	-	-	-	-	-	-	59	35,97	95,10	305	21,60	51,34	342	27,62	88,20	329	28,69	71,22
Pinheiros	365	24,28	86,43	117	20,80	52,52	190	32,07	78,25	136	20,22	51,92	101	17,47	55,83	167	22,45	51,47

Estação	2006			2007			2008			2009			2010			2011		
	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual	Número de observações	Média anual	Máximo anual
Piracicaba	-	-	-	-	-	-	122	20,66	60,54	360	18,40	46,00	359	22,66	76,25	351	22,02	67,69
Presidente Prudente	-	-	-	-	-	-	230	13,93	33,82	362	9,56	24,79	311	14,36	60,80	331	13,39	39,34
Ribeirão Preto	178	12,61	36,89	165	30,40	101,62	309	22,32	73,36	359	17,25	58,80	350	21,67	63,25	343	19,44	77,63
Santana	350	20,34	49,38	225	24,85	74,20	320	23,14	61,93	354	21,47	60,63	363	24,09	89,29	353	23,61	65,52
Santo Amaro	365	24,85	90,41	352	21,88	86,11	360	21,05	73,93	359	17,71	54,70	41	15,40	26,40	-	-	-
S. André - Capuava	364	19,18	48,36	359	20,87	43,27	358	17,92	44,51	353	15,88	35,01	322	19,14	56,78	354	21,47	44,68
S. André - Centro	365	20,68	78,71	270	20,72	65,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. André - Paço Municipal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191	25,32	56,78	328	26,66	91,46	80	20,27	42,03
Santos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204	23,89	59,80
S. B. do Campo	354	22,43	82,32	336	31,64	105,39	366	26,71	79,25	364	22,77	62,66	365	24,05	84,60	277	24,19	65,25
S. C. do Sul	349	23,44	76,56	206	23,30	63,75	170	22,70	69,67	345	18,29	47,78	315	23,38	80,93	365	23,23	72,65
S. J. do Rio Preto	-	-	-	-	-	-	183	26,97	54,19	365	16,98	51,39	328	24,84	82,33	328	23,41	70,78
S. J. dos Campos	353	15,55	47,37	365	15,80	53,40	347	13,58	37,31	355	12,44	33,90	359	14,25	50,43	355	15,27	38,26
Sorocaba	268	19,29	55,17	363	19,90	52,92	329	21,44	56,97	329	16,86	49,90	365	18,85	58,48	357	20,20	69,45
Taboão da Serra	330	21,69	63,45	8	53,25	92,04	134	23,24	75,30	337	22,65	61,98	351	23,70	82,63	365	22,52	85,86
Tatuí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	346	15,55	53,98
	Não representativo			Representativo														

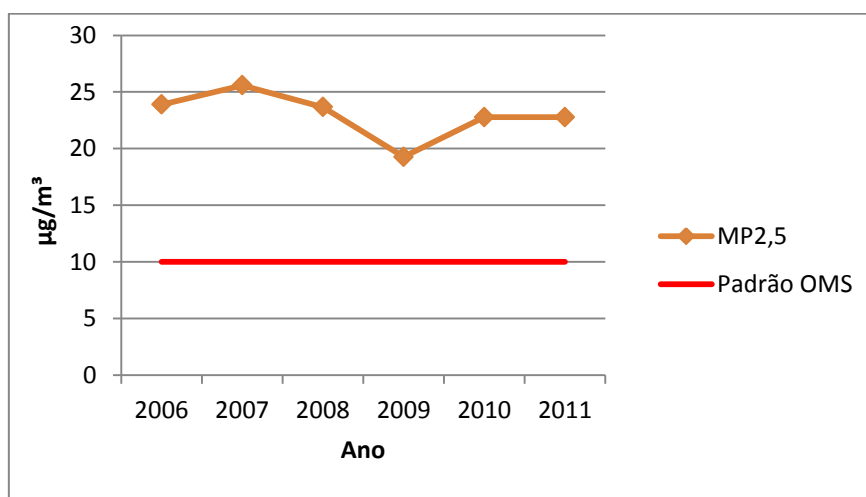
As células em branco significam que não havia estação. O número de observações significa o número de dias de medidas válidas.

Foram consideradas todas as medidas, representativas ou não, com ocorrências registradas, como por exemplo, obras de construção civil, pois se considerou que são situações cotidianas que representam a realidade de emissão de poluentes, e que, considerando-se as consequências à saúde humana, objeto do estudo, o poluente foi inalado e o indivíduo exposto.

Pode-se observar que as médias anuais de todas as estações para todos os anos situam-se acima do padrão de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os dados da Tabela serão analisados pormenorizadamente ao longo do texto.

Iniciando o olhar pelo Estado de São Paulo, considerando-se a média anual de $\text{MP}_{2,5}$ de todas as estações para os anos 2006 a 2011, observa-se um traçado relativamente linear na Figura 6 abaixo.

Figura 6 - Médias anuais de $\text{MP}_{2,5}$ no Estado de São Paulo, anos 2006 a 2011, incluindo dados de Cubatão.

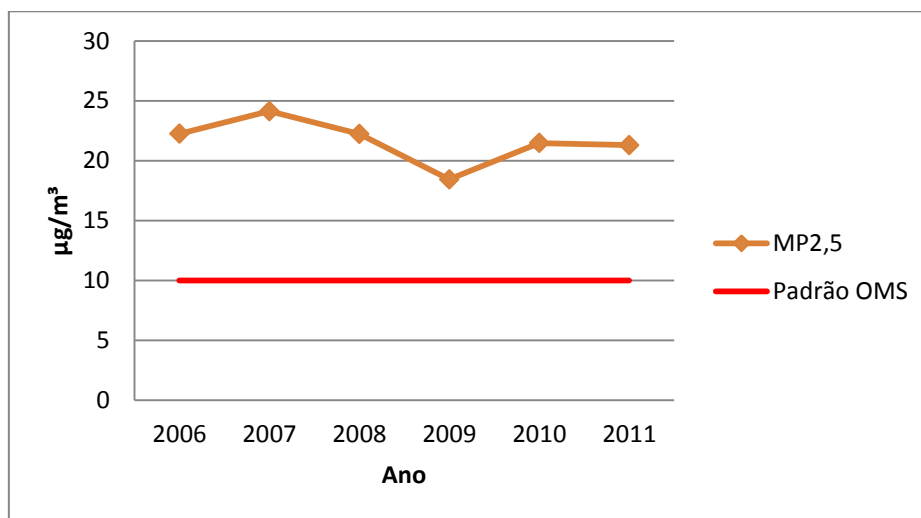


Em 2009, a redução da média de MP deve-se provavelmente a uma condição meteorológica especialmente favorável a dispersão de poluentes, uma precipitação mensal acima da normal climatológica em vários municípios, principalmente nos meses de julho, agosto e setembro. (CETESB 2010)

Pode-se observar que as médias anuais de $MP_{2,5}$ de todos os anos situam-se acima do padrão de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (representado pela linha contínua cor vermelha) preconizado pela OMS, basicamente o dobro ou duas vezes e meia o padrão.

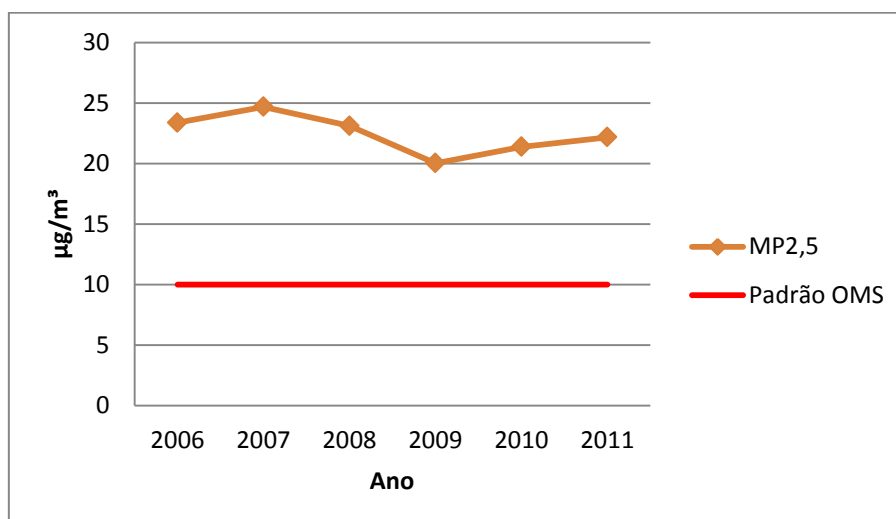
Mesmo desconsiderando-se a média anual de Cubatão, onde ocorre a maior medida de $MP_{2,5}$ no Estado, como pode ser observado na Figura 7, a alteração das médias anuais são muito pequenas, configurando o mesma situação acima.

Figura 7 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, anos 2006 a 2011, sem os dados de Cubatão.



As Figuras 8, 9, 10, 11 e 12 abaixo retratam o mesmo exposto acima para a cidade de São Paulo, as Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas, Região ABCD e Baixada Santista.

Figura 8 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ no município de São Paulo



É difícil prever tendências em um tempo de janela curto. Grosso modo, a despeito da maciça renovação da frota e do incentivo do governo e da implementação da inspeção veicular em 2010, o nível de poluição estabilizou-se em patamares elevados. Desde 2006 percebe-se que houve uma estagnação das medidas de poluição na cidade, e que a melhoria tecnológica esgotou sua eficiência.

As políticas atuais poderão ajudar a manter os níveis estáveis de poluição, no entanto não resolverão o problema. Acreditamos que apenas um Plano de Mobilidade que privilegie o transporte coletivo de baixa emissão poderá melhorar o quadro atual.

No interior do Estado podemos considerar a emissão de MP proveniente de veículos nas cidades, polos industriais e a queima de cana de açúcar em algumas regiões, embora venha ocorrendo a sua diminuição nos últimos anos.

Figura 9 - Médias anuais de MP_{2,5} na Região Metropolitana de São Paulo.

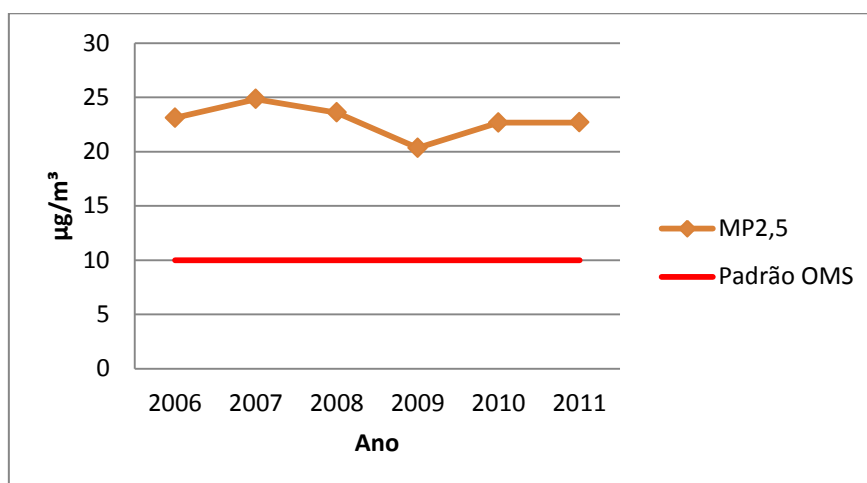


Figura 10 - Médias anuais de MP_{2,5} na Região Metropolitana de Campinas.

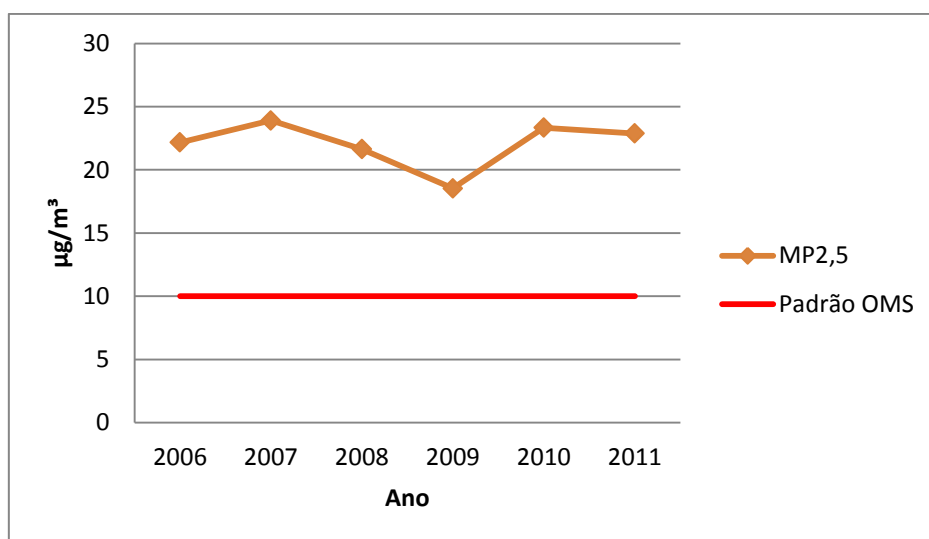
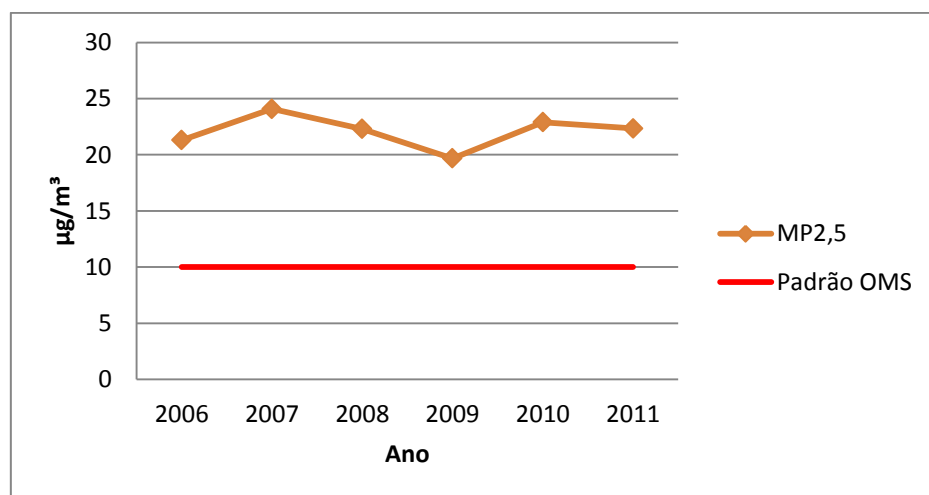


Figura 11 - Médias anuais de MP_{2,5} na Região ABCD.



Para a Baixada Santista, note que as médias anuais ultrapassam 3 a 4 vezes o padrão da OMS, em decorrência dos altos níveis de poluição em Cubatão.

Figura 12 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ na Região Metropolitana da Baixada Santista.

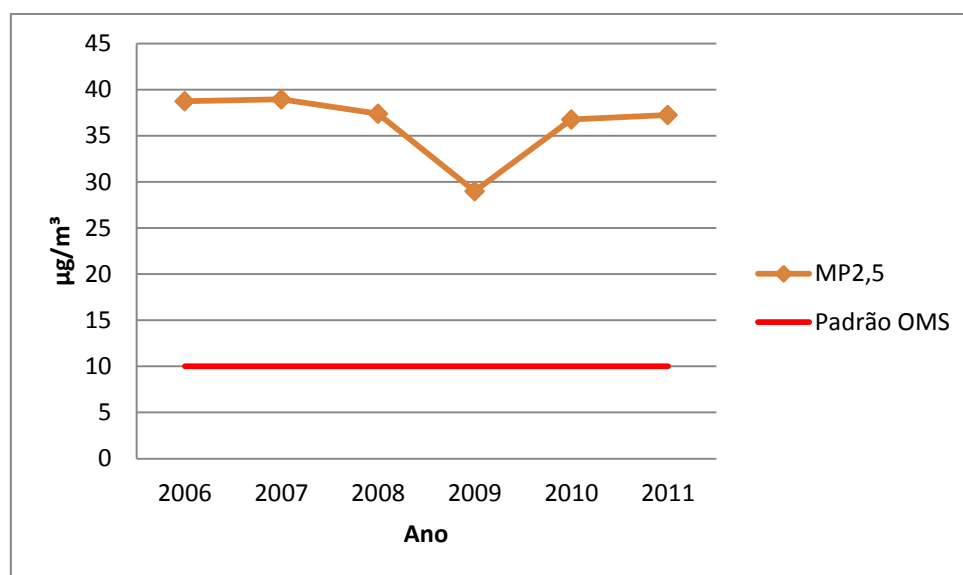


Tabela 8 - Média anual de $MP_{2,5}$ por município, anos 2006 a 2011

Municípios	Média $PM_{2,5}$					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Americana	-	-	-	19,00	26,35	22,16
Araçatuba	-	-	17,71	15,59	10,38	28,76
Araraquara	-	-	24,09	17,42	21,44	20,65
Bauru	-	-	21,38	15,75	19,87	20,70
Campinas	22,35	23,00	20,93	17,87	19,68	19,94
Catanduva	-	-	-	21,73	23,63	20,64
Cubatão	38,73	38,94	37,37	28,99	36,75	39,79
Diadema	20,91	23,21	21,97	18,59	21,24	21,34
Guarulhos	41,17	32,46	30,95	25,45	-	-
Jacareí	-	-	-	-	-	15,33
Jaú	-	-	15,00	15,29	18,49	21,06
Jundiaí	19,44	19,44	13,84	14,69	18,13	18,74
Marília	-	-	14,93	12,75	14,22	13,96
Mauá	20,11	24,22	22,45	19,14	25,42	22,41
Osasco	27,11	24,88	28,67	24,41	28,86	30,03
Paulínia	21,85	25,73	22,26	18,85	23,99	24,70
Piracicaba	-	-	20,66	18,40	22,67	22,02
Presidente Prudente	-	-	13,93	9,56	14,37	13,39
Ribeirão Preto	12,61	30,40	22,32	17,25	21,67	19,44
Santo André	19,93	20,81	17,92	19,19	22,94	21,25
Santos	-	-	-	-	-	23,89
São Bernardo do Campo	22,43	31,64	26,71	22,77	24,06	24,19

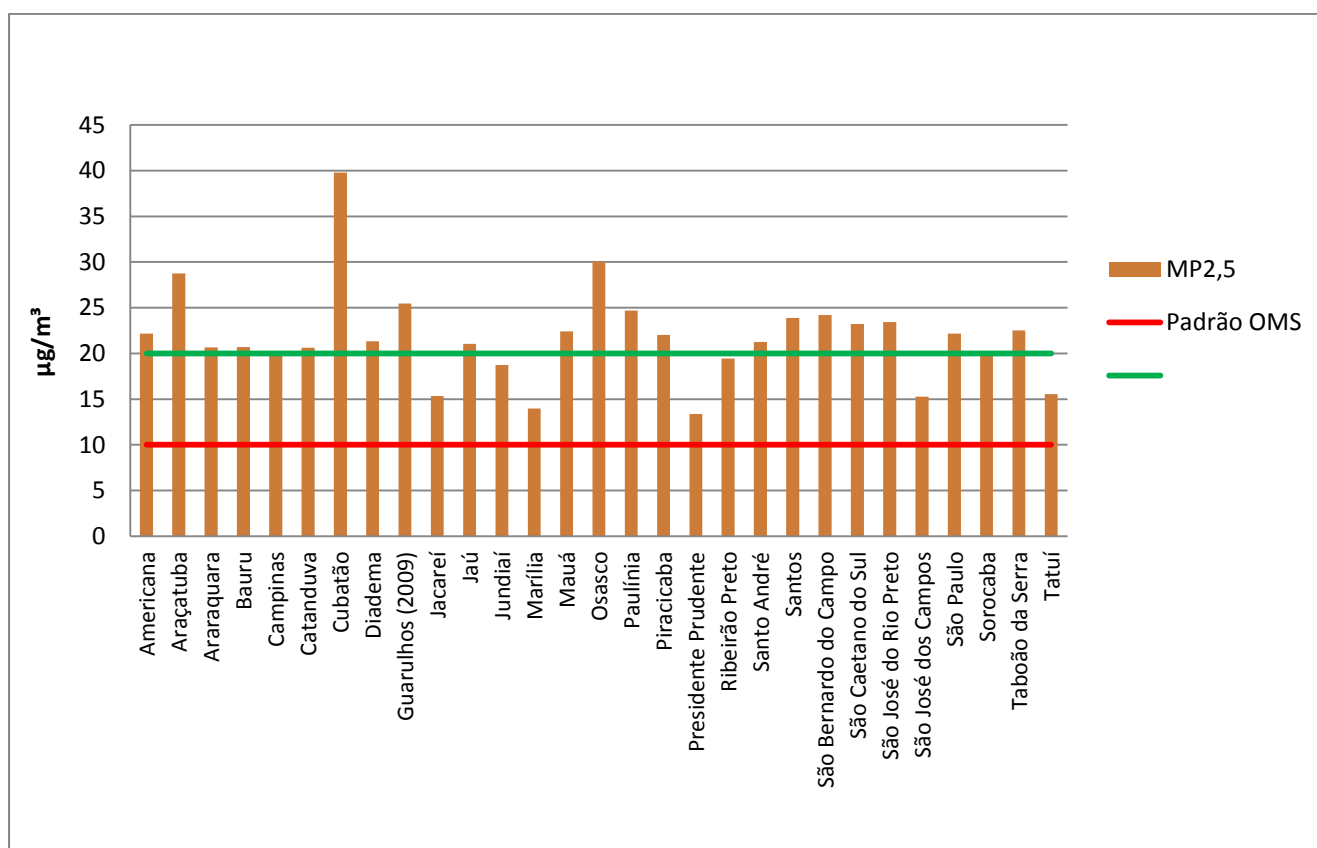
São Caetano do Sul	23,44	23,30	22,70	18,29	23,38	23,23
São José do Rio Preto	-	-	26,97	16,98	24,85	23,41
São José dos Campos	15,55	15,80	13,58	12,44	14,25	15,27
São Paulo	23,36	24,68	23,11	20,02	21,37	22,17
Sorocaba	19,29	19,90	21,44	16,86	18,85	20,20
Taboão da Serra	21,69	53,25	23,24	22,64	23,70	22,52
Tatuí	-	-	-	-	-	15,55

Os dados da Tabela 8 estão representados na Figura 13, gráfico em barras.

Na Figura 13, sob o prisma das cidades, em 2011, todos os 29 municípios com estações, sem exceção, apresentam média anual de $MP_{2,5}$ acima do padrão de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (representado pela linha contínua cor vermelha) preconizado pela OMS, sendo que 21 delas situam-se acima dos níveis de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (representado pela linha contínua cor verde) e 11 municípios estão acima ou igual aos níveis de $MP_{2,5}$ da cidade de São Paulo ($MP_{2,5} = 22,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), são eles: Americana, Araçatuba, Cubatão, Mauá, Osasco, Paulínia, Santos, São Bernardo, São Caetano, São José do Rio Preto e Taboão da Serra .

Guarulhos não está representado no gráfico porque não teve medição de poluentes em 2011 – em 2009, último ano de sua medida, apresentou média de $MP_{2,5} = 25,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

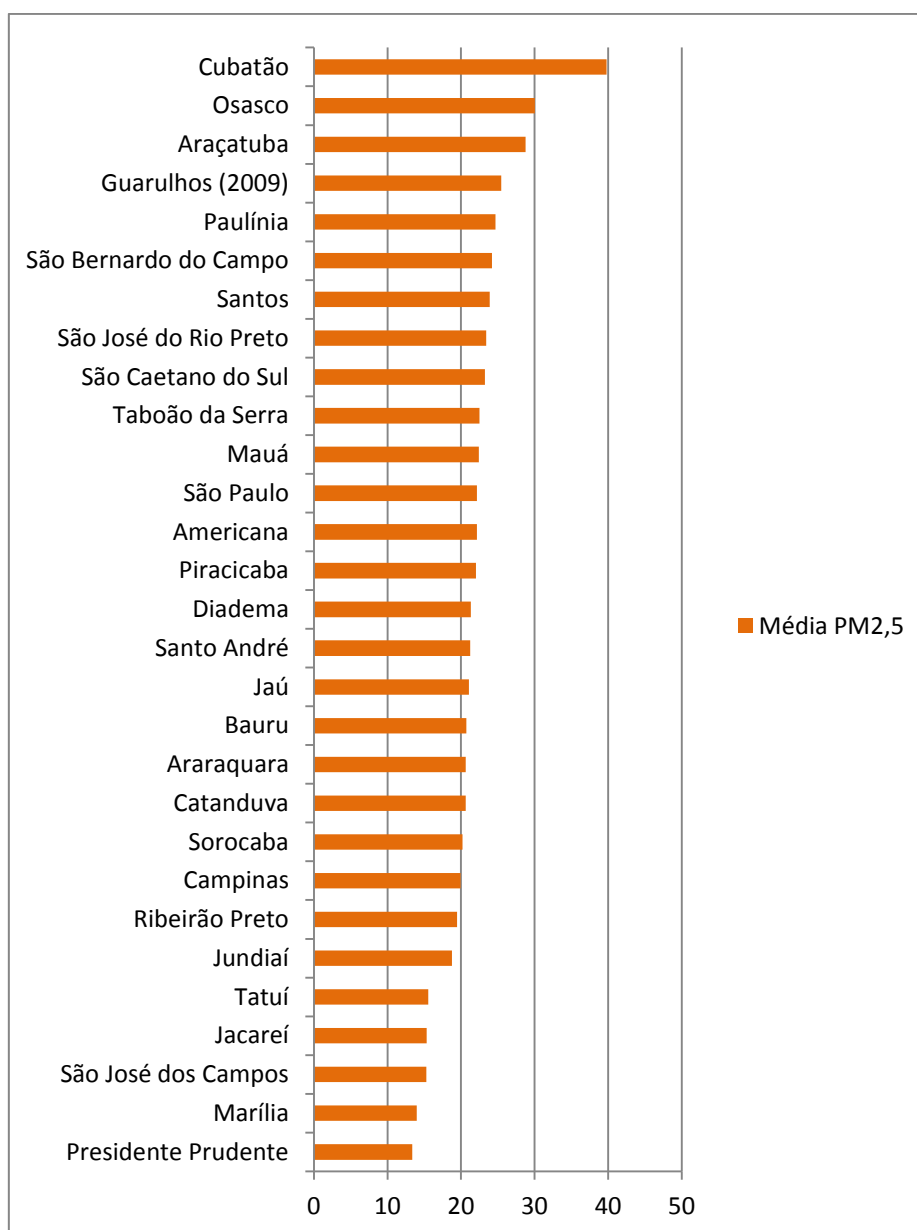
Figura 13 - Médias anuais de MP_{2,5} por município em 2011



Embora a poluição tenha sido uma prerrogativa da RM de São Paulo e Cubatão, hoje esta realidade se expande também para o interior, perdendo a imagem do "ar limpo".

Pode-se assim demonstrar que a bacia aérea tem uma abrangência geográfica maior que a hídrica, os poluentes podem se dispersar mais facilmente.

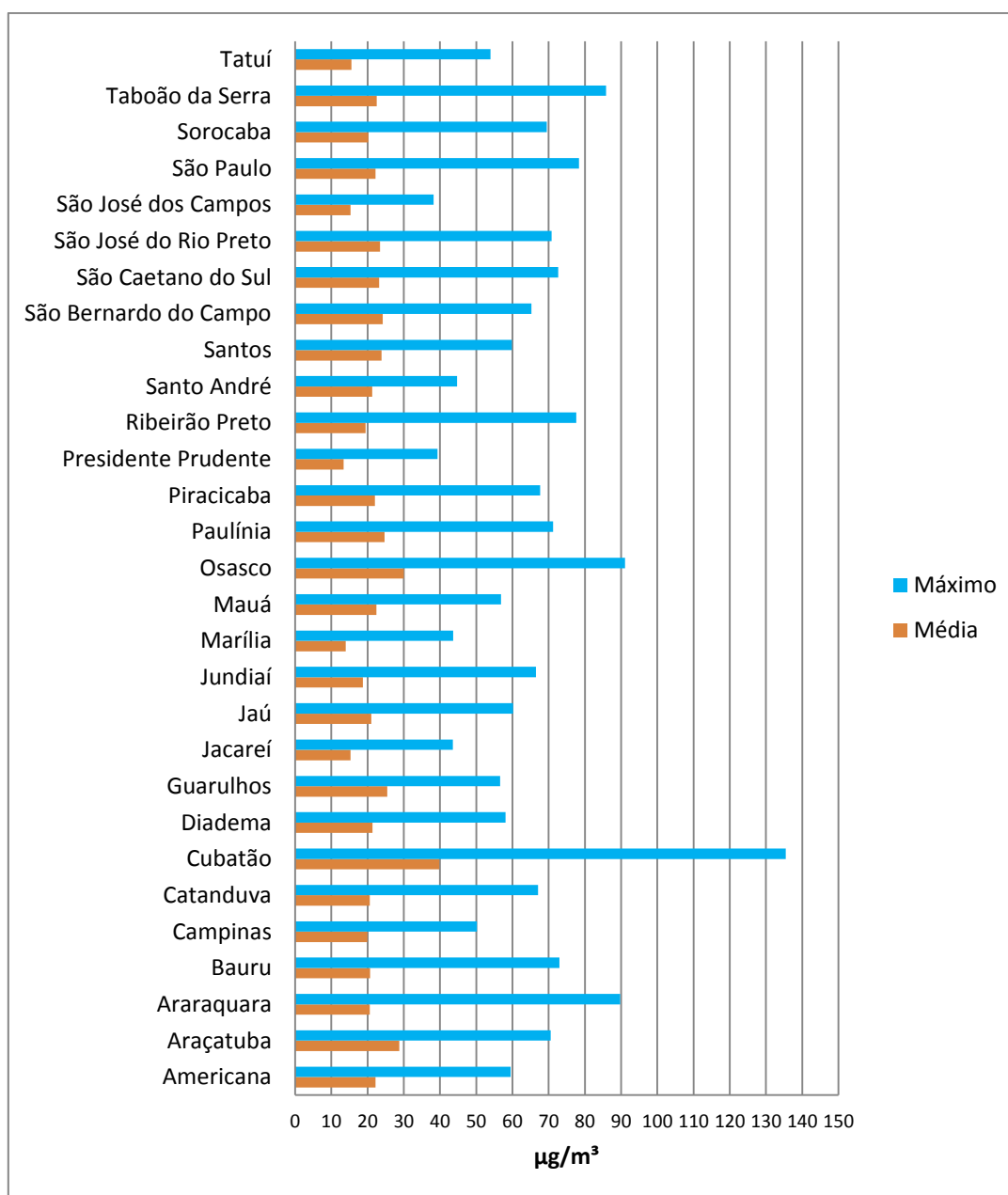
Figura 14 - Média $MP_{2,5}$ por ordem decrescente dos municípios



As seis cidades mais poluídas em 2011, em ordem decrescente, são Cubatão, Osasco, Araçatuba, Paulínia, São Bernardo e Santos. Em 2009, Guarulhos entraria no ranking.

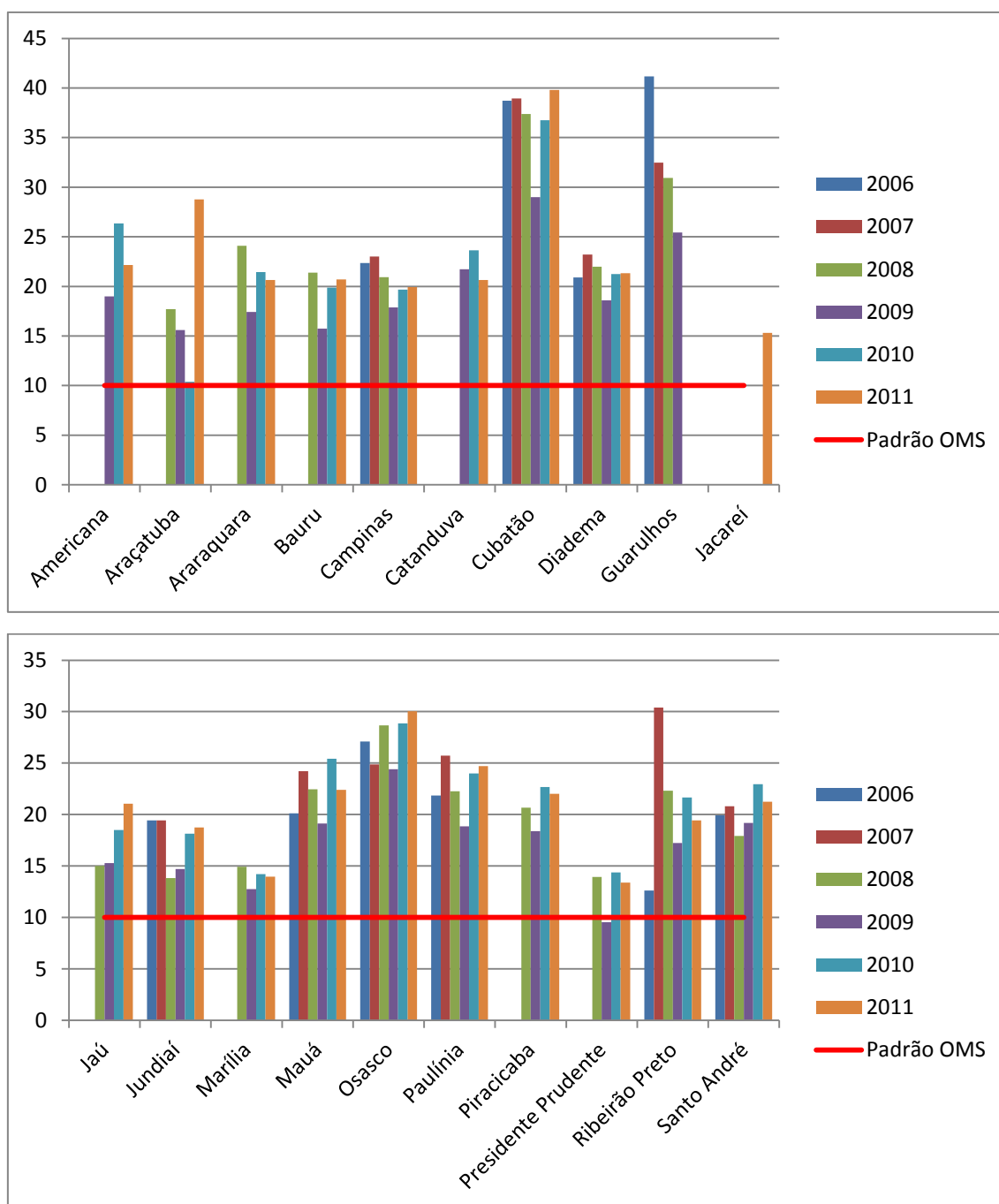
A Figura 15 mostra as médias anuais e as medidas máximas de $MP_{2,5}$ em 2011. As piores medidas máximas, em ordem decrescente, ocorreram em Cubatão, Osasco, Taboão da Serra, Araraquara, São Paulo, Ribeirão Preto, Sorocaba e Araçatuba.

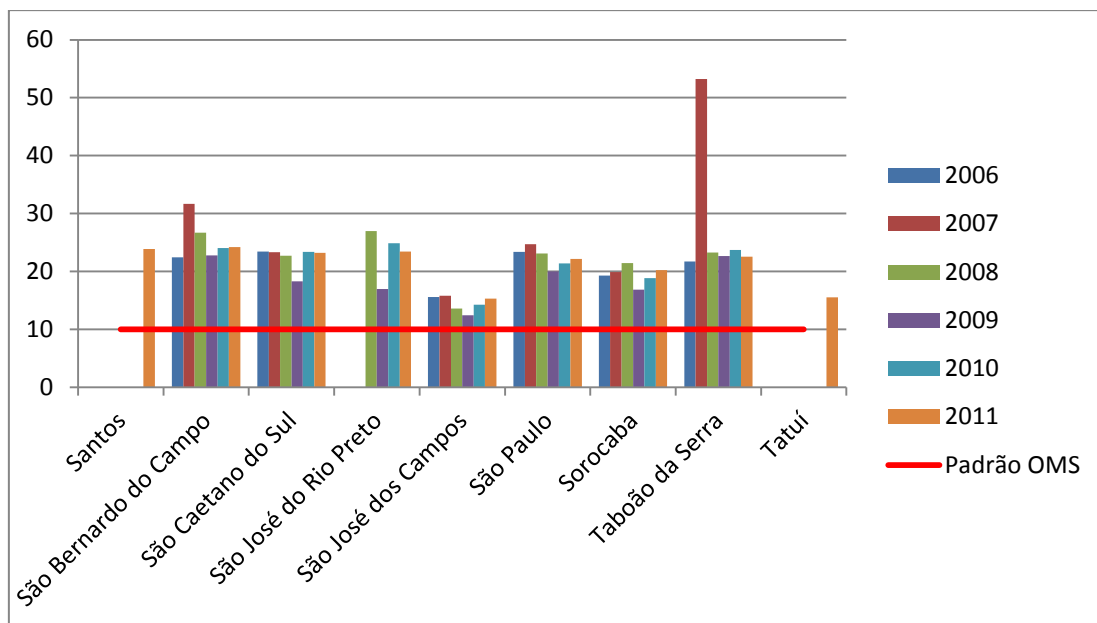
Figura 15 - Médias e máximas por município



As medidas máximas diárias observadas para os municípios representam, no ano de 2011, valores entre 40 e 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, considerando o padrão de 24hs para $\text{MP}_{2,5}$ de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se considerarmos uma medida máxima, por exemplo, de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em um dia, significa que o morador desta cidade respirou 4 vezes mais a dose considerada segura naquele dia, ou a dose possível para 4 dias. No caso de medidas diárias, temos os efeitos agudos da poluição. Quando tratamos de média anual, estamos sempre tratando dos efeitos crônicos ou de longo prazo da poluição, objeto deste trabalho.

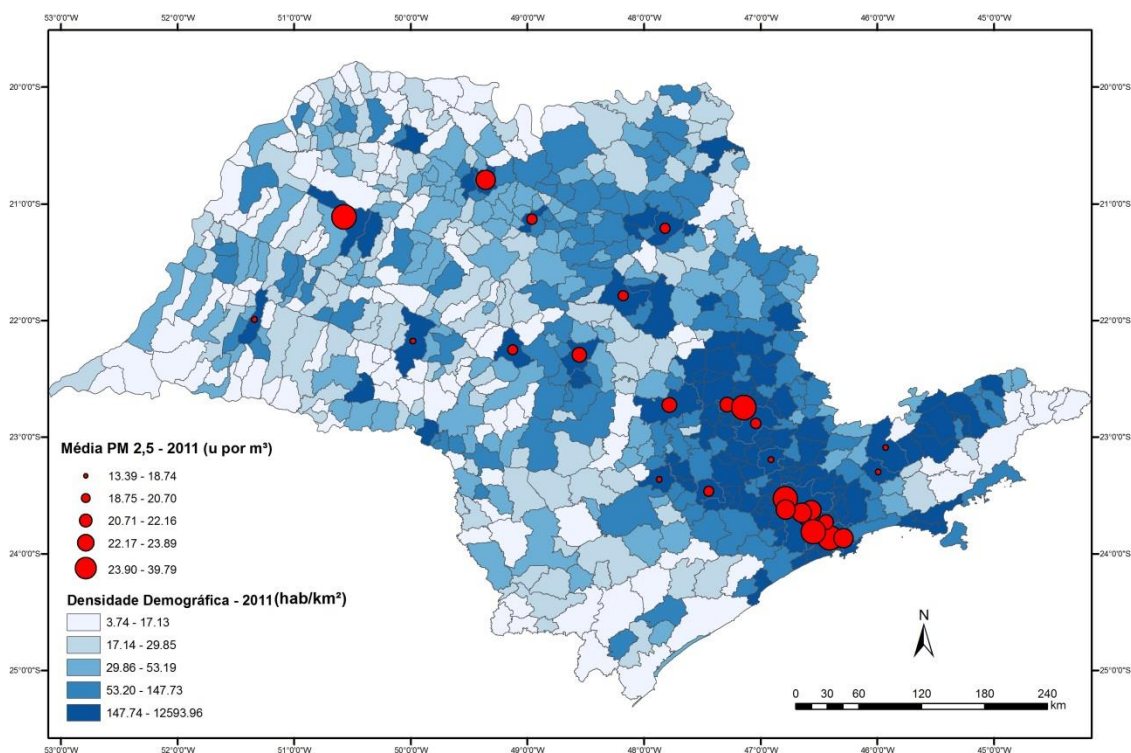
Figura 16 - Média de MP_{2,5} de 2006 a 2011 de cada município





Observa-se uma mesma tendência, ano a ano, similar nos municípios.

Figura 17 - Municípios do Estado de São Paulo: Densidade demográfica e Média anual de MP_{2,5}



Quanto maiores os diâmetros dos círculos maior é a concentração de MP_{2,5} e quanto mais intensa é a cor azul maior é a densidade demográfica dos municípios.

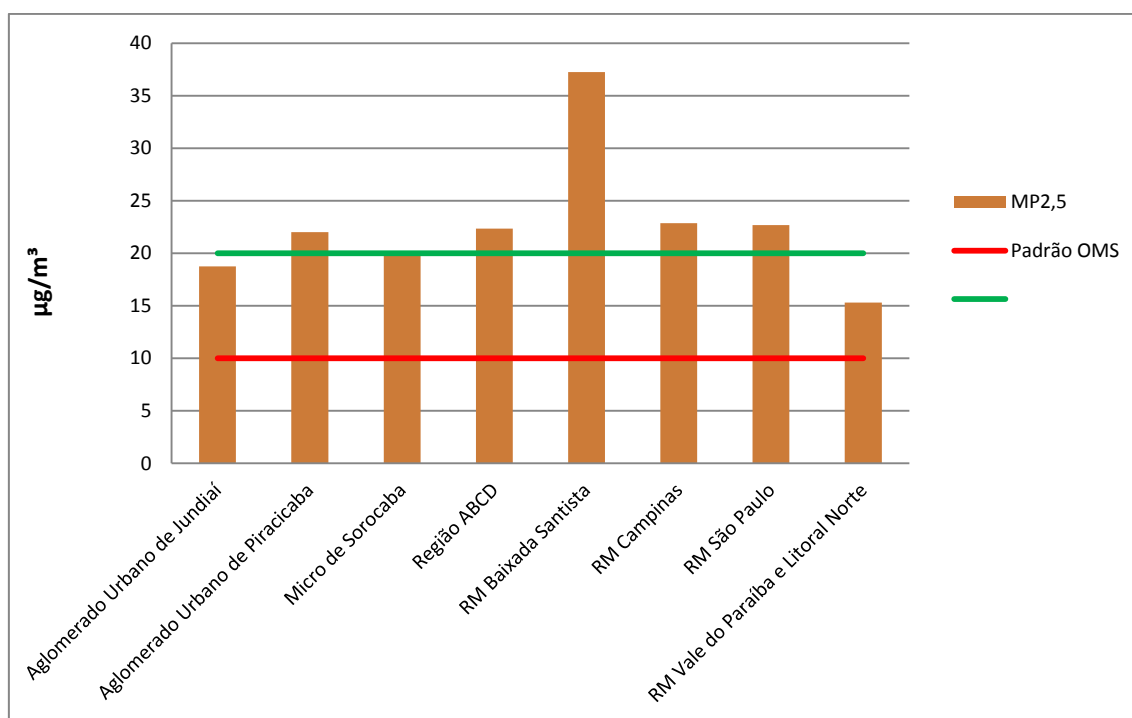
O mapa clarifica que as estações estão localizadas em municípios com maior densidade demográfica, embora haja vários municípios com alta densidade não monitorados. Como pode ser visto, há uma relação direta entre poluição e densidade populacional. Como a maior parte do material particulado $MP_{2,5}$ é proveniente de veículos, e como onde há maior densidade populacional há também maior número de automóveis, isso explicaria essa relação. Estudos da NASA também já comprovaram a relação direta entre densidade demográfica e $MP_{2,5}$ e Ozônio (Cooper et al, 2012).

Na porção sudoeste do estado, representada pelos municípios da Região Metropolitana de São Paulo, da região de Campinas, do entorno de Piracicaba, de Sorocaba e mesmo da Baixada Santista verificamos que se encontram as maiores densidades populacionais do grupo acima de 147 hab/km² que apresentam médias $MP_{2,5}$ acima de 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ao mesmo tempo, na porção norte do estado, os municípios de Araçatuba e São José do Rio Preto acompanham esta tendência.

Tabela 9 - Média anual de $MP_{2,5}$ por Regiões metropolitanas, anos 2006 a 2011

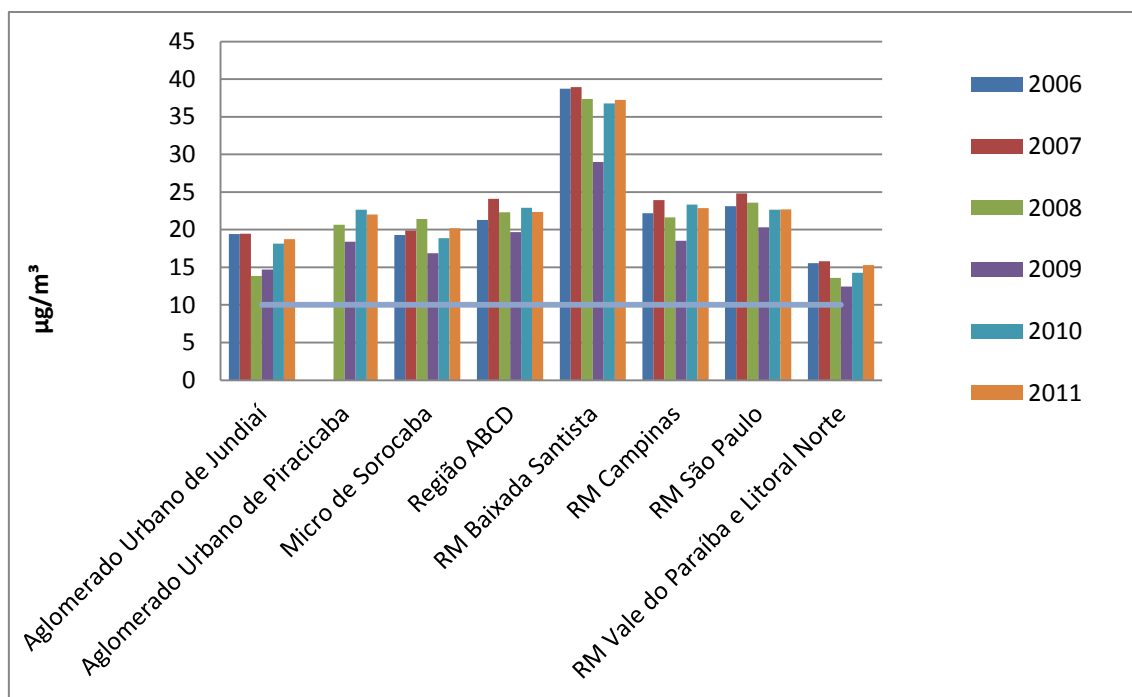
Região Metropolitana	Média $PM_{2,5}$					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aglomerado Urbano de Jundiaí	19,44	19,44	13,84	14,69	18,13	18,74
Aglomerado Urbano de Piracicaba	-	-	20,66	18,40	22,67	22,02
Micro de Sorocaba	19,29	19,90	21,44	16,86	18,85	20,20
Região ABCD	21,31	24,08	22,3	19,67	22,9	22,34
RM Baixada Santista	38,73	38,94	37,37	28,99	36,75	37,23
RM Campinas	22,17	23,91	21,64	18,54	23,33	22,88
RM São Paulo	23,11	24,83	23,59	20,33	22,67	22,68
RM Vale do Paraíba e Litoral Norte	15,55	15,80	13,58	12,44	14,25	15,30

Figura 18 - Médias anuais de MP_{2,5} por RM em 2011



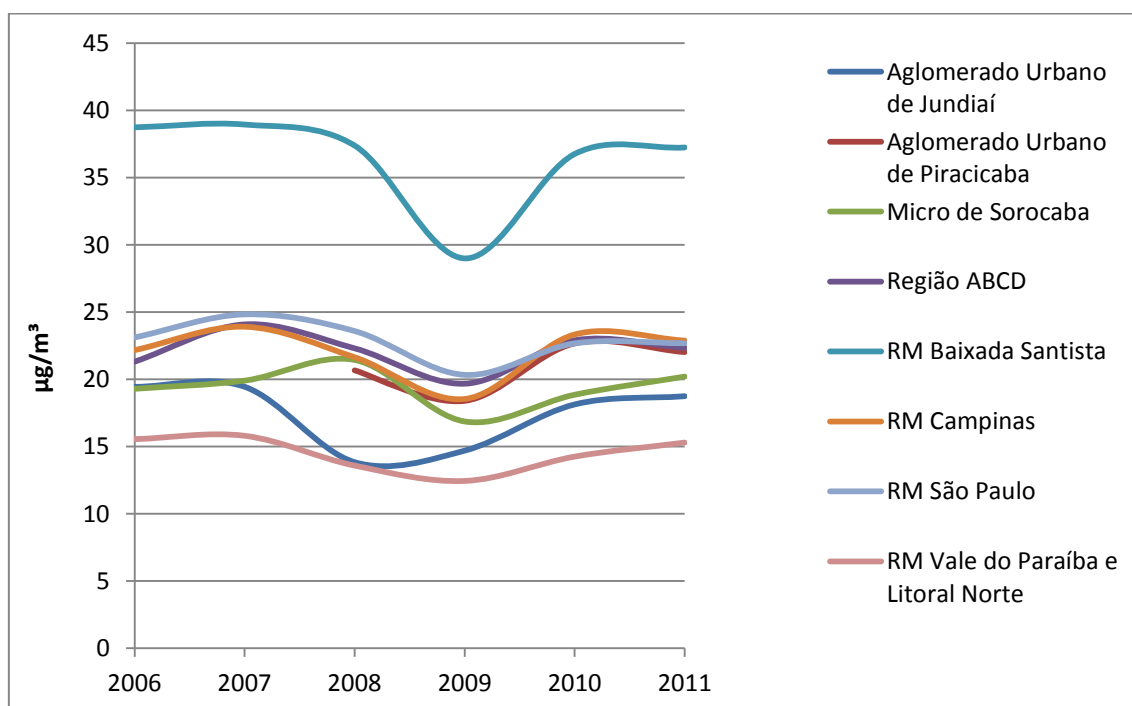
Observa-se que as regiões metropolitanas apresentam médias anuais muito similares, com exceção de Baixada Santista e Litoral Norte. Isto mostra que todas as RM estão comprometidas da mesma forma.

Figura 19 - Gráfico em barras dos valores das médias $MP_{2,5}$ por RM , ano a ano, 2006 a 2011



Além de serem extremamente similares, todas as regiões metropolitanas do Estado de São Paulo, apresentam, durante o período de 6 anos, o mesmo padrão de comportamento, inclusive das médias anuais.

Figura 20 - Gráfico em curvas dos valores das médias $MP_{2,5}$ por RM , ano a ano, 2006 a 2011



A análise do gráfico revela que apenas uma das curvas não segue o comportamento padrão de queda das regiões metropolitanas para o ano de 2008. Os dados revelam que, de 2007 para 2008, a única região metropolitana a apresentar aumento nas concentrações de $MP_{2,5}$ foi a Microrregião de Sorocaba. Uma análise mais apurada mostra que tal comportamento se deveu ao aumento da poluição na estação de Sorocaba para o mesmo ano, única estação desta microrregião. Após exame do relatório sobre qualidade do ar da CETESB (2009), constatou-se que as medidas da estação em 2008 foram representativas, sem o registro de nenhuma ocorrência que permitisse formular hipóteses acerca do aumento da concentração de $MP_{2,5}$ em Sorocaba.

Tabela 10 - Médias anuais de $MP_{2,5}$ por UGRHI, ano a ano

UGRHI	Média $PM_{2,5}$					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Alto Tietê	23,11	24,83	23,59	20,33	22,67	22,73
Baixada Santista	38,73	38,94	37,37	28,99	36,75	37,23
Baixo Tietê			17,71	15,59	10,38	28,76
Paraíba do Sul	15,55	15,80	13,58	12,44	14,25	15,30
Pardo	12,61	30,40	22,32	17,25	21,67	19,44
Peixe			14,93	12,75	14,22	13,96
Piracicaba/Capivari/Jundiaí	21,46	22,88	20,96	17,74	22,32	22,03
Pontal do Paranapanema			13,93	9,56	14,37	13,39
Sorocaba/Médio Tietê	19,29	19,90	21,44	16,86	18,85	17,91
Tietê/Jacaré			21,08	16,16	19,92	20,80
Turvo/Grande			26,97	18,93	24,21	22,09

Figura 21 - Gráfico em barras dos valores das médias $MP_{2,5}$ por UGRHI, ano a ano, 2006 a 2011

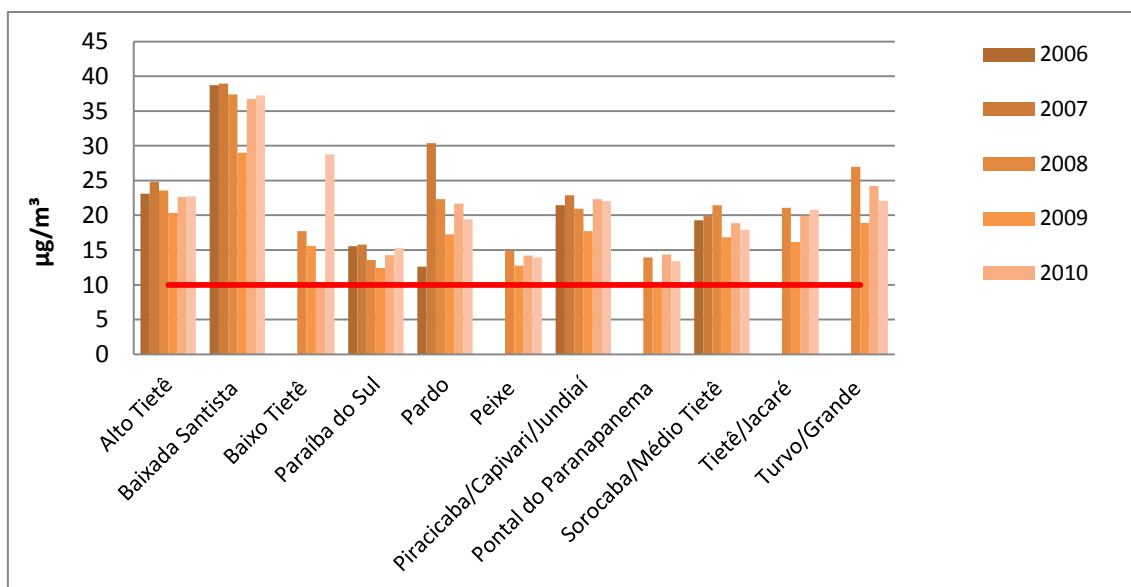
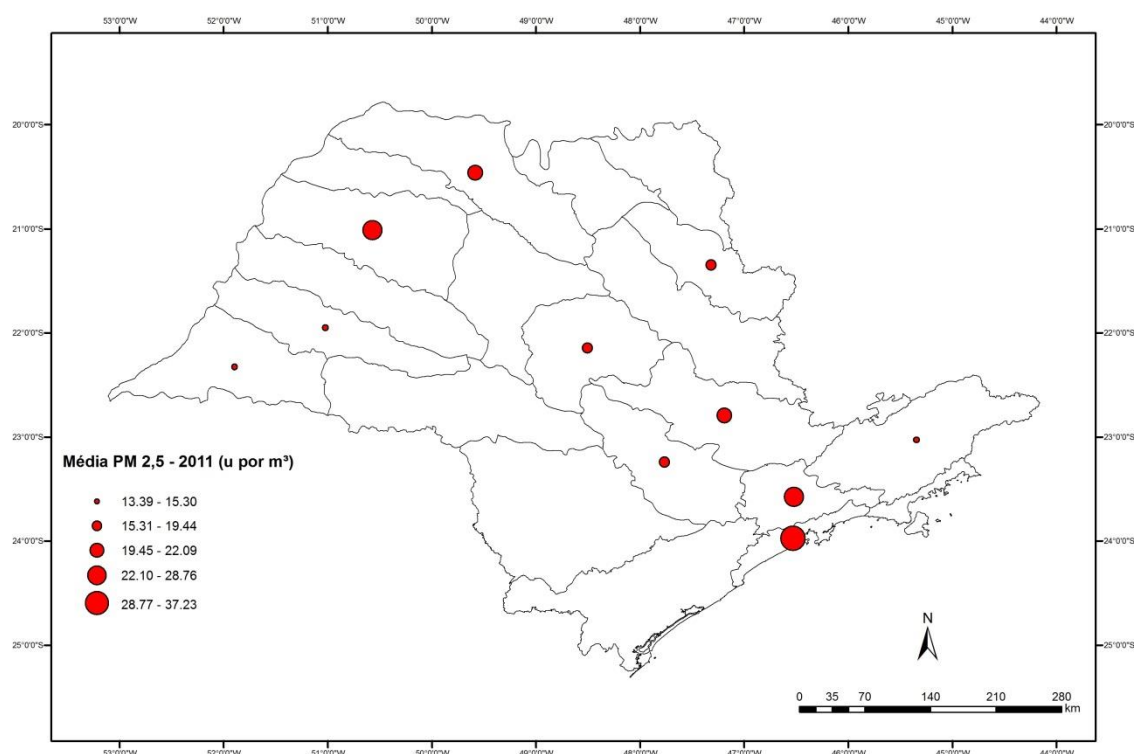
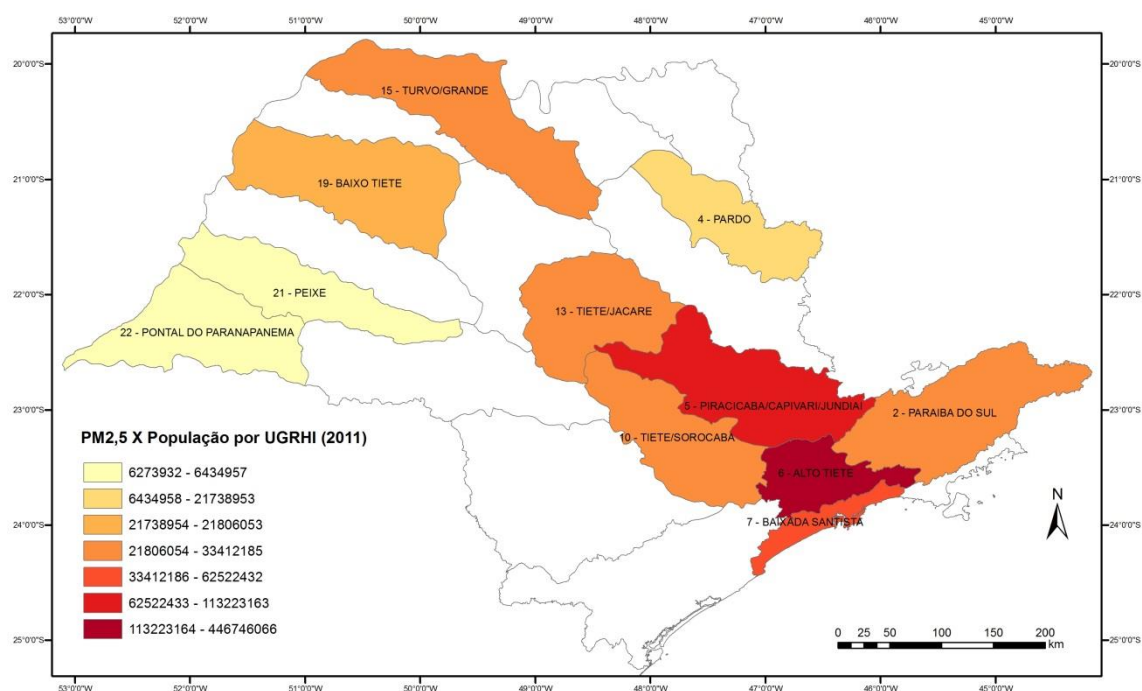


Figura 22 - Distribuição de Médias de $MP_{2,5}$ por UGRHI no Estado de São Paulo



Os valores mais elevados das médias anuais de $MP_{2,5}$ se concentram nas UGRHI da Baixada Santista e do Alto Tietê (no sudeste do estado), assim como nas do Baixo Tietê e do Turvo Grande (no norte do estado), todas elas superando os $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 23 - Média de $MP_{2,5}$ x População por UGRHI



O mapa representa o produto da relação entre a população total e média de $MP_{2,5}$ por UGRHI, como uma análise de risco populacional, o que contribui para medidas controladoras. Quanto mais intenso o vermelho, mais forte é a relação, e quanto mais amarelo claro, mais fraca é a relação. A UGRHI do Alto Tietê (6) e do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (5) apresentaram as relações mais fortes.

3.2 RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS

3.2.1 Mortalidade atribuível

A mortalidade atribuível à poluição foi calculada para municípios, Regiões Metropolitanas e para o Estado de São Paulo, como pode ser visto na tabela 11, para o ano de 2011.

Tabela 11 - Mortes atribuíveis à poluição nos municípios

Município	Mortes atribuíveis à poluição (2011)
Americana	89
Araçatuba	110
Araraquara	94
Bauru	141
Campinas	350
Catanduva	52
Cubatão	99
Diadema	115
Jacareí	31
Jaú	51
Jundiaí	123
Marília	30
Mauá	140
Osasco	428
Paulínia	29
Piracicaba	137
Presidente Prudente	25
Ribeirão Preto	191
Santo André	302
Santos	301
São Bernardo do Campo	300
São Caetano do Sul	106
São José do Rio Preto	213
São José dos Campos	83
São Paulo	4655
Sorocaba	186
Taboão da Serra	86
Tatuí	23

- Região metropolitana de São Paulo: 7.932
- Região Metropolitana de Campinas: 1.082
- Baixada Santista: 1.809
- Região ABCD: 816
- UF: 17.443 (14.608 apenas para as regiões UGRHIs com medida de poluente no Estado)

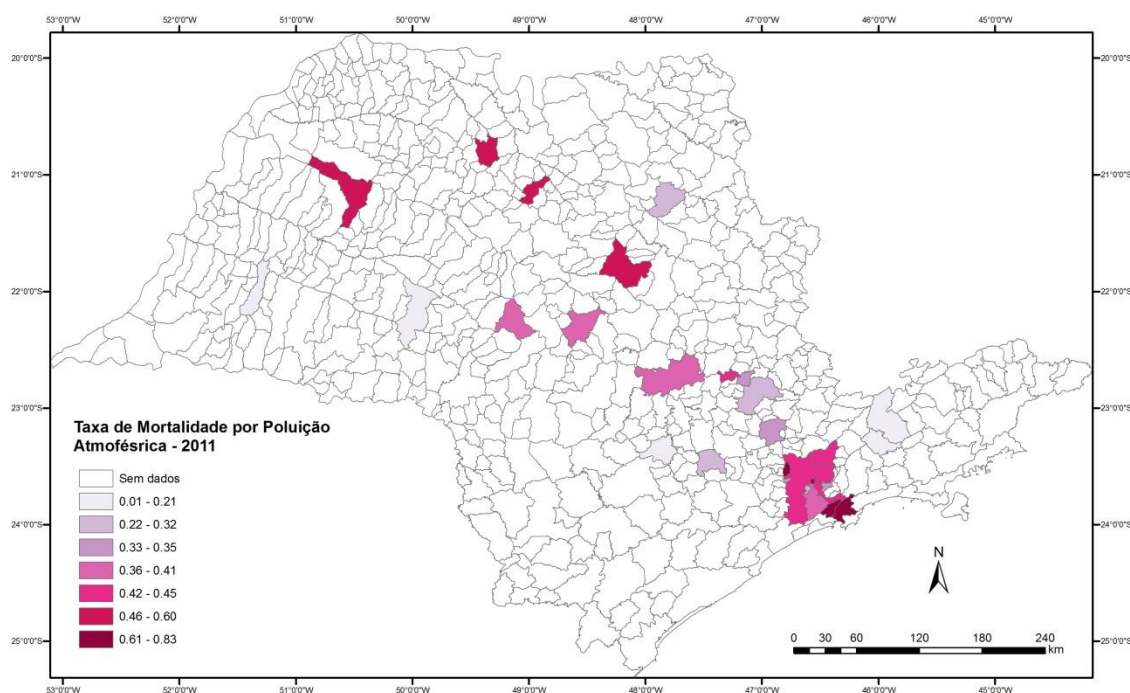
Morre na cidade de São Paulo o triplo de pessoas por poluição do que acidentes de trânsito (1.556), 3 vezes e meia do que Câncer de mama (1.277), quase 6 vezes por AIDS (874) ou Câncer de Próstata (828).

Morre por poluição na cidade de São Paulo o triplo de pessoas do que por acidentes de trânsito (1.556), 3 vezes e meia mais do que Câncer de mama (1.277), quase 6 vezes mais do que por AIDS (874) ou Câncer de Próstata (828).

No Estado de São Paulo, morrem mais que o dobro de pessoas por poluição do que por acidentes de trânsito (7.867), quase 5 vezes mais do que Câncer de mama (3.620), quase 6,5 vezes mais que por AIDS (2.922) ou Câncer de Próstata (2.753).

Se considerarmos as mortes atribuíveis no Estado de SP para todos os anos do estudo 2006 a 2011, a partir da publicação do Guia da OMS com os novos padrões de poluição a serem seguidos, temos 99.084 mortes, o que equivale a dizer uma cidade de 100 mil habitantes dizimada em seis anos.

Figura 24 - Taxa de mortalidade por poluição (Mortalidade atribuível à poluição e população total do município) - 2011



Os níveis de cores mais escuras representam os municípios com maior risco de morte pela poluição: aqueles com os maiores níveis de $MP_{2,5}$ são também os que possuem o maior risco de morte como, por exemplo, Cubatão (na Baixada Santista),

Osasco, Araçatuba, São José do Rio Preto, Catanduva, Araraquara, São Paulo e Piracicaba.

3.2.2 Internações

A tabela 12 apresenta o número de internações na rede pública de saúde, atribuíveis à concentração de PM_{2,5}, para municípios com estações, Regiões Metropolitanas, UGRHI e Estado de São Paulo no ano de 2011, segundo causas de internação. Para o Estado de São Paulo como um todo, contabiliza-se um total de 68.499 internações públicas atribuíveis à poluição, o que corresponde a cerca de 32% de todas as internações pelas causas listadas no ano de 2011.

Tabela 12 - Internações públicas por doenças específicas atribuíveis a poluição por município, Regiões metropolitanas, UGRHI e UF SP - 2011

Internações (2011)						
	Local	Câncer	Cardiovascular	Respiratório adulto	Respiratório criança	TOTAL
Municípios	Americana	12	106	84	46	249
	Araçatuba	35	159	122	102	417
	Araraquara	18	71	93	23	206
	Bauru	20	137	181	40	378
	Campinas	19	352	372	144	887
	Catanduva	8	85	91	22	206
	Cubatão	24	139	115	73	352
	Diadema	16	167	199	248	630
	Jacareí	5	68	54	40	168
	Jaú	15	70	106	74	265
	Jundiaí	8	137	227	33	404
	Marília	3	36	51	19	109
	Mauá	18	196	128	80	423
	Osasco	38	502	330	396	1.267
	Paulínia	4	54	47	26	131
	Piracicaba	39	149	125	135	448
	Presidente Prudente	3	39	39	29	110
	Ribeirão Preto	53	283	229	73	639
	Santo André	40	278	331	158	807
	Santos	32	244	195	136	609
	São Bernardo do Campo	60	471	355	239	1.125
	São Caetano do Sul	4	127	174	47	353
	São José do Rio Preto	31	469	552	244	1.296
	São José dos Campos	16	142	133	92	383
	São Paulo	481	5.411	3.992	5.181	15.065
	Sorocaba	29	181	252	316	779
	Taboão da Serra	12	103	77	166	357
	Tatuí	0	11	44	33	87
Regiões Metropolitanas	Aglomerado Urbano de Jundiaí	10	217	340	102	668
	Aglomerado Urbano de Piracicaba	70	512	532	487	1.602
	Micro de Sorocaba	52	524	788	604	1.968
	RM Baixada Santista	236	1.534	1.201	1.225	4.197
	RM Campinas	84	1.223	1.343	640	3.290
	RM São Paulo	822	9.507	7.611	8.796	26.735
	RM Vale do Paraíba e Litoral Norte	46	524	571	359	1.501
UGRHIs	Alto Tietê	829	9.607	7.557	9.132	27.126
	Baixada Santista	236	1.534	1.201	1.225	4.197
	Baixo Tietê	86	724	1.561	630	3.002
	Paraíba do Sul	38	454	531	292	1.315
	Pardo	71	593	873	241	1.777
	Peixe	5	96	169	76	346
	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	168	2.107	2.576	1.303	6.153
	Pontal do Paranapanema	7	110	166	71	354
	Sorocaba/Médio Tietê	53	539	817	591	1.999
	Tietê/Jacaré	92	781	1.214	513	2.599
	Turvo/Grande	76	1.086	1.582	591	3.335
Estado	Estado de São Paulo	2.025	22.344	26.029	18.100	68.499

Considerando a distribuição das causas no Estado de São Paulo, a figura 25 mostra que o maior percentual de internações atribuíveis à poluição corresponde a doenças respiratórias em adultos (38%), seguida das doenças cardiovasculares, com 33%. Para todas as outras regiões consideradas, o percentual de internações atribuíveis à poluição foi maior para as doenças respiratórias, exceto para a Baixada Santista e na RMSP, cujo percentual foi maior para as doenças cardiovasculares (36% para ambos). Esses valores refletem, de modo geral, a representatividade das doenças em cada região considerada.

Figura 25 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Estado de São Paulo (2011)

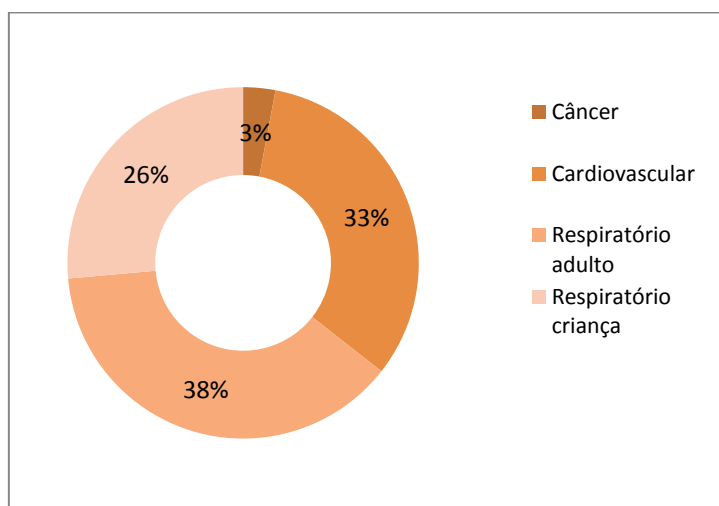


Figura 26 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Aglomerado Urbano de Jundiaí (2011).

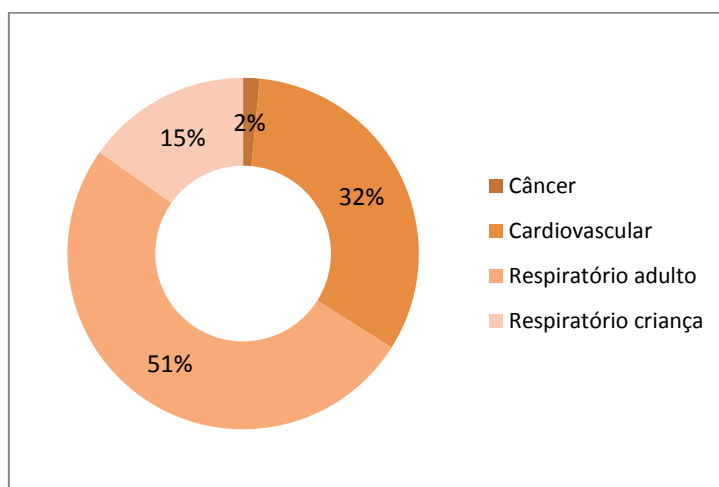


Figura 27 - Internações atribuíveis à poluição por causas no Aglomerado Urbano de Piracicaba (2011).

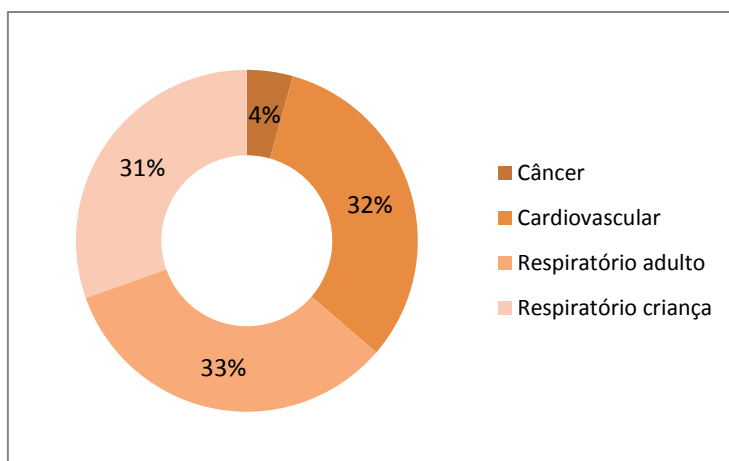


Figura 28 - Internações atribuíveis à poluição por causas na Microrregião de Sorocaba (2011).

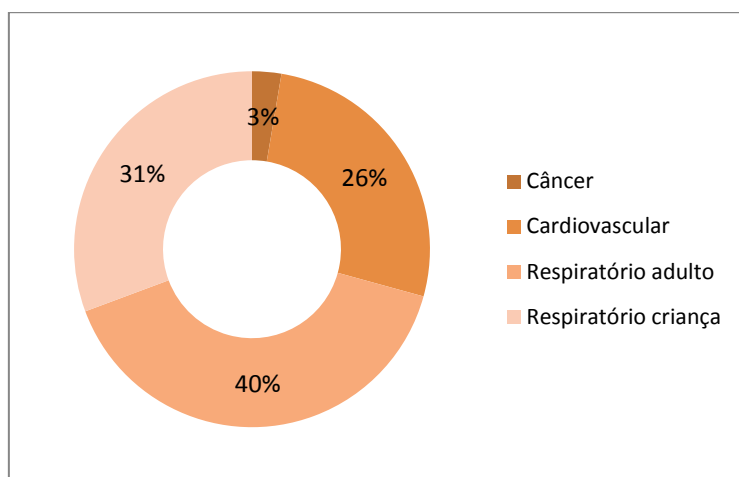


Figura 29 - Internações atribuíveis à poluição por causas na Baixada Santista (2011).

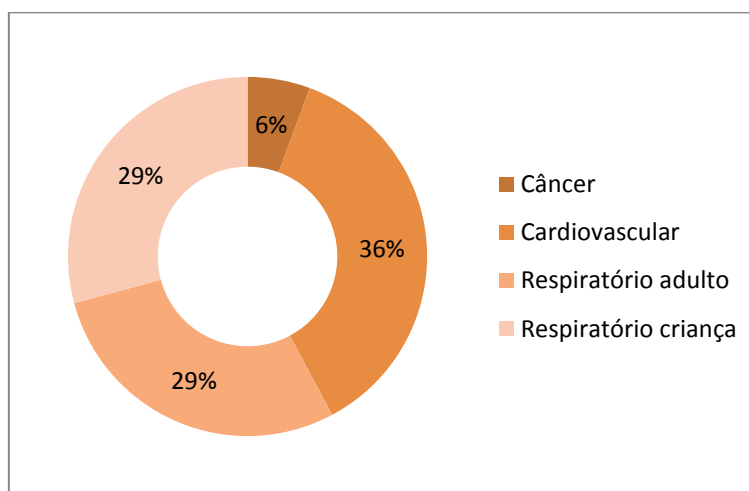


Figura 30 - Internações atribuíveis à poluição por causas na RM de Campinas. (2011).

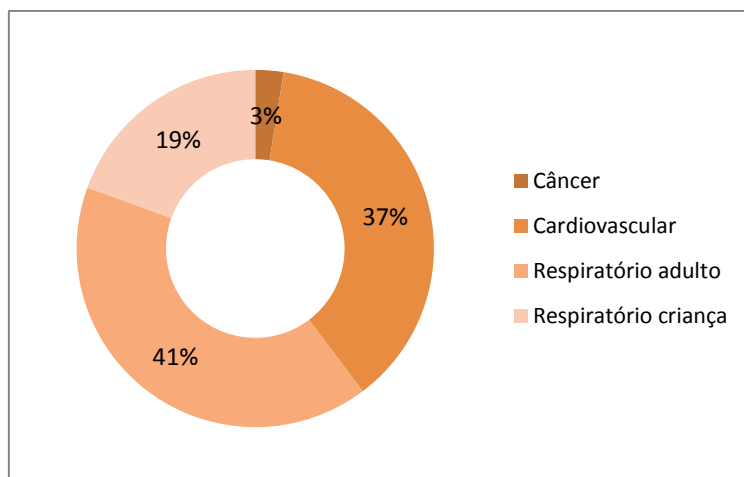


Figura 31 -Internações atribuíveis à poluição por causas na RMSP (2011).

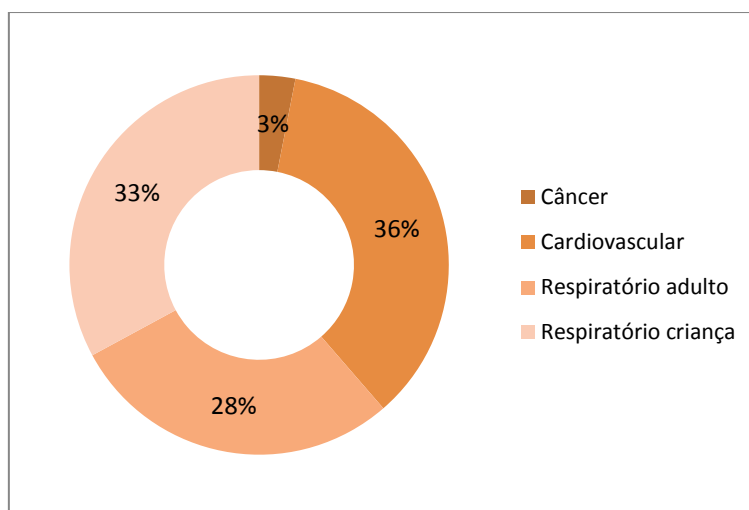
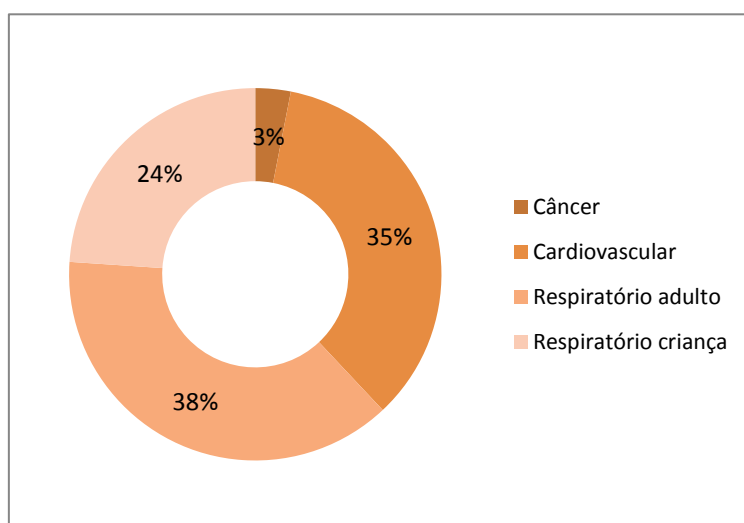


Figura 32 - Internações atribuíveis à poluição na RM do Vale do Paraíba e Litoral Norte (2011).



3.2.3 DALY

Em 2011, o número de anos perdidos por morte precoce e vividos por incapacidade atribuíveis às doenças cardiovasculares, respiratórias e câncer de Pulmão no Estado de São Paulo foi de 159.422 anos, na RMSP 76.497 anos e na capital paulistana 40.811³ anos. Nesses valores são incluídas a mortalidade geral e as internações na rede pública e suplementar.

Tabela 13 - Valores de DALY para o Estado

Estado de São Paulo	DALY TOTAL (anos)
UF SP	159.422
SOMA UGRHI	136.908

Tabela 14 - Valores de DALY para RM

Região Metropolitana	DALY TOTAL (anos)
Aglomerado Urbano de Jundiaí	1.999
Aglomerado Urbano de Piracicaba	4.100
Micro de Sorocaba	4.191
RM Baixada Santista	17.921
RM Campinas	9.749
RM São Paulo	76.497
RM Vale do Paraíba e Litoral Norte	2.896

A taxa de DALY para cada 1.000 habitantes na cidade em 2011 é igual a 3,6. Isso significa uma perda de 1,31 dias de vida em um ano para cada morador da cidade de São Paulo, por morte prematura ou perda de qualidade de vida pelas doenças listadas neste estudo. (2011 – Cidade de SP – 11.316.110 hab.).

³ Não inclui internações da saúde suplementar

Para a RMSP, temos o DALY de 76.497 anos. A taxa de DALY para cada 1.000 habitantes na RMSP de 3,9, o que significa uma perda de 1,42 dias de vida por cada morador da RMSP em 2011. (2011, RMSP - 19.822.559 hab.)

Para o Estado temos o DALY de 159.422 anos. A taxa de DALY para cada 1.000 habitantes no Estado de 3,8, ou uma perda de 1,39 dias de vida por morte prematura ou internação para cada residente no Estado de São Paulo, em decorrência da poluição atmosférica, no ano de 2011 para as doenças consideradas no estudo (2011, Estado SP - 41.587.182 hab.)

Os resultados finais são subestimados por várias razões: número de estações de medição de poluentes limitado para os municípios do Estado; o estudo contempla apenas o MP, um dos poluentes dentre outros importantes que causam dano à saúde e que estão aumentando como o ozônio; do ponto de vista epidemiológico, os parâmetros disponíveis para serem medidos são os mais graves, a morte e a internação, quando a doença alcança o seu estado mais grave, não são medidos os efeitos de adoecimento em suas etapas iniciais.

3.3 RESULTADOS ECONÔMICOS

Inúmeros são os estudos que valoram os efeitos para saúde, no entanto, as metodologias adotadas na maioria dos estudos são diferentes, o que dificulta comparações. (SILVA, 2009; SILVA et al., 2012; MIRAGLIA et al., 2005; VISCUSI, 2011)

3.3.1. Gastos com internações públicas e privadas

Os gastos públicos e privados (saúde suplementar) de internações por doenças cardiovasculares, pulmonares e câncer de pulmão atribuíveis à poluição no Estado de São Paulo, em 2011, foram respectivamente, de R\$ 76 milhões e R\$ 170 milhões, totalizando gastos de R\$ 246 milhões no Estado.

O orçamento anual da Saúde para o Estado de SP em 2011 foi de cerca de 13,9 bilhões (SÃO PAULO, 2011).

O gasto em saúde de internações relacionado à poluição correspondeu a 0,55% do orçamento para aquele ano.

Como parâmetro de comparação, o orçamento para 2011 para a prevenção e o controle de endemias foi de aproximadamente R\$ 57 milhões, 3/4 dos gastos decorrentes da poluição (SÃO PAULO, 2011).

Abaixo, apresenta-se a Tabela 15 com dados de gastos públicos em saúde por município, e a Tabela 16 com dados de gastos públicos e privados em saúde por RM, UGRHIs e Estado de São Paulo.

Tabela 15 - Gastos públicos (Reais) em saúde devido às internações na Rede Pública de Saúde por município.

Valor internação (2011)		
Local		Saúde pública
Municípios	Americana	435.208
	Araçatuba	874.816
	Araraquara	445.645
	Bauru	898.292
	Campinas	1.884.181
	Catanduva	410.081
	Cubatão	611.575
	Diadema	900.485
	Jacareí	213.782
	Jaú	457.599
	Jundiaí	674.185
	Marília	227.752
	Mauá	601.711
	Osasco	2.233.844
	Paulínia	215.685
	Piracicaba	1.226.072
	Presidente Prudente	185.954
	Ribeirão Preto	1.459.153
	Santo André	1.441.391
	Santos	1.027.849
	São Bernardo do Campo	2.106.497
	São Caetano do Sul	765.941
	São José do Rio Preto	2.436.021
	São José dos Campos	660.230
	São Paulo	31.279.534
	Sorocaba	946.210
	Taboão da Serra	538.072
	Tatuí	118.300

Tabela 16 - Gastos públicos (Reais) e privados em saúde devido às internações na Rede Pública e Suplementar de Saúde por RM, UGRHI e Estado de SP.

Local		Valor internação (2011)		
		Saúde pública	Saúde suplementar	Gastos totais com saúde
Regiões Metropolitanas	Aglomerado Urbano de Jundiaí	898.096	1.193.726	2.091.822
	Aglomerado Urbano de Piracicaba	2.458.052	3.266.706	5.724.758
	Micro de Sorocaba	2.322.031	2.907.864	5.229.896
	RM Baixada Santista	6.398.099	9.995.079	16.393.177
	RM Campinas	5.238.870	7.005.640	12.244.510
	RM São Paulo	41.270.422	46.998.971	88.269.393
	RM Vale do Paraíba e Litoral Norte	1.821.110	2.281.449	4.102.559
UGRHIs	Alto Tietê	42.618.188	47.072.572	89.690.760
	Baixada Santista	6.398.099	9.995.079	16.393.177
	Baixo Tietê	2.370.697	3.236.022	5.606.719
	Paraíba do Sul	1.561.527	2.033.364	3.594.891
	Pardo	2.149.676	2.256.887	4.406.563
	Peixe	277.838	423.486	701.325
	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	9.053.417	12.250.827	21.304.244
	Pontal do Paranapanema	329.540	365.053	694.593
	Sorocaba/Médio Tietê	2.540.169	2.860.637	5.400.805
	Tietê/Jacaré	3.074.043	3.488.077	6.562.120
	Turvo/Grande	3.456.904	3.544.733	7.001.637
Estado	Estado de São Paulo	75.929.666	170.343.770	246.273.436

3.3.2 Valoração econômica em saúde

DALY x VVE

Baseado na metodologia “*willingness to pay*”, explicada na metodologia, o VVE representa o quanto a sociedade está disposta a pagar para não ter o risco de morte precoce ou anos vividos com incapacidade atribuíveis à poluição.

O valor do VVE utilizado corresponde ao valor de US\$ 7,4 milhões (em US\$ de 2006), como recomendado pela *Environmental Protection Agency* (EPA), ou seja, um VVE baseado em padrões americanos.

Para a cidade de SP significa que a sociedade estaria disposta a pagar US\$ 302 bilhões para não correr o risco. Provável que o VVE no Brasil pudesse ser um valor inferior devido a uma série de fatores, um país em desenvolvimento, com muitas diferenças sociais, salários inferiores, etc.. Uma questão ética se impõe, no sentido de se valorar de formas diferentes a vida. No entanto se considerássemos hipoteticamente o valor do VVE brasileiro representando metade do americano, teríamos US\$ 151 bilhões.

Tabela 17 – Valor monetário dos anos de vida perdidos por morte prematura ou doenças (DALY), atribuíveis ao PM 2,5, por município - 2011

2011			
Local		DALY	DALY valorado
Municípios	Americana	694	5.133.008.895
	Araçatuba	614	4.541.795.730
	Araraquara	910	6.732.100.913
	Bauru	981	7.259.132.270
	Campinas	3.538	26.178.021.669
	Catanduva	448	3.312.273.128
	Cubatão	836	6.186.658.367
	Diadema	1.325	9.807.266.173
	Jacareí	265	1.962.213.276
	Jaú	325	2.408.124.469
	Jundiaí	904	6.689.340.757
	Marília	253	1.870.653.232
	Mauá	1.114	8.240.476.798
	Osasco	3.770	27.901.400.435
	Paulínia	258	1.908.618.035

	Piracicaba	952	7.047.238.503
	Presidente Prudente	149	1.099.257.631
	Ribeirão Preto	1.517	11.222.290.597
	Santo André	2.954	21.860.773.357
	Santos	2.741	20.283.362.177
	São Bernardo do Campo	3.241	23.984.010.641
	São Caetano do Sul	976	7.222.506.585
	São José do Rio Preto	1.824	13.498.316.723
	São José dos Campos	599	4.431.331.424
	São Paulo	40.811	302.003.821.916
	Sorocaba	1.462	10.820.008.983
	Taboão da Serra	764	5.652.177.534
	Tatuí	191	1.410.221.181
Regiões Metropolitanas	Aglomerado Urbano de Jundiaí	1.999	14.794.553.841
	Aglomerado Urbano de Piracicaba	4.100	30.339.525.462
	Micro de Sorocaba	4.191	31.009.829.065
	RM Baixada Santista	17.921	132.618.087.236
	RM Campinas	9.749	72.141.127.234
	RM São Paulo	76.497	566.081.158.497
	RM Vale do Paraíba e Litoral Norte	2.896	21.428.754.919
UGRHs	Alto Tietê	77.005	569.838.561.918
	Baixada Santista	17.921	132.618.087.236
	Baixo Tietê	3.829	28.335.466.436
	Paraíba do Sul	2.614	19.346.018.885
	Pardo	3.041	22.503.368.109
	Peixe	510	3.775.738.133
	Piracicaba/Capivari/Jundiaí	17.449	129.125.631.184
	Pontal do Paranapanema	442	3.269.382.395
	Sorocaba/Médio Tietê	4.154	30.737.048.296
	Tietê/Jacaré	5.158	38.170.561.404
	Turvo/Grande	4.784	35.399.658.248
Estado	Estado de São Paulo	159.422	1.179.724.227.275

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até aqui o relatório apresentou dados numéricos e informações objetivas. Neste momento, nos permitimos a fazer considerações opinativas, interpretativas, a respeito das informações, e que não devem, em absoluto, ser encaradas como verdade absoluta.

São Paulo fez uma lição de casa de controle de poluição do ar para que a cidade tivesse melhores condições do que há 30 anos. Este mecanismo de limpeza do ar permitiu que a evolução dos níveis de poluição atmosférica estacionasse, porém ainda em um patamar significativo como fator de agravo em saúde pública. Afinal, no Estado morrem 17.000 pessoas precocemente e ocorrem 68.500 internações relacionadas à poluição.

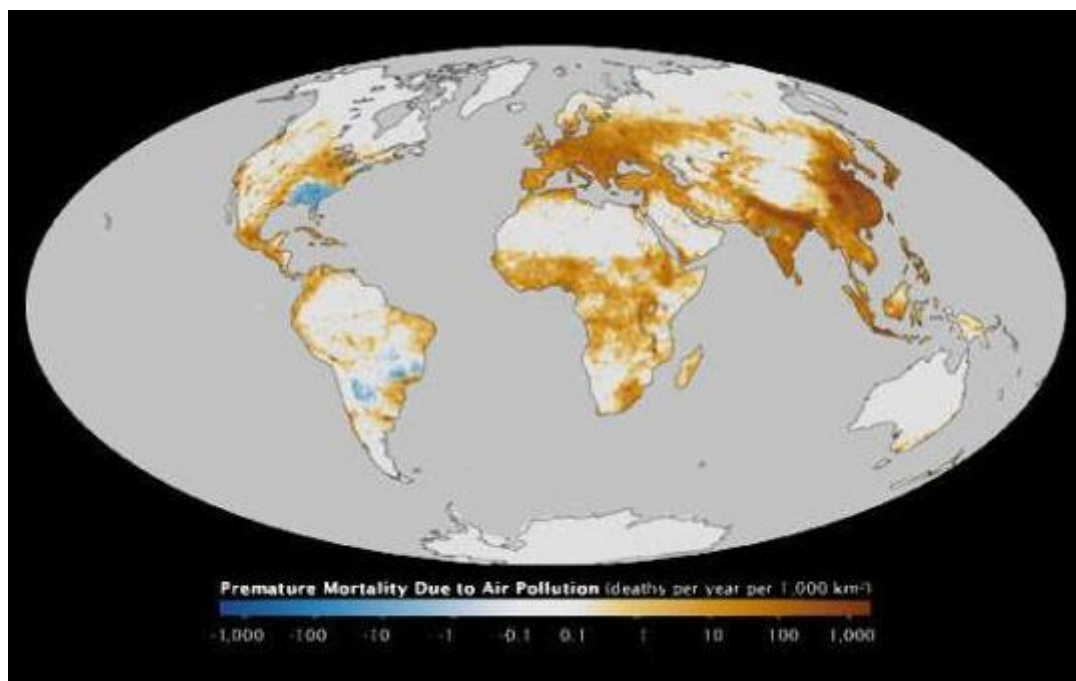
Por outro lado, as medidas de proposição de controle das emissões não avançam com a energia necessária para a resolução, ou mitigação significativa, em um horizonte visível.

Este descompasso indica que estamos perdendo uma oportunidade de fazer o certo e o justo. As mortes e doenças atribuíveis à poluição são efetivamente evitáveis e as medidas para isso são conhecidas. Esperamos que este documento auxilie a propor medidas que possam melhorar a qualidade de vida no Estado.

No dia do fechamento deste trabalho, nos deparamos com a publicação da pesquisa da NASA sobre o número de mortes ligadas a má qualidade do ar em torno do mundo, “as áreas de cor marrom mais escuro possuem a maior quantidade de óbitos associados, principalmente, às malfadadas micropartículas poluentes PM_{2,5}. Medindo apenas 0,0025mm, elas resultam da combustão incompleta de combustíveis fósseis utilizados pelos veículos automotores ou em termelétricas, e formam, por exemplo, a fuligem preta em paredes de túneis.” (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2013)

Isto nos estimula, pois há tantas outras organizações e tão importantes envolvidas no combate à poluição atmosférica.

Figura 33 - Número de mortes ligadas à má qualidade do ar em todo o mundo



Fonte: Planeta Sustentável. Mapa publicado pela NASA mostra número de mortes ligadas à má qualidade do ar. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/mapa-publicado-pela-nasa-mostra-numero-mortes-ligadas-ma-qualidade-ar-754651.shtml>> Acessado em: 20.09.13

REFERÊNCIAS

ANDERSON, H. R. et al. **Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃)**. Copenhagen: WHO, 2004.

ANDRÉ, P. A. **Redução estimada da emissão de poluentes pelo programa de inspeção veicular em veículos diesel e seu impacto em saúde**. LPAE - Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da USP, 2012. Disponível em: < <http://vimeo.com/44475710>>. Acesso em: 18 set. 2013.

BELL, M. L. et al. The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. **Environmental Research**, v. 100, n. 2006, p. 431 - 440, 2005.

BRAGA, A. L. et al. Health Effects of Air Pollution Exposure on Children and Adolescents in São Paulo, Brazil. **Pediatric Pulmonology**, v. 31, p. 106 - 133, 2001.

CANÇADO, E. D. et al. The Impact of Sugar Cane - Burning Emissions on the Respiratory System of Children and the Elderly. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 5, p. 725, 2006.

CAREY, I. M. et al. Mortality Associations with Long-Term Exposure to Outdoor Air Pollution in a National English Cohort. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 187, p. 1226 - 1233, 2013.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, 2007.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2007**. São Paulo: CETESB, 2008.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2008**. São Paulo: CETESB, 2009.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2009**. São Paulo: CETESB, 2010.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2010**. São Paulo: CETESB, 2011.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2011**. São Paulo: CETESB, 2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2012**. São Paulo: CETESB, 2013.

COHEN et al. Urban Air Pollution. In: **World Health Organization**: Comparative Quantification of Health Risks, Chapter 17, p. 82, 2002.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990.** 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 10 set. 2012.

CONCEIÇÃO, G. M. S. et al. Air Pollution and Child Mortality: A Time-Series Study in São Paulo, Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, p. 347 - 350, 2001.

CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Grupo de trabalho institucional - Revisão dos padrões de qualidade do ar e aprimoramento da gestão integrada da qualidade do ar no Estado de São Paulo.** 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/gt_ar/RelatorioFinal-GT-NOV2010/Relat%C3%B3rio%20GT%20Final.pdf>. Acesso em: 15. Set. 2013.

COOPER, M. J. et al. A satellite-based multi-pollutant index of Global Air Quality. **Environ. Sci. Technol.**, v. 46, n. 16, p. 8523 - 8524, 2012.

DOCKERY, D. W. et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. **New England Journal of Medicine**, v. 329, p. 1753 - 1759, 1993.

DOCKERY, D. W. et al. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. **The New England Journal of Medicine**, v. 329, n. 24, p. 1753 - 1759, 1993.

DOMINICI, F. et al. On generalized additive models in time series studies of air pollution and health. **Am J Epidemiol**, v. 156, p. 193 - 203, 2002.

EPA - U.S. Environmental Protection Agency. **Value of statistical life.** 2013. Disponível em: <<http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/pages/MortalityRiskValuation.html#whatvalue>>. Acesso em: 17 set. 2013.

FAJERSZTAJN, L. et al. Air pollution: a potentially risk factor for lung cancer. **Nature Reviews Cancer**, v. 13, p. 674 - 678, 2012.

FARHAT, S. C. L. et al. Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admissions. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 2, p. 227 - 235, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 12 set. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Séries estatísticas: Estados**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>>. Acesso em: 11 set. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, n. 26, p. 252, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php>>. Acesso em: 30 ago. 2013.

KATSOUYANNI, K et al. Confounding and effect modification in short-term effects of ambient particules on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 Project. **Epidemiology**, v.12, P. 521 - 531 , 2001.

KREWSKI, D. et al. **Reanalysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society Study of Particulate Air Pollution and Mortality**. Boston: Health Effects Institute, 2000.

LADEN, F. et al. Reduction in Fine Particulate Air Pollution and Mortality. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 173, p. 667 - 672, 2006.

LEPEULE, J. et al. Chronic Exposure to Fine Particles and Mortality: An Extended Follow-up of the Harvard Six Cities Study from 1974 to 2009. **Environmental Health Perspectives**, V. 120, n. 7, p. 965 - 970, 2012.

LIN, C. A. et al. Air pollution and neonatal deaths in São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 5, p. 765 - 770, 2004.

MATHERS, C. D. et al. **National Burden of Disease Studies: A Practical Guide, Edition 2.0**. Global Program Evidence for Health Policy. Geneva: Wolrd Health Organization, 2001.

MIRAGLIA, S.G.E.K. e SILVA, C.B.P. **Quanto custa viver nas metrópoles?** Cap.9. In: SALDIVA, P.H.N. et al. Meio Ambiente e Saúde : o Desafio das Metrópoles, Instituto Saúde e Sustentabilidade, Editora Ex Libris, 2010.

MIRAGLIA, S.G.E.K. et al. An Evaluation of Air Pollution Health Impacts and Costs in São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, vol. 35, n.5, p.667-676, 2005.

MIRAGLIA, S.G.E.K. et al. **Valoração Ambiental da Qualidade do Ar no Município de São Paulo: Resultados preliminares**, 2010 citado Miraglia, S. et al. Quanto custa viver nas metrópoles In Saldiva, P et al., pág 170, Meio Ambiente e Saúde: o Desafio das Metrópoles. Ex-Libris Editora, 2010.

MURRAY, C. J. et al. Disability Adjusted Life Years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **Lancet**, v. 380, p. 2197 - 2223, 2012.

MURRAY, C. J. L; LOPEZ, A. D. The global burden of disease: A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Harvard School of Public Health. Cambridge, Massachusetts, 1996.

MURRAY, C. J.; LOPEZ, A. D. **The Global Burden of Disease:** a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020. Boston: Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank, 1996.

NASCIMENTO, L. F. C. et al. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n. 1, p. 77 - 82, 2006.

NAWROT, T. S. et al. Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment. **The Lancet**, v. 377, p. 732 - 740, 2011.

NIELSEN, O. R. et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). **The Lancet Oncology**, v. 14, n. 9, p. 813 - 822, jul. 2013.

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. **OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. OECD: 2011.

OSTRO, B. Health Impact Assessment. In: **Air Quality Guidelines: Global Update 2005**. World Health Organization, p. 153-172, 2006.

OSTRO, B. **Outdoor air pollution: assessing the environmental burden of disease at national and local levels**. Geneva: WHO, 2004 (WHO Environmental Burden of Diseases Series, n. 5).

PEREIRA, L. A. et al. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. **Environ Health Perspect**, v. 106, p. 325 - 329, 1998.

PETERS, A. Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 207, n. 2005, p. 477 - 482, 2005.

POPE, C. A. et al. Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution: Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease. **Circulation**, v. 109, p. 71 - 77, 2004.

POPE, C. A. et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. **Journal of the American Medical Association**, v. 287, p. 1132 - 1141, 2002.

POPE, C. A. et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 151, p. 669-674, 1995.

POPE, C. A. et al. Particulate Air Pollution as a Predictor of Mortality in a Prospective Study of U.S. Adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 151, p. 669 - 674, 1994.

POPE, C. A.; DOCKERY, D. W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. **Air & Waste Management Association**, v. 56, p. 709 - 742, 2006.

RAMSAY, T. O. et al. The effect of concurvity on generalized additive models linking mortality to ambient particulate matter. **Epidemiology**, v. 14, p. 18 - 23, 2003.

SALDIVA, P. H. N. et al. O etanol e a saúde. In.: SOUSA, E. L.; MACEDO, I.C. (Coords.), **Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Editora, 2010, p. 98 - 135.

SALDIVA, P. H. N. O homem e o meio ambiente urbano. In: VORMITTAG, E. M. P. A. A.; SALDIVA, P. H. N. (Coords.), **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: Ex Libris, 2010, p. 18 - 21.

SALDIVA, P. H. N.; ANDRÉ, P. A. **Avaliação dos aspectos ambientais, de saúde e sócio-econômicos envolvidos com a implementação do PROCONVE em seis Regiões Metropolitanas**. São Paulo: LPAE - Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental, 2009.

SALOMON, J. A. Common values in assessing health outcomes from disease and injury: disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010. **Lancet**, v. 380, p. 2129 - 2143, 2012.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013**. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. São Paulo, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Orçamento do Estado - 2011**. Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/planejamento_orcamento/orcamontos/2011/lei_orcam_2011.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Divisões regionais das Secretarias de Estado da Educação, da Saúde e de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras**. São Paulo: SEADE, 2002. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/index.php?option=com_itpgooglesearch&view=search>. Acesso em: 17. Set. 2013.

SEMPA - Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Aplicação dos Recursos na Saúde - Exercício 2011**. 2011. Disponível em: <http://sempa.prefeitura.sp.gov.br/orcamento/orcamento_2011/2011_final_detalhado_saude.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

SILVA, C. B. P. et al. Evaluation of the air quality benefits of the subway system in São Paulo, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 101, p. 191 - 196, mar. 2012.

SILVA, C. B. P. **Valoração dos Benefícios do Metrô para a Saúde Pública Associados à Poluição do Ar na cidade de São Paulo**. 2009. 159 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente) - Centro Universitário Senac, São Paulo.

ULIRSCH, G.V. et al. Effect of particulate matter air pollution on hospital admissions and medical visits for lung and heart disease in two southeast Idaho cities. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 17, p. 478 - 487, 2007.

VAHLSING, C.; SMITH. K. R. Global review of national ambient air quality standards for MP₁₀ and SO₂ (24h). **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 5, n. 4, p. 393 - 399, 2012.

VISCUSI, W. K. **Policy Challenges of the Heterogeneity of the Value of Statistical Life**. Published Articles & Papers, Paper 95, 2011.

VISCUSI, W. K.; ALDY, J. E. **The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World**. Harvard Law School John M. Olin Center for Law, Economics and Business Discussion Paper Series, Paper 392, 2002.

WHO - World Health Organization. **Air Quality Guidelines - Global Update 2005**. Copenhagen: WHO, 2006

ANEXO

Região Metropolitana de São Paulo (39 municípios)

São Paulo; Arujá; Barueri; Biritiba-Mirim; Caieiras; Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Diadema; Embu; Embu-Guaçu; Ferraz de Vasconcelos; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guararema; Guarulhos; Itapeverica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Juquitiba; Mairiporã; Mauá; Mogi das Cruzes; Osasco; Pirapora do Bom Jesus; Poá; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santa Isabel; Santana de Parnaíba; Santo André; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; Suzano; Taboão da Serra; Vargem Grande Paulista; São Lourenço da Serra.

Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (39 municípios)

(LEI COMPLEMENTAR Nº 1.166, DE 9 DE JANEIRO DE 2012)

Aparecida; Arapeí; Areias; Bananal; Caçapava; Cachoeira Paulista; Campos do Jordão; Canas; Caraguatatuba; Cruzeiro; Cunha; Guaratinguetá; Igaratá; Ilhabela; Jacareí; Jambeiro; Lagoinha; Lavrinhas; Lorena; Monteiro Lobato; Natividade da Serra; Paraibuna; Pindamonhangaba; Piquete; Potim; Queluz; Redenção da Serra; Roseira; Santa Branca; Santo Antonio do Pinhal; São Bento do Sapucaí; São José do Barreiro; São José dos Campos; São Luiz do Paraitinga; São Sebastião; Silveiras; Taubaté; Tremembé; Ubatuba.

RM Campinas (19 municípios)

Americana; Artur Nogueira; Campinas; Cosmópolis; Engenheiro Coelho; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Itatiba; Jaguariúna; Monte Mor; Nova Odessa; Paulínia; Pedreira; Santa Bárbara d'Oeste; Santo Antônio de Posse; Sumaré; Valinhos; Vinhedo

RM Baixada Santista (9 municípios)

Bertioga; Cubatão; Guarujá; Itanhaém; Mongaguá; Peruíbe; Praia Grande; Santos; São Vicente.

Aglomerado Urbano de Jundiaí (7 municípios)

(Lei Complementar Estadual Nº 1.146, de 24 de agosto de 2011)

Cabreúva; Campo Limpo Paulista; Itupeva; Jarinu; Jundiaí; Louveira; Várzea Paulista.

Microregião de Sorocaba (19 municípios)

Alumínio; Araçariguama; Araçoiaba da Serra; Boituva; Capela do Alto; Ibiúna; Iperó; Itu; Mairinque; Piedade; Pilar do Sul; Porto Feliz; Salto; Salto de Pirapora; Sarapuí; São Roque; Sorocaba; Tapiraí; Voto.

Aglomeramento Urbano de Piracicaba (22 municípios)

Águas de São Pedro; Analândia; Araras; Capivari; Charqueada; Conchal; Cordeirópolis; Corumbataí; Elias Fausto; Ipeúna; Iracemápolis; Leme; Limeira; Mombuca; Piracicaba; Rafard; Rio Claro; Rio das Pedras; Saltinho; Santa Gertrudes; Santa Maria da Serra; São Pedro.

Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI's

UGRHI 01 – Mantiqueira (3 municípios)

Campos do Jordão, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí.

UGRHI 02 – Paraíba do Sul (34 municípios)

Aparecida, Arapeí, Areias, Bananal, Caçapava, Cachoeira Paulista, Canas, Cruzeiro, Cunha, Guararema, Guaratinguetá, Igaratá, Jacareí, Jambeiro, Lagoinha, Lavrinhas, Lorena, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Pindamonhangaba, Piquete, Potim, Queluz, Redenção da Serra, Roseira, Santa Branca, Santa Isabel, São José do Barreiro, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Silveiras, Taubaté e Tremembé.

UGRHI 03 – Litoral Norte (4 municípios)

Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba.

UGRHI 04 – Pardo (23 municípios)

Altinópolis, Brodowski, Caconde, Cajuru, Casa Branca, Cássia dos Coqueiros, Cravinhos, Divinolândia, Itobi, Jardinópolis, Mococa, Ribeirão Preto, Sales de Oliveira, Santa Cruz da Esperança, Santa Rosa do Viterbo, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Gramma, São Simão, Serra Azul, Serrana, Tambaú, Tapiratiba e Vargem Grande do Sul.

UGRHI 05 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí (57 municípios)

Águas de São Pedro, Americana, Amparo, Analândia, Artur Nogueira, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Campinas, Campo Limpo Paulista, Capivari, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Cosmópolis, Elias Fausto, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Ipeúna, Iracemápolis, Itatiba, Itupeva, Jaguariúna, Jarinu, Joanópolis, Jundiaí, Limeira, Louveira, Mombuca, Monte Alegre do Sul, Monte Mor, Morungaba, Nazaré Paulista, Nova Odessa, Paulínia, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Piracaia, Piracicaba, Rafard, Rio Claro, Rio das Pedras, Salto, Saltinho, Santa Bárbara D'Oeste, Santa Gertrudes, Santa Maria da Serra, Santo Antônio de Posse, São Pedro, Sumaré, Tuiuti, Valinhos, Vargem, Várzea Paulista e Vinhedo.

UGRHI 06 – Alto Tietê (34 municípios)

Arujá, Barueri, Biritiba Mirim, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu, Embu-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guarulhos,

Itapeverica da Serra, Itapevi, Itaquapecetuba, Jandira, Mairiporã, Mauá, Mogi das Cruzes, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Poá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Salesópolis, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Paulo, Suzano e Taboão da Serra.

UGRHI 07 – Baixada Santista (9 municípios)

Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

UGRHI 08 – Sapucaí/Grande (22 municípios)

Aramina, Batatais, Buritizal, Cristais Paulista, Franca, Guaíra, Guará, Igarapava, Ipuã, Itirapuã, Ituverava, Jequitanga, Miguelópolis, Nuporanga, Patrocínio Paulista, Pedregulho, Restinga, Ribeirão Corrente, Rifaina, Santo Antônio da Alegria, São Joaquim da Barra e São José da Bela Vista.

UGRHI 09 – Mogi-Guaçu (38 municípios)

Águaí, Águas da Prata, Águas de Lindóia, Américo Brasiliense, Araras, Barrinha, Conchal, Descalvado, Dumont, Engenheiro Coelho, Espírito Santo do Pinhal, Estiva Gerbi, Guariba, Guataporã, Itapira, Jaboticabal, Leme, Lindóia, Luís Antônio, Mogi Guaçu, Mogi Mirim, Motuca, Pirassununga, Pitangueiras, Pontal, Porto Ferreira, Pradópolis, Rincão, Santa Cruz da Conceição, Santa Cruz das Palmeiras, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro, Santo Antônio do Jardim, São João da Boa Vista, Serra Negra, Sertãozinho, Socorro e Taquaral.

UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê (33 municípios)

Alambari, Alumínio, Anhembi, Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Bofete, Boituva, Botucatu, Cabreúva, Capela do Alto, Cerquilha, Cesário Lange, Conchas, Ibiúna, Iperó, Itu, Jumiirim, Laranjal Paulista, Mairinque, Pereiras, Piedade, Porangaba, Porto Feliz, Quadra, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Tietê, Torre de Pedra, Vargem Grande Paulista e Votorantim.

UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul (23 municípios)

Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaoca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juititaba, Miracatu, Pariqueira-Açú, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras e Tapiraí.

UGRHI 12 – Baixo Pardo/Grande (12 municípios)

Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlândia, Terra Roxa e Viradouro.

UGRHI 13 – Tietê/Jacaré (34 municípios)

Agudos, Araraquara, Arealva, Areiópolis, Bariri, Barra Bonita, Bauru, Boa Esperança do Sul, Bocaina, Boracéia, Borebi, Brotas, Dois Córregos, Dourado, Gavião Peixoto, Jacanga, Ibaté, Ibitinga, Igaraçu do Tietê, Itaju, Itapuí, Itirapina, Jaú, Lençóis Paulista, Macatuba, Mineiros do Tietê, Nova Europa, Pederneiras, Ribeirão Bonito, São Carlos, São Manuel, Tabatinga, Torrinha e Trabiju.

UGRHI 14 – Alto Paranapanema (34 municípios)

Angatuba, Arandu, Barão de Antonina, Bernardino de Campos, Bom Sucesso do Itararé, Buri, Campina do Monte Alegre, Capão Bonito, Coronel Macedo, Fartura, Guapiara, Guareí, Ipaussu, Itaberá, Itaí, Itapetininga, Itapeva, Itaporanga, Itararé, Manduri, Nova Campina, Paranapanema, Pilar do Sul, Piraju, Ribeirão Branco, Ribeirão Grande, Riversul, São Miguel Arcanjo, Sarutaiá, Taguaí, Taquarituba, Taquarivaí, Tejupá e Timburi.

UGRHI 15 – Turvo/Grande (64 municípios)

Álvares Florence, Américo de Campos, Ariranha, Aspásia, Bálsamo, Cajobi, Cândido Rodrigues, Cardoso, Catanduva, Catiguá, Cedral, Cosmorama, Dolcinópolis, Embaúba, Estrela D'Oeste, Fernando Prestes, Fernandópolis, Guapiaçú, Guarani D'Oeste, Indaporã, Ipiquá, Macedônia, Meridiano, esópolis, Mira Estrela, Mirassol, Mirassolândia, Monte Alto, Monte Azul Paulista, Nova Granada, Novais, Olímpia, Onda Verde, Orindiúva, Ouroeste, Palestina, Palmares Paulista, Paraíso, Paranapuã, Parisi, Paulo de Faria, Pedranópolis, Pindorama, Pirangi, Pontes Gestal, Populina, Riolândia, Santa Adélia, Santa Albertina, Santa Clara D'Oeste, Santa Rita d'Oeste, São José do Rio Preto, Severínia, Tabapuã, Taiaçu, Taiúva, Tanabi, Turmalina, Uchoa, Urânia, Valentim Gentil, Vista Alegre do Alto, Vitória Brasil e Votuporanga.

UGRHI 16 – Tietê/Batalha (33 municípios)

Adolfo, Avaí, Bady Bassit, Balbinos, Borborema, Cafelândia, Dobrada, Elisiário, Guaiçara, Guarantã, Ibirá, Irapuã, Itajobi, Itápolis, Jaci, Lins, Marapoama, Matão, Mendonça, Nova Aliança, Novo Horizonte, Pirajuí, Piratininga, Pongaí, Potirendaba, Presidente Alves, Reginópolis, Sabino, Sales, Santa Ernestina, Taquaritinga, Uru e Urupês.

UGRHI 17 – Médio Paranapanema (42 municípios)

Águas de Santa Bárbara, Alvinlândia, Assis, Avaré, Cabrália Paulista, Campos Novos Paulista, Cândido Mota, Canitar, Cerqueira César, Chavantes, Cruzália, Duartina, Echaporã, Espírito Santo do Turvo, Fernão, Florínea, Gália, Iaras, Ibirarema, Itatinga, João Ramalho, Lucianópolis, Lupércio, Maracaí, Ocaçu, Óleo, Ourinhos, Palmital, Paraguaçu Paulista, Pardinho, Paulistânia, Pedrinhas Paulista, Platina, Pratânia, Quatá,

Rancharia, Ribeirão do Sul, Salto Grande, Santa Cruz do Rio Pardo, São Pedro do Turvo, Tarumã e Ubirajara.

UGRHI 18 – São José dos Dourados (25 municípios)

Aparecida D'Oeste, Auriflama, Dirce Reis, Floreal, General Salgado, Guzolândia, Ilha Solteira, Jales, Marinópolis, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Nova Canaã Paulista, Palmeira d'Oeste, Pontalinda, Rubinéia, Santa Fé do Sul, Santa Salete, Santana da Ponte Pensa, São Francisco, São João das Duas Pontes, São João de Iracema, Sebastianópolis do Sul, Suzanópolis e Três Fronteiras.

UGRHI 19 – Baixo Tietê (42 municípios)

Alto Alegre, Andradina, Araçatuba, Avandava, Barbosa, Bento de Abreu, Bilac, Birigui, Braúna, Brejo Alegre, Buritama, Castilho, Coroados, Gastão Vidigal, Glicério, Guaraçaí, Guararapes, Itapura, José Bonifácio, Lavínia, Lurdes, Macaubal, Magda, Mirandópolis, Monções, Murutinga do Sul, Nipoã, Nova Castilho, Nova Luzitânia, Penápolis, Pereira Barreto, Planalto, Poloni, Promissão, Rubiácea, Santo Antônio do Aracanguá, Sud Mennucci, Turiuba, Ubarana, União Paulista, Valparaíso e Zacarias.

UGRHI 20 – Aguapeí (32 municípios)

Álvaro de Carvalho, Arco-Íris, Clementina, Dracena, Gabriel Monteiro, Garça, Getulina, Guaimbé, Herculândia, Iacri, Julio Mesquita, Lucélia, Luiziânia, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Nova Independência, Pacaembu, Panorama, Parapuã, Paulicéia, Piacatu, Pompéia, Queiroz, Quintana, Rinópolis, Salmourão, Santa Mercedes, Santópolis do Aguapeí, São João do Pau D'Alho, Tupã, Tupi Paulista e Vera Cruz.

UGRHI 21 – Peixe (26 municípios)

Adamantina, Alfredo Marcondes, Álvares Machado, Bastos, Borá, Caiabu, Emilianópolis, Flora Rica, Flórida Paulista, Indiana, Inúbia Paulista, Irapuru, Junqueirópolis, Lutécia, Mariápolis, Marília, Martinópolis, Oriente, Oscar Bressane, Osvaldo Cruz, Ouro Verde, Piquerobi, Pracinha, Ribeirão dos Índios, Sagres e Santo Expedito.

UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema (21 municípios)

Anhumas, Caiuá, Estrela do Norte, Euclides da Cunha Paulista, Iepê, Marabá Paulista, Mirante do Paranapanema, Nantes, Narandiba, Pirapozinho, Presidente Bernardes, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Regente Feijó, Rosana, Sandovalina, Santo Anastácio, Taciba, Tarabá e Teodoro Sampaio.



O Instituto Saúde e Sustentabilidade, fundado em dezembro de 2008, é uma OSCIP – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público. Seu principal objetivo é contribuir para o viver saudável em grandes cidades, a partir da preservação e promoção da saúde humana.

MISSÃO Propiciar a melhoria da saúde humana e o viver nas grandes cidades por meio da transformação do conhecimento científico em informação clara e acessível, do incentivo à mobilização social e da construção de políticas públicas.

Av. Brigadeiro Faria Lima, nº. 1826 - cj. 806
Jardim Paulistano - São Paulo SP | 01451-001

Tel: 11 3759-0472 | 3213-6962
contato@saudeesustentabilidade.org.br
www.saudeesustentabilidade.org.br

REALIZAÇÃO



APOIO DE IMPRESSÃO

