



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



1290004925

TCC/UNICAMP
R944a
FOP

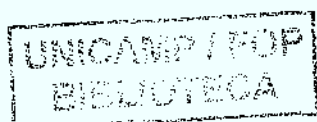
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Waruna Stefaneli Ruy
waruna@fop.unicamp.br

Orientador: Pablo Augustin Vargas
pavargas@fop.unicamp.br

Ano de Conclusão do Curso: 2009



Waruna Stefaneli Ruy

Avaliação da concentração de material particulado presente no ar da cidade de Piracicaba-SP no período de Novembro de 2007 a Setembro de 2008

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção do Diploma de Cirurgião- Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Agustin Vargas
Co-Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Delfini Cançado

Piracicaba – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

TCC / UNICAMP

R944a

Vol. _____ Ex. _____

Tombo 4925

C D

Proc. 10P-134/10

Preço R\$ 11,00

Data 12/08/10

Registro 788104

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª / 6159

R944a

Ruy, Waruna Stefaneli.

Avaliação da concentração de material particulado presente no ar da cidade de Piracicaba-SP no período de novembro de 2007 a setembro de 2008. / Waruna Stefaneli Ruy. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

39f. : il.

Orientadores: Pablo Agustin Vargas, José Eduardo Delfini Cançado.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Ar - Poluição. 2. Carbono. I. Vargas, Pablo Agustin. II. Cançado, José Eduardo Delfini. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

(mg/fop)

Dedico esse trabalho aos meus queridos pais, que são as pessoas mais importantes da minha vida.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Pablo Augustin Vargas por ter me orientado, ensinado muito e ajudado a realizar esse trabalho.

Ao Dr. Eduardo Cançado pela sua colaboração e atenção dedicada ao trabalho.

Sumário

Lista de Tabelas

Lista de Gráficos

Resumo

1. Introdução e Revisão de Literatura	01
2. Objetivos	04
3. Material e Métodos	05
4. Resultados	11
5. Discussão	16
6. Conclusões	18

Referências

Anexo: Concentração MP2,5 e BC diário

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arranjo esquemático do Coletor de Material Particulado	06
Figura 2. Gabinete metálico com componentes montados e impactador no tripé	09
Figura 3. Concentração de PM _{2,5} (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	13
Figura 4. Box-plots do PM _{2,5} (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	13
Figura 5. Concentração de Black Carbon (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	14
Figura 6. Box-plots de Black Carbon (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatísticas descritivas para PM _{2,5} (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	12
Tabela 2. Estatísticas descritivas para Black Carbon (µg/m ³) na cidade de Piracicaba	12
Tabela 3. Cálculo da concentração diária média anual de PM _{2,5} e Black Carbon	15

Resumo

Os objetivos do presente trabalho foram mensurar a concentração média diária de material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de 2,5 μm (MP2,5) e de carbono livre ou elementar (Black Carbon) no período de Novembro de 2007 a Setembro de 2008. Para realizar a mensuração do Black Carbon fizemos análise de refletância e para MP2,5 utilizamos processo gravimétrico. Utilizamos 242 filtros, os quais foram trocados a cada 24 horas independentemente das condições climáticas na laje da FOP-UNICAMP. Todas as análises laboratoriais foram realizadas no LPAE-FMUSP e IAG-USP. A avaliação dos filtros mostraram que para MP2,5 somente o mês de Janeiro de 2008 (sem safra de cana de açúcar) apresentou média 9,1 (abaixo de 10 ug/mm^3), sendo que todos os demais meses apresentaram médias maiores que 10 e alguns dias apresentaram índices maiores que 31. Quanto ao Black carbon detectamos um aumento na sua presença nos meses de queima da palha de cana de açúcar (meses de Abril a Setembro de 2008). Os valores encontrados para MP2,5 no ar em Piracicaba estiveram acima dos recomendados pela Organização Mundial de Saúde e aumentaram durante a safra de cana de açúcar. Já os valores para Black Carbon aumentaram de acordo com a sazonalidade, e tanto os níveis de MP2,5 e carbono elementar detectados no presente estudo não são seguros para a saúde humana.

Palavras-chave: Poluição Atmosférica, MP2,5, Black Carbon.

1. Introdução e Revisão de Literatura

No Brasil, em 1976, o Governo do Estado de São Paulo, através do Decreto Estadual nº 8.468, regulamentou alguns padrões de qualidade do ar. Em 28/06/1990, esses padrões foram ampliados em âmbito nacional e transformados em resolução pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Essa resolução estabelece dois tipos de padrões de qualidade de ar:

- Padrões primários: são concentrações que, quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população exposta (pode-se entender como padrões máximos toleráveis).
- Padrões secundários: são concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população humana, da fauna, da flora e do meio ambiente em geral.

Essa resolução do CONAMA também define que, a curto e médio prazo, os padrões primários devem ser os desejados, e que, a longo prazo, os padrões secundários devem ser objetivados. Os principais poluentes inseridos nesta resolução são: as partículas totais em suspensão (partículas com menos de 100µm), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), fumaça (fuligem), partículas inaláveis (MP₁₀) e dióxido de enxofre (SO₂)

Recentes estudos têm demonstrado que a poluição atmosférica é responsável por vários efeitos deletérios sobre a saúde humana, incluindo aumento das consultas de emergência por patologias respiratórias (SAMET *et al.*, 1981; SUNYER *et al.*, 1993; DELFINO, 1997; LIN *et al.*, 1999; TOLBERT, 2000), exacerbação de asma (BATES *et al.*, 1990; OSTRO *et al.*, 1991; POPE; DOCKERY, 1992; ROEMER *et al.*, 1993; AUBIER, 2000; NICOLAI, 2002), decréscimo na função pulmonar (DOCKERY *et al.*, 1982; CHESTNUT *et al.*, 1991; POPE *et al.*, 1991; HOEK; BRUNEKREEF, 1993, 1994; KOENING e al., 1993; POPE; KANNER, 1993); aumento das internações hospitalares por patologias respiratórias (POPE, 1989; LIPFERT; HAMMERSTROM, 1992; THURSTON *et al.*, 1992; BURNETT *et al.*, 1994; SCHWARTZ 1993, 1994a, 1994b; BRAGA *et al.*, 1999; BRAGA *et al.*, 2001), falta ao trabalho em adultos e aumento do absenteísmo escolar em crianças (OSTRO, 1983, 1987, 1990; OSTRO; RANSOM; POPE, 1992) e aumento da mortalidade (SCHWARTZ 1991a, 1991b, 1992a, 1992b, 1993, 1994c, 1994d, 1996; DOCKERY *et al.*, 1992; POPE *et al.*, 1992; SALDIVA *et al.*, 1994, 1995; SAMET *et al.*, 1995; STYER *et al.*, 1995; ANDERSON *et al.*, 1996; SPIX; WICHMAN; 1996; SUNIER *et*

al., 1996; VERHOEFF *et al.*, 1996; ZMIROU *et al.*, 1996; BORJA-ABURTO *et al.*, 1997; MICHELOZZI *et al.*, 1998).

Nas últimas décadas, com os avanços tecnológicos, foram instalados catalisadores nos escapamentos dos automóveis e filtros nas indústrias para controle das emissões de poluentes, o que tem contribuído para reduzir os níveis do material particulado e de outros poluentes emitidos para a atmosfera.

Assim, apesar da introdução de padrões de qualidade de ar com redução geral dos níveis de poluentes nos últimos anos, vários estudos têm sugerido que, mesmo com os poluentes abaixo dos níveis preconizados, observam-se efeitos deletérios sobre a saúde humana (SHY, 1979; BATES, 1980; WARE *et al.*, 1981; FARLEY, 1990; SCHWARTZ, 1991a; POPE *et al.*, 1992; SCHWARTZ; DOCKERY, 1992a; SCHWARTZ; DOCKERY, 1992b; SCHWARTZ *et al.*, 1993; SALDIVA *et al.*, 1994; SALDIVA *et al.*, 1995; LIN, 1997; MIRAGLIA, 1997; BRAGA, 1998). Esses estudos confirmam a dificuldade em se estabelecerem padrões de qualidade de ar adequados para a proteção da população, especialmente para os indivíduos mais susceptíveis, como os portadores de doença prévia.

Piracicaba e região sofrem com as constantes queimadas de cana-de-açúcar e como consequência têm uma alta emissão do material particulado, que é um dos principais poluentes decorrente desse tipo de combustão.

O material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão e das transformações químicas que sofre no ar. O tamanho das partículas é expresso em relação ao seu tamanho aerodinâmico, definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão (DOCKERY; POPE, 1994). O diâmetro pode variar entre $0,002\mu\text{m}$ e $100\mu\text{m}$, pois partículas com diâmetro acima de $100\mu\text{m}$ não permanecem por muito tempo em suspensão e tendem a se precipitar rapidamente, as partículas podem ser divididas em três grupos:

- ultrafinas ou núcleo de Aitken: partículas com diâmetro menor que $0,1\mu\text{m}$;
- partículas finas ou de acumulação: apresentando diâmetro menor que $2,5\mu\text{m}$ (“fine mode”);
- partículas grandes ou grossas: com diâmetro maior que $2,5\mu\text{m}$ de diâmetro.

As partículas maiores que $10\mu\text{m}$ são retidas no nariz e nasofaringe, e eliminadas pela deglutição, tosse, espirros e pelo aparelho mucociliar. Partículas menores que

10 μ m de diâmetro (MP₁₀), após serem inaladas, podem ser depositadas na árvore traqueobrônquica e as partículas menores que 2,5 μ m de diâmetro (MP_{2,5}) tendem a se depositar nos bronquíolos terminais. Já nos alvéolos ocorre deposição de partículas bem menores, com 1 a 2 μ m de diâmetro. Partículas finas e ultrafinas são preferencialmente emitidas por processos de combustão. Geralmente são compostas por material carbonáceo, metais, compostos orgânicos e íons sulfatos, nitratos, e amoníacos. As partículas ultrafinas tendem a se agrupar por aglomeração ou condensação, aumentando seu diâmetro aerodinâmico e transformando-se em partículas finas (USEPA, 1996).

Considerando que a maior massa e o maior número de partículas do material particulado proveniente da queima de biomassa são de partículas finas e ultrafinas, sugere-se, sempre que possível, quantificar a fração MP_{2,5} em estudos que envolvam queima da biomassa e riscos à saúde humana (WHO, 1999).

A grande maioria dos estudos epidemiológicos relatados anteriormente mostrou uma estreita relação entre o aumento do material particulado produzido pela queima de combustíveis fósseis e de florestas, e agravos à saúde da população exposta. Portanto, não há evidências de que as partículas aéreas provenientes de diferentes fontes de combustão tenham diferentes impactos sobre a saúde e, também não há razão para considerar que o material particulado proveniente da queima de biomassa seja menos prejudicial do que o proveniente de qualquer outro tipo de combustão.

Os estudos realizados por LARA (2000) e LARA *et al.* (2001) confirmaram que a queima da palha da cana-de-açúcar na cidade de Piracicaba provocou poluição atmosférica, muitas vezes excedendo os limites preconizados como seguros pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), além de ser responsável pela formação de chuva ácida na região.

Em atendimento à formulação de políticas públicas de controle à poluição em regiões canavieiras foi apresentado e aprovado um plano de trabalho desenvolvido pelo LPAE (Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental) pertencente ao Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da USP. Assim sendo, desenvolvemos um projeto para medição da concentração de material particulado presente no ar da cidade de Piracicaba-SP no período de novembro de 2007 a setembro de 2008 a fim de comparar alterações na concentração desse material entre as diferentes estações climáticas ao longo do ano.

2. Objetivos

Objetivo Geral

Medir a concentração de material particulado presente no ar da cidade de Piracicaba-SP no período de novembro de 2007 a setembro de 2008.

Objetivos específicos:

- Medir a concentração média diária de material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de 2,5 μm , denotado por MP2,5 ou MP2,5, obtido por processo gravimétrico.
- Medir a concentração média diária de carbono livre ou elementar, denotado por Black Carbon ou BC, obtido por refletância.

3. Material e Métodos

A cidade de Piracicaba-SP, com 358.108 mil habitantes (de acordo com o IBGE- 2007), está inserida em uma região de grande produtividade sucroalcooleira com 19 usinas e conseqüentemente sofre com a poluição atmosférica decorrente das queimadas em canaviais, por isso, o Material Particulado Inalável Fino (MP2,5 ou PM2,5) e Black Carbon, que são poluentes decorrentes desse tipo de queimada, foram analisados nesse estudo.

Para a concentração de Material Particulado Inalável Fino (MP2,5 ou PM2,5) e Black Carbon foram especificamente utilizados para validação os seguintes critérios:

- Para a exposição (desde a saída do laboratório até seu retorno);
- horímetro da bomba de vácuo (quando disponível no amostrador) ou diferença entre início e fim de coleta entre 20 e 28 horas de amostragem;
- razão do volume amostrado obtido pelo indicador de vazão no início e fim da amostragem pelo volume do totalizador entre 1,2 e 0,8;
- critério visual pelo operador, na eventual identificação de comprometimento do filtro (desenquadramento do anel, furo ou rasgo, sujeira grosseira incompatível com o "cut point", evidência de contato físico com corpo estranho, evidência de contaminação por chuva, etc...).

Para o processo laboratorial:

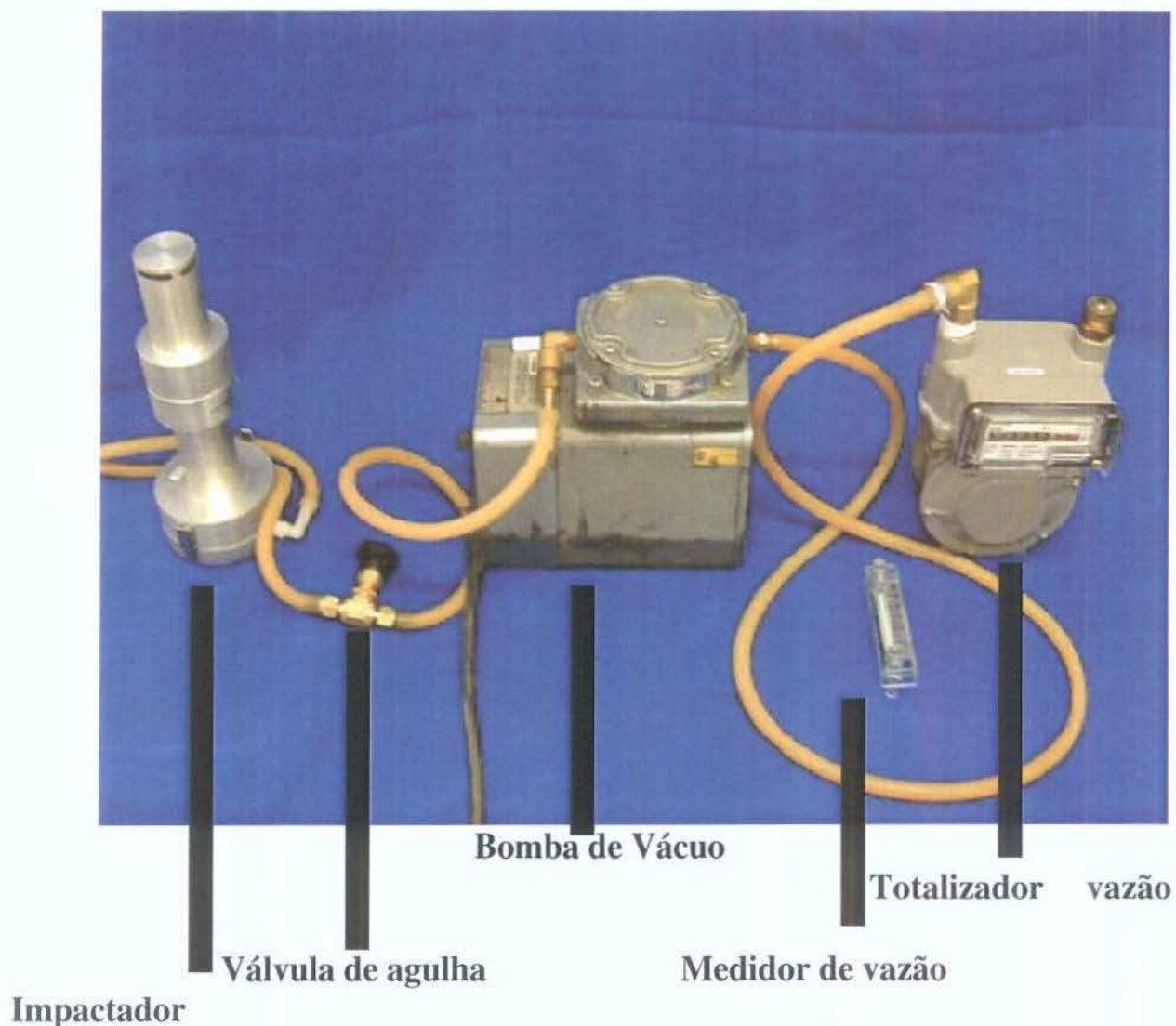
- peso após exposição menor que peso antes da exposição;
- critério visual pelo operador, na eventual identificação de comprometimento do filtro que não tenha sido registrada para a exposição. Para a análise do processo gravimétrico ambos critérios precisaram ser atendidos.

No caso do Black Carbon, o critério de validação para processo laboratorial pode ser eliminado se o eventual comprometimento do filtro não impedir a realização da leitura da refletância.

Foi utilizado um equipamento, para medição da concentração de material particulado, MP10 ou MP2.5, por método gravimétrico, projetado como coletor de partículas, também conhecidos como amostradores "Harvard". Foi projetado para separar o material particulado suspenso no ar nas categorias inalável (com diâmetro aerodinâmico máximo menor que 10 μm) ou fino (com diâmetro aerodinâmico máximo menor que 2,5 μm), coletando uma amostra sobre um leito filtrante que foi pesado e analisado em laboratório permitindo estimar sua concentração média além de identificar os elementos que o compõe.

Apesar de ter sido desenvolvido como coletor de material particulado para recintos fechados (indoor), ele tem sido mais largamente empregado como coletor de material particulado em áreas abertas (outdoor).

Figura 1 : Arranjo esquemático do Coletor de Material Particulado



Descrição e especificação dos componentes principais:

*Impactador:

O impactador é dividido nas seguintes peças:

- bocal de admissão de ar;
- corpo do impactador (duas peças);

- disco impactador;
- corpo do coletor de pó (duas peças).

Especificação técnica de seus componentes:

- material:

alumínio anodizado;

- tamanho de partícula de corte:

10 μm ou 2,5 μm (dependendo do acessório);

- disco impactador:

aço inoxidável sinterizado;

- lubrificante:

óleo mineral leve ou silicone;

- acessórios:

adaptador para rotâmetro;

- fabricante:

Harvard S.P.H./Air Diagnostics and Eng.Inc..

filtro coletor:

- material:

teflon ou policarbonato, f 37 mm; poro: 2 μm ;

- retenção:

até 0,005 μm ;

- acessório:

porta filtro e disco de suporte;

*Bomba de vácuo:

operação:

8 a 12 l/m @ 1,27 mca;

forma construtiva:

bomba de diafragma, isenta de óleo;

temperatura de operação: 5 °C a 40 °C;

ruído em operação (máx): 70 dBa @ 1 m;

motor elétrico:

115 V, 60 Hz, 1 f + terra, 1/8 HP (0,1 kW);

modelo:

DOA-P101-AA;

fabricante:

GAST Manufacturing Corp.

*Gabinete Metálico:

Os componentes foram montados em um gabinete metálico para sua proteção

alumínio carcaça # 4 mm, tampas # 1 mm;

acessórios:

ventilador, alça e trincos para tampa

Acessórios:

medidor de vazão:

2,5 a 25 lpm, Dwyer modelo MMA-24;

totalizador de vazão:

LAO modelo G-1;

válvula de agulha:

diâmetro 1/4", Swagerlok modelo B-1RF2;

horímetro:

COEL DH 1/100 110/60Hz;

conexões:

rosca BSP/NPT;

mangueiras:

PVC cristal f 3/16"x 2,5/3 mm, e f 5/16"x 1,5mm;

tripé telescópico:

1,8 m de altura.

Figura 2: Gabinete metálico com componentes montados e impactador no tripé



As instruções para a operação do coletor de material particulado foram realizadas no local em que o equipamento estava instalado para garantir o seu correto funcionamento.

A. Primeira operação:

Após a montagem inicial, ou após uma manutenção mais severa ou um longo tempo com o equipamento desligado:

- verificamos o equipamento (estado geral, fixações e interligações);
- verificamos se a válvula de agulha estava aberta;
- verificamos se a alimentação de força local estava ligada;
- verificamos se não havia filtro instalado no impactador;
- ligamos a bomba de vácuo por 10 minutos, para aquecimento;
- ajustamos a vazão de ar em 10 l/h utilizando a válvula de agulha (o medidor de vazão deve estar na posição vertical);

B. Operação diária no local de instalação:

Diariamente, no local de instalação do coletor de partículas, ocorria a substituição do filtro, retirando-se o filtro sujo e reinstalando um novo filtro limpo. Além dessas atividades é

realizamos uma inspeção dos equipamentos quanto a sua integridade e condições de operação.

Esta etapa foi dividida nas seguintes tarefas:

B.1. Retirada do filtro sujo:

- verificação o equipamento (estado geral e interligações);
- leitura da vazão de ar no medidor de vazão e registro na ficha de registro de amostragem;
- desligar a bomba de vácuo;
- registramos o dia e hora da operação, além do tempo indicado no horímetro;
- registramos o volume indicado no totalizador de vazão;
- baixar o impactador com as borboletas do tripé;
- abrir o corpo do impactador, examinando o disco impactador; substituí-lo se sujo;
- fechar o corpo do impactador verificando se não há nenhuma folga entre as partes (sacudir o conjunto verificando se o disco impactador está solto);
- realizar uma inspeção nos componentes, realizando uma limpeza, se necessária, e registrando eventuais anomalias que possam exigir uma manutenção;
- abrir os "clips" do corpo do coletor de pó, retirando o conjunto do filtro sujo;
- colocar o conjunto do filtro sujo na embalagem apropriada, verificando sua identificação;

B.2. Instalação do filtro limpo:

- colocar um novo conjunto de filtro no corpo do coletor de pó, registrando sua identificação (com cuidado para não danificar as juntas de vedação). A face do porta filtro onde está indicada a numeração do filtro deve ficar para cima;
- fechar os "clips" do corpo do coletor de pó alinhando os pinos de guia;
- colocar o corpo do impactador;
- ligar a bomba de vácuo;
- ajustar a vazão de ar em 10 l/h utilizando a válvula de agulha (o rotâmetro deve estar na posição vertical quando realizar a leitura);
- registrar data, hora, vazão de ar, leitura do totalizador e leitura do horímetro na folha de registro diário.



4. Resultados

Período de amostragem

A amostragem foi iniciada a partir de novembro de 2007 e durou até setembro de 2008. O resumo das amostras coletadas e análises validadas são apresentadas abaixo:

Para a obtenção das concentrações de material particulado inalável fino (MP2,5), o índice de validação das medidas foi de 83,5%, enquanto para o carbono livre (BLACK CARBON) esse mesmo índice médio foi de 88,0%.

Deve-se lembrar que o processo de amostragem e de análise laboratorial é totalmente manual e bastante trabalhoso, estando sujeito a muitas interferências externas, cujo controle é feito pela aplicação dos critérios de validação detalhados nos procedimentos e neste documento.

Concentração de MP2,5 e Black Carbon

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas as estatísticas descritivas da concentração média diária do material particulado inalável fino (MP2,5) e carbono elementar (Black Carbon), considerando a amostragem realizada entre 21 de novembro de 2007 e 29 de setembro de 2008.

Tabela 1: Estatísticas descritivas para $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$) na cidade de Piracicaba

Ano	Mês	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	N (Válidos)	N
2007	Novembro	20,6	4,0	20,3	15,4	28,2	10	10
	Dezembro	12,7	3,8	12,2	7,2	23,4	24	31
2008	Janeiro	10,7	3,3	10,1	1,9	16	25	29
	Fevereiro	9,1	2,1	9,1	6,2	13,7	17	22
	Março	11,3	3,8	10,8	5,4	19	24	28
	Abril	12,0	3,0	11,5	8	17,6	22	26
	Maió	15,5	6,1	15,7	5,7	29	22	26
	Junho	14,7	4,7	15,4	3,6	23,8	25	30
	Julho	19,3	7,0	20,3	3,6	31,1	19	24
Setembro	13,6	4,0	13,6	8	20,6	14	16	

N: número de amostras coletadas

Tabela 2: Estatísticas descritivas para Black Carbon ($\mu g/m^3$) na cidade de Piracicaba

Ano	Mês	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	N (Válidos)	N
2007	Novembro	2,3	0,3	2,4	1,9	2,8	10	10
	Dezembro	1,5	0,6	1,5	0,4	3,1	24	31
2008	Janeiro	1,4	0,6	1,5	0,1	2,5	22	29
	Fevereiro	1,2	0,5	1,1	0,1	2,3	19	22
	Março	1,7	0,6	1,6	0,6	2,6	27	28
	Abril	2,1	0,7	2,1	0,2	3,2	24	26
	Maió	2,5	1,2	2,8	0,0	4,2	25	26
	Junho	2,5	0,8	2,5	0,1	4,0	29	30
	Julho	2,6	1,0	2,8	0,0	3,9	19	24
Setembro	1,9	0,6	1,9	1,1	3,0	14	16	

N: número de amostras coletadas

Durante agosto de 2008 houve a interrupção das amostragens de campo devido a um problema no equipamento utilizado. Após reparo, a amostragem de campo foi retomada. De acordo com a Tabela 1, o mês de novembro de 2007 foi o que apresentou maior índice de $PM_{2,5}$. Há uma diferença nos valores dos períodos de safra (abril a novembro) e entressafra (dezembro a março), sendo os valores maiores e menores, respectivamente para $PM_{2,5}$.

A Tabela 2 mostra os índices de Black Carbon obtidos de novembro de 2007 a setembro de 2008 cuja variação está relacionada com a sazonalidade, apresentando maiores valores no outono (maio- $2,5\mu g/m^3$) e no inverno (julho- $2,6\mu g/m^3$).

Nas Figuras 3 e 4 foram descritas as medidas da concentração média diária e as estatísticas descritivas de $PM_{2,5}$ obtidas no período de amostragem.

Para a Figura 3, série de medidas da concentração, foi acrescentada a curva de alisamento, enquanto na Figura 4, Boxplot's mensais, foi acrescentada uma linha unindo as medianas, ambas com o objetivo de permitir uma melhor visualização do comportamento da concentração de $PM_{2,5}$.

Figura 3: Concentração de **PM_{2,5}** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na cidade de Piracicaba

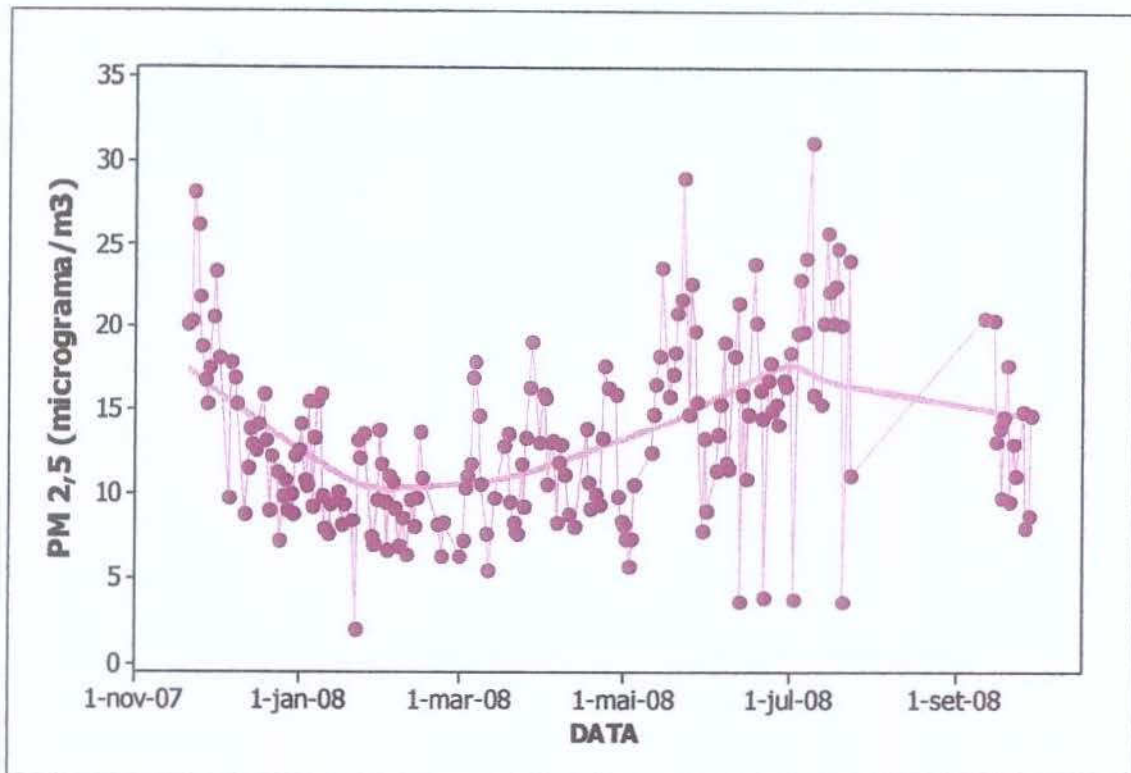
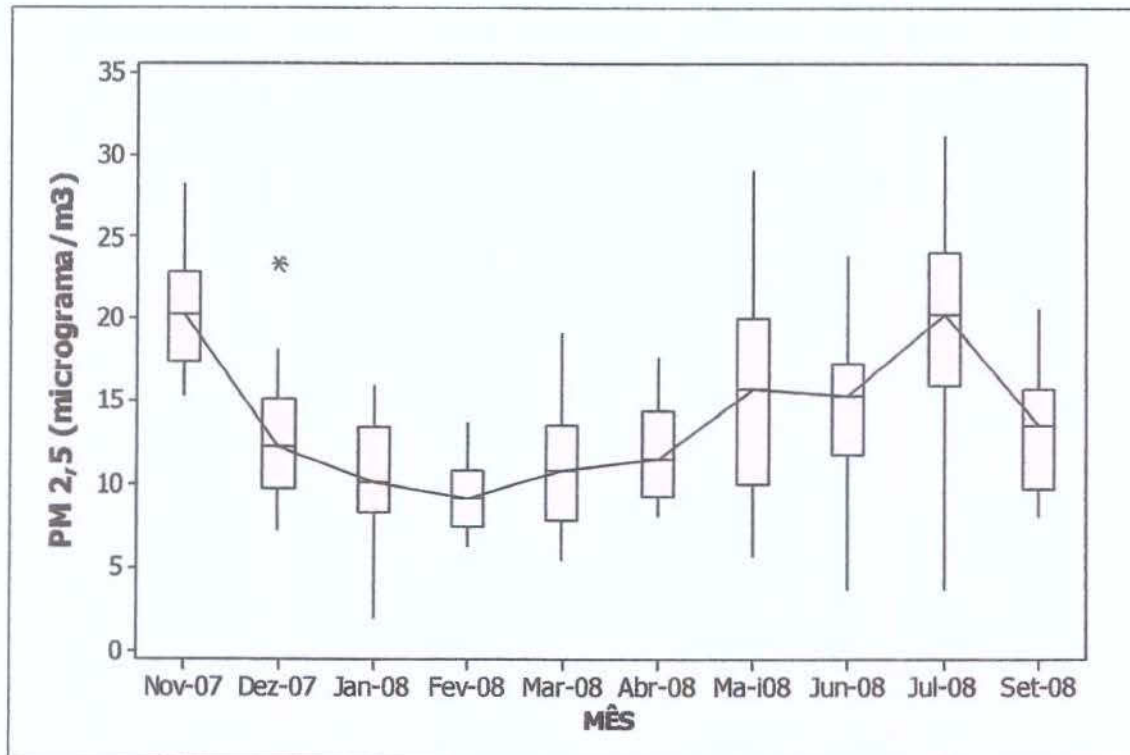


Figura 4: Box-plots do **PM_{2,5}** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na cidade de Piracicaba



Nas Figuras 3 e 4 são apresentadas a série de medidas da concentração média diária e as estatísticas descritivas de Black Carbon obtidas no período de amostragem.

Figura 5: Concentração de **Black Carbon** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na cidade de Piracicaba

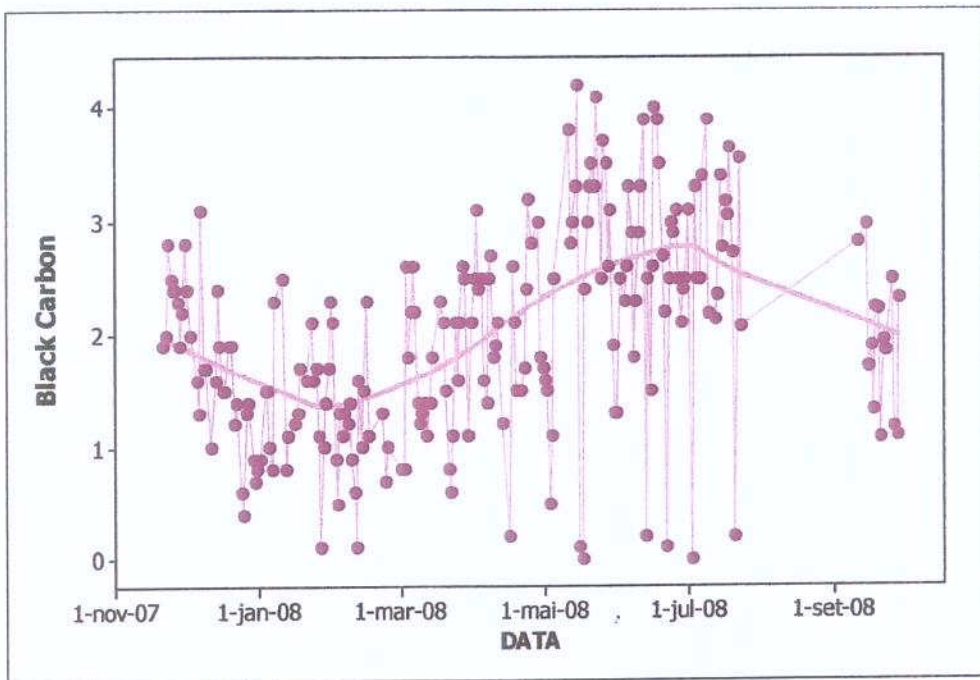
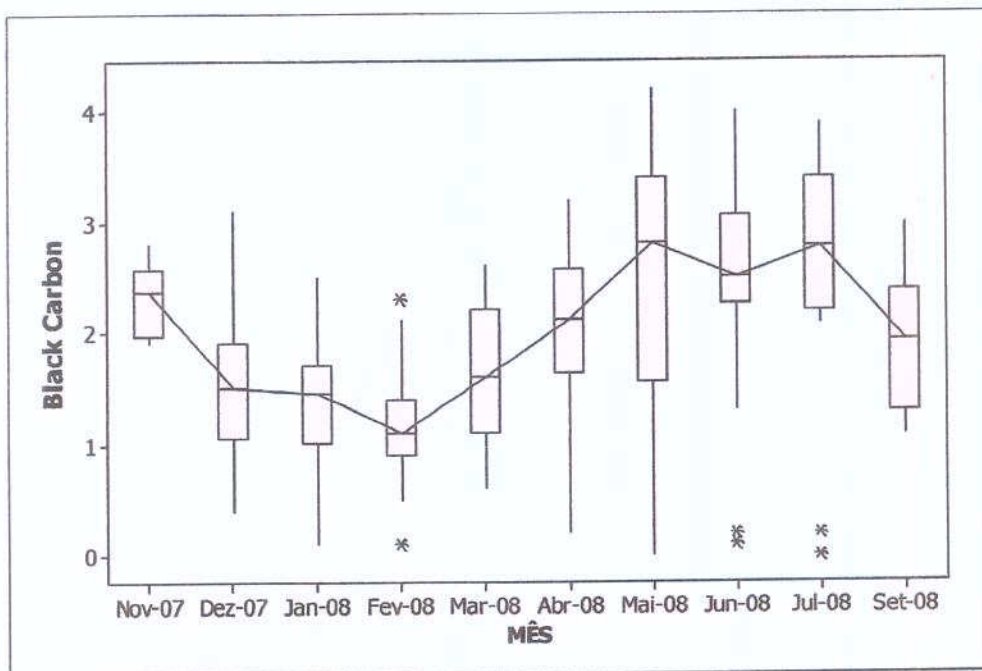


Figura 6: Box-plots de **Black Carbon** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na cidade de Piracicaba



A análise dessas figuras permite visualizar a ocorrência de um comportamento sazonal da concentração dos poluentes, mesmo não se dispondo da série completa de 12 meses. Também percebe-se que no período de maior concentração dos poluentes há uma maior variabilidade em sua concentração.

Concentração diária média anual

A partir dos resultados do monitoramento ambiental realizado é possível estimar a concentração diária média anual, haja vista já se dispôr de 10 meses de monitoramento, apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Cálculo da concentração diária média anual de PM_{2,5} e Black Carbon para a cidade de Piracicaba, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PARÂMETRO	PERÍODO	N	MÉDIA	NOTAS
PM _{2,5}	Novembro/07 – Setembro/08	202	13,5	10 meses
Black Carbon	Novembro/07 – Setembro/08	213	2,0	10 meses

N= número de medidas válidas

Como valor de referência para a concentração média diária anual, pela ausência de legislação nacional específica, adota-se a recomendação da Organização Mundial da Saúde, de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor abaixo do qual não são esperados observar problemas em saúde.

5. Discussão

A exposição humana aos poluentes do ar, da água, do solo e aqueles presentes nos alimentos, sejam em episódios de curta ou de longa duração, é um dos fatores importantes para o incremento da morbidade e da mortalidade no mundo. A exposição ambiental é geralmente involuntária e a população exposta, muitas vezes não tendo conhecimento adequado dos níveis da própria exposição e de suas conseqüências sobre a saúde, acaba contribuindo pouco, seja na redução das emissões de poluentes ou na cobrança junto aos órgãos responsáveis dos governos, no sentido de maior rigor na fiscalização e controle de tais fontes de emissão.

A poluição ambiental não é um problema exclusivo dos países desenvolvidos e, segundo dados da Organização Mundial de Saúde, em muitos países em desenvolvimento, ela vem aumentando em associação com a rápida expansão populacional, particularmente nos grandes centros urbanos. Estima-se que pelo menos cem milhões de pessoas são potencialmente afetados por doenças respiratórias associadas à poluição atmosférica no mundo (WHO, 1992).

É de fundamental importância relacionar os dados referentes à saúde com informações ambientais e, desta forma, compreender as relações entre os níveis de exposição aos poluentes e seus efeitos sobre a saúde, na tentativa de preservar a população exposta. A grande maioria dos estudos epidemiológicos analisando os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana tem sido realizados em países desenvolvidos, ou em grandes centros urbanos dos países em desenvolvimento, e estimativas de seus impactos têm servido para gerar medidas prioritárias no controle da emissão de poluentes.

Desde os trágicos episódios ocorridos no Vale de Meuse (1930), em Donora (1948) e Londres (1952) têm sido raras as ocorrências de novos episódios de aumento extremo da poluição atmosférica, associados a efeitos deletérios sobre a saúde humana. Porém, atualmente, estudos demonstram com freqüência efeitos adversos da poluição do ar sobre a saúde da população, mesmo com os poluentes em níveis dentro dos padrões adotados como seguros (POPE *et al.*, 1995; MOOLGAVKAR *et al.*, 1997; SHEPPARD *et al.*, 1999; NAUMBERG; BASU, 1999; LINN *et al.*, 2000).

No Brasil, a utilização do álcool hidratado como combustível de veículos automotores, ou a mistura álcool anidro/gasolina, atualmente na proporção de vinte por cento, trouxe benefícios para o meio ambiente e para a saúde da população, principalmente a que reside

nos grandes conglomerados urbanos. Isso se deveu principalmente à diminuição da emissão de compostos de chumbo para a atmosfera, em decorrência da substituição de antidetonante à base de chumbo pelo álcool misturado à gasolina (CETESB, 1997). Essa mistura também contribuiu positivamente para a balança comercial do Brasil, em decorrência da menor importação de petróleo.

Assim, a grande utilização do álcool como combustível em veículos automotores nas últimas décadas provocou um substancial aumento da área utilizada para cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, prejudicando a qualidade do ar em muitas regiões, já que 90% dessas plantações são queimadas na pré-colheita.

A poluição gerada pelas queimadas de cana em Piracicaba, teve valores para o MP2,5, na maioria dos meses, acima dos recomendados pela OMS (Organização Mundial de Saúde), que preconiza 10 µg/m³ como valor abaixo do qual não são esperados problemas na saúde humana. Observamos também que nos períodos de safra (de abril a novembro) encontramos os maiores valores para a concentração desse material, podendo chegar a 20,6 (mais do que o dobro recomendado) no mês de novembro. Já no período da entressafra (de dezembro a março) foram os menores valores encontrados. Para o Black Carbon observamos sazonalidade com maiores valores no outono e inverno, porém, não há valores máximos recomendados pela OMS. Acreditamos que estudos adicionais para mensurar a qualidade do ar de Piracicaba devam ser feitas e a quantidade de carbono elementar está aumentada no ar piracicabano durante a safra de queima da palha de cana de açúcar.

6. Conclusões

- a) Valores para MP2,5 medidos no ar em Piracicaba e região estão acima dos recomendados pela Organização Mundial de saúde.
- b) Valores para MP2,5 medidos no ar aumentam durante a safra de cana de açúcar.
- c) Valores para o Black Carbon aumentam de acordo com a sazonalidade.
- d) Os níveis dos poluentes MP2,5 e Black Carbon obtidos no estudo não são seguros para a saúde humana.

Referências*

Anderson HR, Ponce DE, Leon A, Bland JM, Bower JS, Strachan DP. Air pollution and daily mortality in London: 1987-1992. *Br. Med. J.* 1996; 312: 665-669.

Aubier M. Air pollution and allergic asthma. *Rev Mal Respir.* 2000; 17: 159-165.

Bates DV. The health effects of air pollution. *J. Respir. Dis.* 1980; 1: 29-37.

Bates DV, Baker-Anderson M, Sizto R. Asthma attack periodicity: A study of hospital emergency visits in Vancouver. *Environ. Respir.* 1990; 51: 51-70.

Borja-Aburto VH, Loomis DP, Bangdiwala SI, Shi CM, Rascon-Pacheco RA. Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. *Am. J. Epidemiol.* 1997; 145: 258-268.

Braga ALF. Quantificação dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde da população pediátrica da cidade de São Paulo e proposta de monitorização [tese] São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1998.

Braga ALF, Conceição GMS, Pereira LAA, Kishi H, Pereira JCR, Andrade MF, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Latorre MRDO. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in Sao Paulo, Brazil. *J. Environ. Med.* 1999; 1: 95-102.

Braga ALF, Saldiva PHN, Pereira LAA, Menezes JJC, Conceição GMS, Lin CL *et al.* Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr. Pulmonol.* 2001; 31: 106-113.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada na norma do International Committee of Medical Journal Editors - Grupo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com Medline.

Burnett RT, Dales RE, Raizenne ME, Krewski D, Summers PW, Roberts GR *et al.* Effects of low ambient levels of ozone and sulfate on frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. *Environ. Respir.* 1994; 65: 172-194.

São Paulo (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 1996. São Paulo, 1997.

Chestnut LG, Schwartz J, Savitz DA, Burchfiel CM. Pulmonary function and ambient particulate matter: Epidemiological evidence from NHANES I. *Arch. Environ. Health.* 1991; 46: 135-144.

Delfino RJ, Murphy-Moulton AM, Burnett RT, Brook JR, Backlake MR. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illness in Montreal, Quebec. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1997; 155: 568-576.

Dockery DW, Ware JH, Ferris Jr BG, Speizer FE, Cook NR, Herman SM. Change in pulmonary function in children associated with air pollution episodes. *J. Air Pollut. Control. Assoc.* 1982; 32: 937-942.

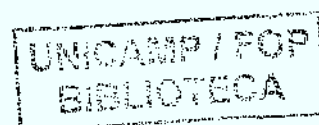
Dockery DW, Schwartz J, Spengler JD. Air pollution and daily mortality: Associations with particulates and acid aerosols. *Environ. Respir.* 1992; 59: 362-373.

Dockery DW, Pope CA 3rd. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu. Rev. Public. Health.* 1994; 15: 107-132.

Fairley D. The relationship of daily mortality to suspended particulates in Santa Clara county, 1980-1986. *Environ. Health Perspect.* 1990; 89: 159-168.

Hoek G, Brunekreef B. Acute effects of a winter air pollution episode on pulmonary function and respiratory symptoms of children. *Arch. Environ. Health.* 1993; 4: 328-335.

Hoek G, Brunekreef B. Effects of low-level winter air pollution concentrations on respiratory health of Dutch children. *Environ. Res.* 1994; 64: 136-150.



Koening JQ, Larson TV, Hanley QS, Rebolledo V, Dumler K, Checkoway H *et al.* Pulmonary function changes in children associated with fine particulate matter. *Environ. Res.* 1993; 63: 326- 381.

Lara BLSL. Caracterização Química da Precipitação na Bacia do Rio Piracicaba: Variabilidade Espacial e Temporal [tese]. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agronomia (CENA), Universidade de São Paulo; 2000.

Lara BLSL, Artaxo P, Martinelli LA, Victoria RL, Camargo PB, Krusche A. Chemical composition of rainwater and anthropogenic influences in the Piracicaba river basin, Southeast Brazil. *Atmospheric Environment.* 2001; 35: 4937-4945.

Lin CA. Efeitos da poluição atmosférica sobre a morbidade respiratória aguda na população infantil de São Paulo. São Paulo [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1997.

Lin CA, Martins MA, Farhat SL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio MV *et al.* Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* 1999; 13: 475-487.

Linn WS, Szlachcic Y, Gong HJR, Kinney PL, Berhane KT. Air pollution and daily hospital admissions in metropolitan Los Angeles. *Environ. Health Perspect.* 2000; 108: 427-434.

Lipfert FW, Hammerstrom T. Temporal patterns in air pollution and hospital admissions. *Environ. Res.* 1992; 59: 374-399.

Michelozzi P, Forastiere F, Fusco D, Perucci CA, Ostro B, Ancona C *et al.* Air pollution and daily mortality in Rome, Italy. *Occup. Environ. Med.* 1998; 55: 605-610.

Miraglia SGEK. Análise do impacto do consumo de diferentes combustíveis na incidência de mortalidade por doenças respiratórias no Município de São Paulo [tese]. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo; 1997.

Moolgavkar SH, Luebek EG, Anderson EL. Air pollution and hospital admissions for respiratory causes in Minneapolis- St. Paul and Birmingham. *Epidemiology.* 1997; 8: 364-377.

- Nauenberg E, Basu K. Effects of insurance coverage on the relationship between asthma hospitalizations and exposure to air pollution. *Public Health Rep.* 1999; 114: 135-148.
- Nicolai T. Pollution, environmental factors and childhood respiratory allergic disease. *Toxicology.* 2002; 181-182: 317-321.
- Ostro BD. The effects of air pollution on work loss and morbidity. *J. Environ. Econ. Manag.* 1983; 10: 371-382.
- Ostro BD. Air pollution and morbidity revisited: A specification test. *J. Environ. Econ. Manag.* 1987; 14: 87-98.
- Ostro BD. Association between morbidity and alternative measures of particulate matter. *Risk Anal.* 1990; 10: 421-427.
- Ostro BD, Lipsett MJ, Wiener MB, Selner JC. Asthmatic response to airborne acid aerosols. *Am. J. Public Health.* 1991; 1: 694-702.
- Pope CA 3rd. Respiratory hospital admissions associated with PM₁₀ pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. *Arch. Environ. Health.* 1989; 46(2): 90-97.
- Pope CA 3rd, Dockery DW, Spengler JD, Raizenne ME. Respiratory health and PM₁₀ pollution: a daily time series analysis. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1991; 144(3 Pt 1): 668-674.
- Pope CA 3rd, Dockery DW. Acute health effects of PM₁₀ pollution on symptomatic and asymptomatic children. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145(5): 1123-1128.
- Pope CA 3rd, Kanner RE. Acute effects of PM₁₀ pollution on pulmonary function of smokers with mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147(6 Pt 1): 1336-1340.
- Pope CA 3rd, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE *et al.* Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 151: 669-674.

Ransom MR, Pope CA 3rd. Elementary school absences and PM₁₀ pollution in Utah Valley. *Environ. Res.* 1992; 58: 204-219.

Roemer W, Hoek G, Brunekreef B. Effect of ambient winter in air pollution on respiratory health of children with chronic respiratory symptoms. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147: 118-124.

Saldiva PHN, Lichtenfels AJFC, Paiva PSO, Barone IA, Martins MA, Massad E *et al.* Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environ. Res.* 1994; 65: 218-225.

Saldiva PHN, Pope CA 3rd, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM *et al.* Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. *Arch. Environ. Health.* 1995; 50: 159-163.

Samet JM, Zeger SL, Berhane K. The association of mortality and particulate air pollution. In: Health Effects Institute. *Particulate Air Pollution and Daily Mortality, Replication and Validation of Selected Studies, The Phase I Report of the Particle Epidemiology Evaluation Project.* Cambridge; 1995.

Schwartz J. Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environ. Res.* 1991a; 56: 204-213.

Schwartz J, Dockery DW. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentration. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992a; 45: 600-604.

Schwartz J, Dockery DW. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am. J. Epidemiol.* 1992b; 135: 12-9.

Schwartz J, Koenig J, Slater D, Larson T. Particulate air pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147: 826-831.

Schwartz J, Koenig J, Slater D, Larson T. Particulate air pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147: 826-831.

Schwartz J, Dockery DW, Neas LM, Wypij D, Ware JH, Spengler JD *et al.* Acute effects of summer air pollution of respiratory symptom reporting in children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1994; 5: 1234-1242.

Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1994a; 150: 648-655.

Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama. *Am. J. Epidemiol.* 1994b; 139: 589-590.

Schwartz J. Air pollution and daily mortality: A review and meta analysis. *Environ. Res.* 1994c; 64: 36-52.

Schwartz J. Total suspended particulate matter and daily mortality in Cincinnati, Ohio. *Environ. Health Perspect.* 1994d; 102: 186-189.

Schwartz J, Dockery DW, Neas LM. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J. Air Waste Manage. Assoc.* 1996; 46: 927-939.

Sheppard L, Levy D, Norris G, Larson TV, Koenig JQ. Effects of ambient air pollution on elderly asthma hospital admissions in Seattle, Washington, 1987-1994. *Epidemiology.* 1999; 10: 23-30.

Shy CM. Epidemiologic evidence and the United States air quality standards. *Am. J. Epidemiol.* 1979; 110: 661-671.

Spix C, Wichmann HE. Daily mortality and air pollutants: Findings from Köln, Germany. *J. Epidemiol. Commun. Health.* 1996; 50: S52-S58.

Styer P, Mcmillan N, Gao F, Davis J, Sacks J. The effects of airborne particulate matter on daily death counts. *Environ. Health Perspect.* 1995; 103: 490-497.

Sunyer J, Castellsague J, Saez M, Tobias A, Anto JM. Air pollution and mortality in Barcelona. *J Epidemiol. Commun. Health.* 1996; 50: S76-S80.

Thurston GD, Ito K, Kinney PL, Lippmann M. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in there New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol.* 1992; 2: 429-450.

Toibert PE, Mulholland JA, MacIntosh DL, Xu F, Daniels D, Devine OJ *et al.* Air quality and pediatric emergency room visits for asthma in Atlanta, Georgia. *Am. J. Epidemiol.* 2000; 151: 798-810.

U.S. Environmental Protection Agency. National Air Quality and Emissions Trends Report, 1995. [acesso 2009 dez 11]. Disponível em: <http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtrnd95/report/general.html>

Verhoeff AP, Hoek G, Schawartz J, Van Wijnen JH. Air pollution and daily mortality in Amsterdam. *Epidemiology.* 1996; 7: 225-230.

Ware JH, Thidbodeau LA, Speizer FE, Colome S, Ferris Jr BG. Assessment of the health effects of atmospheric sulfur oxides and particulate matter evidence from observational studies. *Environ. Health Perspect.* 1981; 41: 255-276.

World Health Organization – WHO. Our planet our health; Report of the WHO Commission on health and environment. Geneve: WHO; 1992.

World Health Organization - WHO. Health Guidelines for Vegetation Fire Events. Geneve: WHO; 1999.

Zmirou D, Barumandzadeh T, Balducci F, Ritter P, Laham G, Ghilardi JP. Short-term effects of air pollution on mortality in the city of Lyon, France, 1985 to 1990. *J. Epidemiol. Community Health.* 1996; 50: S30-S35.

ANEXO 1

CONCENTRAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE MP2,5 E BLACK CARBON

DADOS INDIVIDUAIS POR FILTRO

Tabela A – Medidas diárias de PM2,5 e BC para Pircicaba, em µg/m³

FILTRO	DATA	Validação Exposição	Validação Pesagem	PM2,5	BC
MP071509	21-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,1	1,9
MP071510	22-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,4	2
MP071511	23-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	28,2	2,8
MP071512	24-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	26,3	2,5
MP071513	25-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	21,8	2,4
MP071514	26-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,8	2,4
MP071515	27-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,8	2,3
MP071516	28-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,4	1,9
MP071517	29-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,5	2,2
MP071518	30-nov-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,6	2,8
MP071520	1-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	23,4	2,4
MP071521	2-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,1	2
MP071522	3-dez-07	FALSO	FALSO	#N/D	#N/D
MP071523	4-dez-07	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP071524	5-dez-07	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,6
MP071525	6-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,7	1,3
MP071526	7-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,8	3,1
MP071527	8-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,9	1,7
MP071528	9-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,4	1,7
MP071529	10-dez-07	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	#N/D
MP071531	11-dez-07	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1
MP071532	12-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,8	#N/D
MP071533	13-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,5	1,6
MP071534	14-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,9	2,4
MP071535	15-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,9	1,9
MP071536	16-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,6	1,5
MP071537	17-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,1	1,5
MP071538	18-dez-07	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	#N/D
MP071539	19-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16	1,9
MP071540	20-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,2	1,9
MP072041	21-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9	1,2
MP072042	22-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,2	1,4
MP072043	23-dez-07	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	#N/D
MP072044	24-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,3	0,6
MP072045	25-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,2	0,4
MP072046	26-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,8	1,3
MP072047	27-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,8	1,4
MP072048	28-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9	#N/D
MP072049	29-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,9	0,9
MP072050	30-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,7	0,7
MP072052	31-dez-07	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,2	0,8
MP072053	1-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,6	0,9
MP072054	2-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,2	#N/D
MP072055	3-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,8	1,5
MP072056	4-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,4	1,5
MP072057	5-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,5	1
MP072058	6-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,2	0,8
MP072059	7-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,3	2,3
MP072060	8-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,5	#N/D
MP072061	9-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16	#N/D
MP072063	10-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,8	#N/D

Tabela A continuação – Medidas diárias de PM_{2,5} e BC para Pircicaba, em µg/m³

FILTRO	DATA	Validação Exposição	Validação Pesagem	PM _{2,5}	BC
MP072064	11-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,9	2,5
MP072065	12-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,6	0,8
MP072066	13-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,4	1,1
MP072067	14-jan-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP072068	16-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,1	1,2
MP072069	17-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,1	1,3
MP072070	18-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,3	1,7
MP072071	19-jan-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP072072	21-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,4	1,6
MP080154	22-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	1,9	#N/D
MP080155	23-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,2	2,1
MP080156	24-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,1	1,6
MP080157	25-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,5	1,7
MP080158	26-jan-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,1
MP080159	27-jan-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	0,1
MP080160	28-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,4	1
MP080161	29-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7	1,4
MP080162	30-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,6	1,7
MP080163	31-jan-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,8	2,3
MP080164	1-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,8	2,1
MP080166	2-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,5	0,9
MP080167	3-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	6,6	0,5
MP080168	4-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11	1,3
MP080169	5-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,7	1,1
MP080170	6-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,1	1,3
MP080171	7-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	6,9	1,2
MP080172	8-fev-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,4
MP080173	9-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,5	0,9
MP080174	10-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	6,4	0,6
MP080175	11-fev-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	0,1
MP080177	12-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,6	1,6
MP080178	13-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8	1
MP080179	14-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,7	1,5
MP080180	15-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,7	2,3
MP080181	16-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,9	1,1
MP080182	17-fev-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080183	22-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,1	1,3
MP080184	23-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	6,2	0,7
MP080185	24-fev-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,3	1
MP080186	25-fev-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080527	29-fev-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080528	1-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	6,2	0,8
MP080529	2-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,2	0,8
MP080530	3-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,3	2,6
MP080531	4-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11	1,8
MP080532	5-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,7	2,2
MP080533	6-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,9	2,6
MP080534	7-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,9	2,2
MP080535	8-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,6	1,4
MP080536	9-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,6	1,2
MP080538	10-mar-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,3
MP080539	11-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,6	1,4

Tabela A continuação – Medidas diárias de PM_{2,5} e BC para Pircicaba, em µg/m³

FILTRO	DATA	Validação Exposição	Validação Pesagem	PM _{2,5}	BC
MP080540	12-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	5,4	1,1
MP080541	13-mar-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,4
MP080542	14-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,7	1,8
MP080543	17-mar-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080544	18-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,8	2,3
MP080545	19-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,6	2,1
MP080546	20-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,5	1,5
MP080547	21-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,3	0,8
MP080549	22-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,7	0,6
MP080550	23-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,6	1,1
MP080551	24-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,7	2,1
MP080552	25-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,2	1,6
MP080553	26-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,3	2,1
MP080554	27-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,3	2,6
MP080555	28-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	19	2,5
MP080556	29-mar-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,1
MP080557	31-mar-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,1	2,1
MP080558	1-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16	2,5
MP080789	2-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,7	3,1
MP080790	3-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,6	2,4
MP080791	4-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,1	2,5
MP080792	5-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,2	1,6
MP080793	6-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,3	1,4
MP080794	7-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,9	2,5
MP080795	8-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13	2,7
MP080796	9-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,1	1,8
MP080797	10-abr-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	1,9
MP080798	11-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,8	2,1
MP080800	13-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8	1,2
MP080801	14-abr-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080802	16-abr-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	0,2
MP080803	17-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,9	2,6
MP080804	18-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,7	2,1
MP080805	19-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,1	1,5
MP080806	20-abr-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP080807	21-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,9	1,5
MP080808	22-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,3	1,7
MP080809	23-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,3	2,4
MP080811	24-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,6	3,2
MP080812	25-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,3	2,8
MP080813	28-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,9	3
MP080814	29-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,8	1,8
MP080815	30-abr-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,4	1,7
MP080816	1-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,2	1,6
MP080817	2-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,3	1,5
MP080818	3-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	5,7	0,5
MP080819	4-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,3	1,1
MP080820	5-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,6	2,5
MP081108	11-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	12,5	3,8
MP081109	12-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,8	2,8
MP081110	13-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,5	3
MP081111	14-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,2	3,3

Tabela A continuação – Medidas diárias de PM_{2,5} e BC para Pírcicaba, em µg/m³

FILTRO	DATA	Validação Exposição	Validação Pesagem	PM _{2,5}	BC
MP081112	15-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	23,6	4,2
MP081113	16-mai-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	0,1
MP081114	17-mai-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	0
MP081115	18-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,8	2,4
MP081116	19-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,1	3
MP081117	20-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,4	3,3
MP081119	21-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,8	3,5
MP081120	22-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	21,7	3,3
MP081121	23-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	29	4,1
MP081122	24-mai-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081123	25-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,8	2,5
MP081124	26-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	22,7	3,7
MP081125	27-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	19,8	3,5
MP081126	28-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,5	2,6
MP081127	29-mai-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	3,1
MP081128	30-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	7,8	1,9
MP081097	31-mai-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,3	1,3
MP081098	1-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9	1,3
MP081099	2-jun-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	2,5
MP081100	3-jun-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081101	4-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,4	2,3
MP081102	5-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,5	2,6
MP081103	6-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,4	3,3
MP081104	7-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	19,1	2,9
MP081105	8-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,9	1,8
MP081106	9-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,5	2,3
MP081262	10-jun-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	2,9
MP081263	11-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,2	3,3
MP081264	12-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	21,5	3,9
MP081265	13-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	3,6	0,2
MP081266	14-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,9	2,5
MP081267	15-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	10,9	1,5
MP081268	16-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,7	2,6
MP081269	17-jun-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	4
MP081270	18-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	23,8	3,9
MP081271	19-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,3	3,5
MP081272	20-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,2	2,7
MP081273	21-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,5	2,2
MP081274	22-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	3,8	0,1
MP081275	23-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,8	2,5
MP081276	24-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,8	3
MP081277	25-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15	2,9
MP081278	26-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,4	3,1
MP081279	27-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,1	2,5
MP081280	28-jun-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	2,1
MP081281	29-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,8	2,4
MP081284	30-jun-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	16,4	2,5
MP081285	1-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	18,4	3,1
MP081286	2-jul-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081287	3-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	3,7	0
MP081288	4-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	19,7	3,3
MP081289	5-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	22,9	2,5

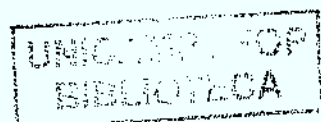


Tabela A continuação – Medidas diárias de PM_{2,5} e BC para Pircicaba, em µg/m³

FILTRO	DATA	Validação Exposição	Validação Pesagem	PM _{2,5}	BC
MP081290	6-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	19,8	2,5
MP081291	7-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	24,2	3,4
MP081292	8-jul-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081293	9-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	31,1	3,9
MP081460	10-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,9	2,2
MP081461	11-jul-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081462	12-jul-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081463	13-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15,4	2,1
MP081464	14-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,3	2,3
MP081465	15-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	25,8	3,4
MP081466	16-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	22,2	2,8
MP081467	17-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,3	3,2
MP081468	18-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	22,5	3,1
MP081469	19-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	24,8	3,6
MP081471	20-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,1	2,7
MP081472	21-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	3,6	0,2
MP081473	22-jul-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081474	23-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	24,1	3,5
MP081475	24-jul-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,2	2,1
MP081482	11-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,6	2,8
MP081483	15-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	20,5	3,0
MP081484	16-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,2	1,7
MP081485	17-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14	1,9
MP081486	18-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,8	1,3
MP081487	19-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,6	2,2
MP081488	20-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	17,7	2,2
MP081489	21-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	9,6	1,1
MP081490	22-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	13,1	1,9
MP081491	23-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	11,1	1,9
MP082008	24-set-08	VERDADEIRO	FALSO	#N/D	#N/D
MP081476	25-set-08	FALSO	VERDADEIRO	#N/D	#N/D
MP081477	26-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	15	2,5
MP081478	27-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8	1,2
MP081479	28-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	8,7	1,1
MP081480	29-set-08	VERDADEIRO	VERDADEIRO	14,8	2,3

