



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DO AR

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR

**EVOLUÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE
CHUMBO NA ATMOSFERA DA REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

JUNHO/2009

1. INTRODUÇÃO

Com o advento da revolução industrial, as concentrações de chumbo no meio ambiente elevaram-se, principalmente, devido a introdução de chumbo tetraetila como aditivo para gasolina.

O Brasil foi, em 1989, um dos primeiros países a retirar o chumbo de sua gasolina automotiva, sendo este totalmente eliminado em 1992. Essa conquista deu-se graças ao uso do álcool como aditivo à gasolina. Adicionado à gasolina, o álcool anidro confere-lhe poder antidetonante tendo em vista sua elevada octanagem. Como consequência, a concentração de chumbo na atmosfera das áreas urbanas diminuiu, entretanto não determinou o desaparecimento do problema da poluição por esse metal.

Segundo a literatura internacional^{1, 2} o passado de uso de chumbo na gasolina ainda tem um importante papel nas quantidades de chumbo atualmente encontrados na poeira e no solo. Os níveis de chumbo existente variam ainda de acordo com o tamanho da cidade, distância do centro e volume de tráfego na região, assim, regiões centrais ou mais próximo a vias de tráfego apresentam concentrações de chumbo no solo mais elevadas.

O chumbo é um metal de grande importância ambiental por ser nocivo à saúde humana. Ele se acumula no sangue, nos ossos e nos tecidos moles, também podendo afetar os rins, o fígado e o sistema nervoso³.

Como o chumbo é emitido para a atmosfera na forma de partículas finas o suficiente para permanecerem em suspensão no ar, sua determinação é feita nas Partículas Totais em Suspensão (PTS). A PTS é um termo genérico para uma grande classe de substâncias químicas que existem na atmosfera como partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 50µm.

2. OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo verificar a evolução das concentrações de chumbo na atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), coletado nas partículas totais em suspensão, nos últimos anos.

3. AMOSTRAGEM E ANÁLISE

3.1 Local de Amostragem

Foram analisadas amostras de PTS de quatro estações de monitoramento, que fazem parte da rede manual de amostragem do ar da CETESB, a saber: Ibirapuera, Parque Dom Pedro II, Osasco e São Caetano do Sul, conforme ilustrado na Figura 1, nos anos de 1993, 1997 e 2003.

Os níveis de concentração de poluentes observados em uma determinada estação de amostragem ocorrem em função de uma série de fatores relativos a localização desta estação e das fontes de emissão que a influenciam.

A escala espacial de representatividade da estação define a área de abrangência em que os níveis de concentração e os valores medidos pela estação podem ser considerados similares.

No caso do chumbo foram escolhidas duas estações de microescala, Parque Dom Pedro II e Osasco, localizadas próximas de vias de tráfego, que abrangem áreas de dimensões de poucos metros a 100 metros. Uma estação de média escala, São Caetano do Sul, que abrange concentrações para áreas urbanas com dimensões entre 100 e 400 metros. Já a estação Ibirapuera é de escala bairro, representando concentrações para áreas da cidade (bairro), com atividade uniforme, com dimensões de 500 a 4.000 m.

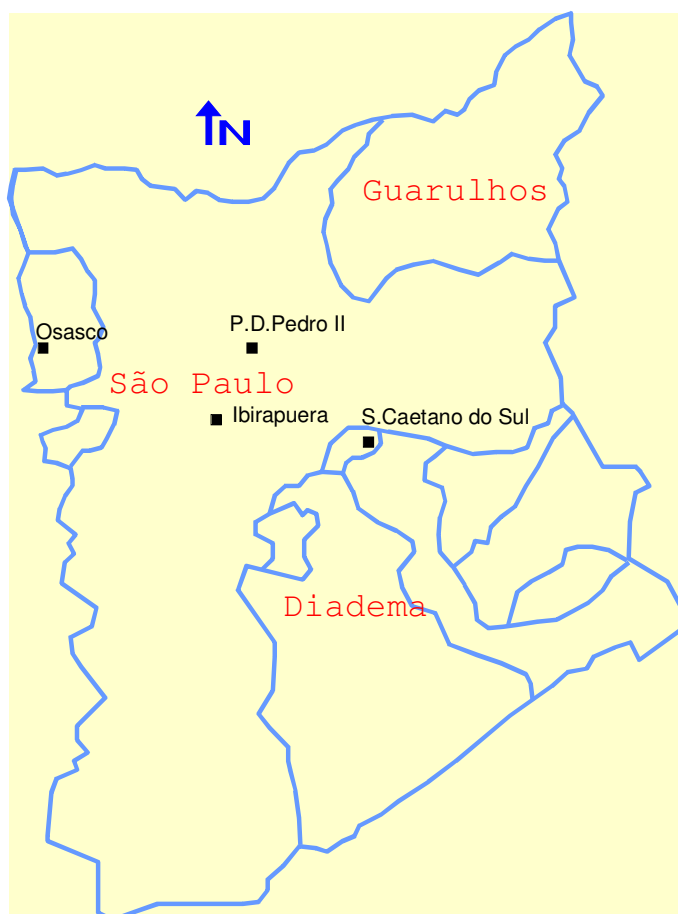


Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem.

3.2 Metodologia de Amostragem e Análise

As amostragens foram efetuadas utilizando-se um amostrador de grandes volumes com filtro de fibra de vidro, a uma vazão de aproximadamente 1,4 m³/min, durante 24 horas, totalizando um volume aproximado de 2000 m³. Foram coletadas amostras de PTS simultaneamente nas quatro estações, uma vez a cada seis dias, por 24 horas, num total de aproximadamente 60 amostras por ano por estação.

A determinação de chumbo foi feita utilizando espectrômetro de fluorescência de Raio-X por comprimento de onda dispersivo, marca Rigaku, modelo 3100.

Os filtros de PTS foram cortados com um vazador de aço inox em formatos de discos de 47mm de diâmetro. Estes discos são inseridos diretamente no espectrômetro, que fornece o resultado em µgPb/cm², o equipamento foi calibrado utilizando-se padrões de chumbo depositado sobre filtro de Mylar, fornecidos pela Micromatter.

4. RESULTADOS

4.1 Médias Anuais

As concentrações médias anuais de chumbo e faixa de valores encontrados nas estações Ibirapuera (IBIR), Parque Dom Pedro II (PDP), Osasco (OSAS) e São Caetano do Sul (SCS) em 1993, 1997 e 2003, estão apresentadas na Tabela 1 e na Figura 2.

Tabela 1 - Médias anuais de chumbo e faixa de valores encontrados nas quatro estações monitoradas.

	Concentrações de chumbo (µg/m ³)							
	Parque D. Pedro I		Ibirapuera		Osasco		São Caetano do Sul	
	Média	Faixa de Valores	Média	Faixa de Valores	Média	Faixa de Valores	Média	Faixa de Valores
1993	0,17	<0,04 - 1,1	0,10	<0,04 - 0,28	0,11	<0,04 - 0,28	0,12	<0,04 - 0,27
1997	0,09	<0,04 - 0,33	0,07	<0,04 - 0,24	0,08	<0,04 - 0,16	0,09	<0,04 - 0,26
2003	0,09	<0,04 - 0,29	0,06	<0,04 - 0,16	0,08	<0,04 - 0,17	0,09	<0,04 - 0,23

Observa-se que os níveis médios de chumbo apresentaram redução em 1997, em relação a 1993, nas quatro estações monitoradas. Já os níveis encontrados em 2003 foram praticamente os mesmos dos encontrados em 1997.

Observa-se que as estações Parque Dom Pedro II, São Caetano do Sul e Osasco, localizadas mais próximas das vias de tráfego apresentaram concentrações médias mais elevadas que a estação Ibirapuera, localizada dentro do Parque do Ibirapuera. Estando mais distante das vias de tráfego, a contaminação de chumbo no solo, na estação Ibirapuera, ao longo dos anos pode ter sido menor, e conseqüentemente a concentração de chumbo na poeira ressuspensa

do solo, que é um constituinte importante da PTS, ser menor em relação aos demais locais, corroborando a literatura^{1,2}.

Estudos realizados pela CETESB, utilizando modelo receptor, demonstraram que a contribuição média de poeira de solo presente na PTS, na RMSP, é cerca de 50%⁴ e que as principais fontes de chumbo, no final dos anos 80, eram os veículos e poeira do solo⁵.

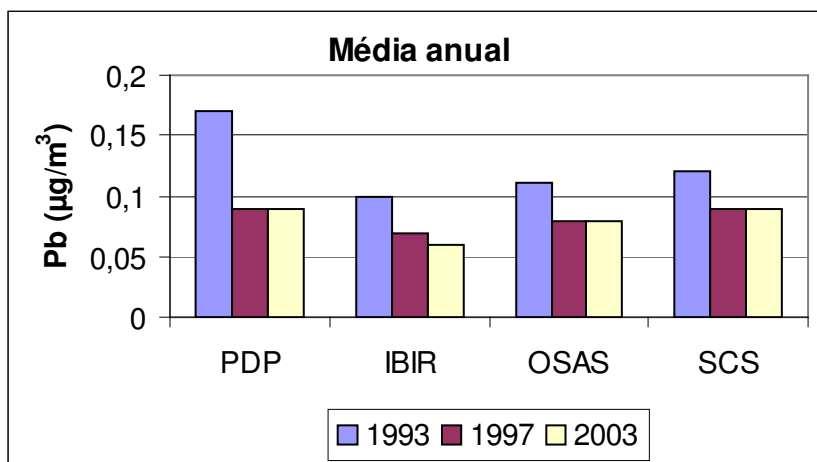


Figura 2 – Concentrações médias anuais de chumbo obtidas nas quatro estações monitoradas.

As máximas concentrações ambientais de chumbo (24h) obtidas nas quatro estações monitoradas em 1993, 1997 e 2003, estão apresentadas na Figura 3. Observa-se que na estação Parque D. Pedro II as máximas diárias variaram de 1,1 µg/m³ em 1993 a 0,29 µg/m³ em 2003, uma diminuição de mais de 70%. Nas estações Osasco e Ibirapuera a diminuição foi em torno de 40% e em São Caetano do Sul de apenas 15%.

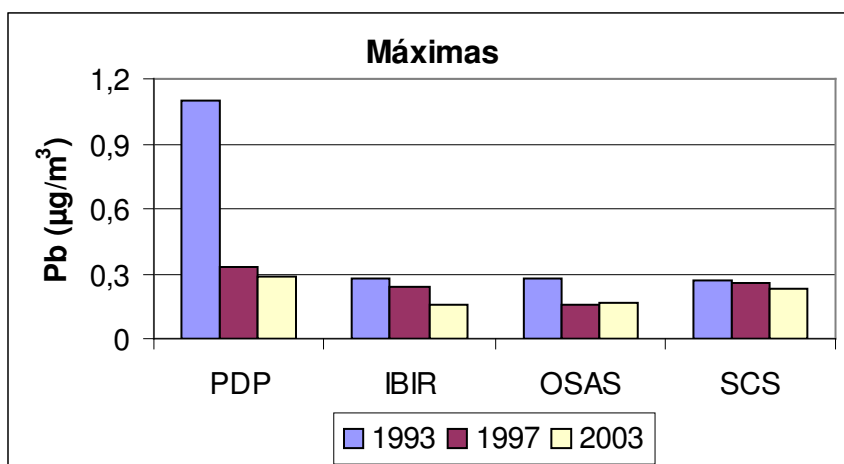


Figura 3 – Concentrações máximas diárias de chumbo obtidas nas quatro estações monitoradas

4.2 Sazonalidade

As concentrações médias de chumbo por mês por estação estão apresentadas na Figura 4. Observa-se um aumento das concentrações de chumbo no período de maio a setembro quando, em geral, as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão de poluentes, devido à maior ocorrência de calmarias por várias horas, inversões térmicas mais próximas da superfície e uma menor precipitação pluviométrica.

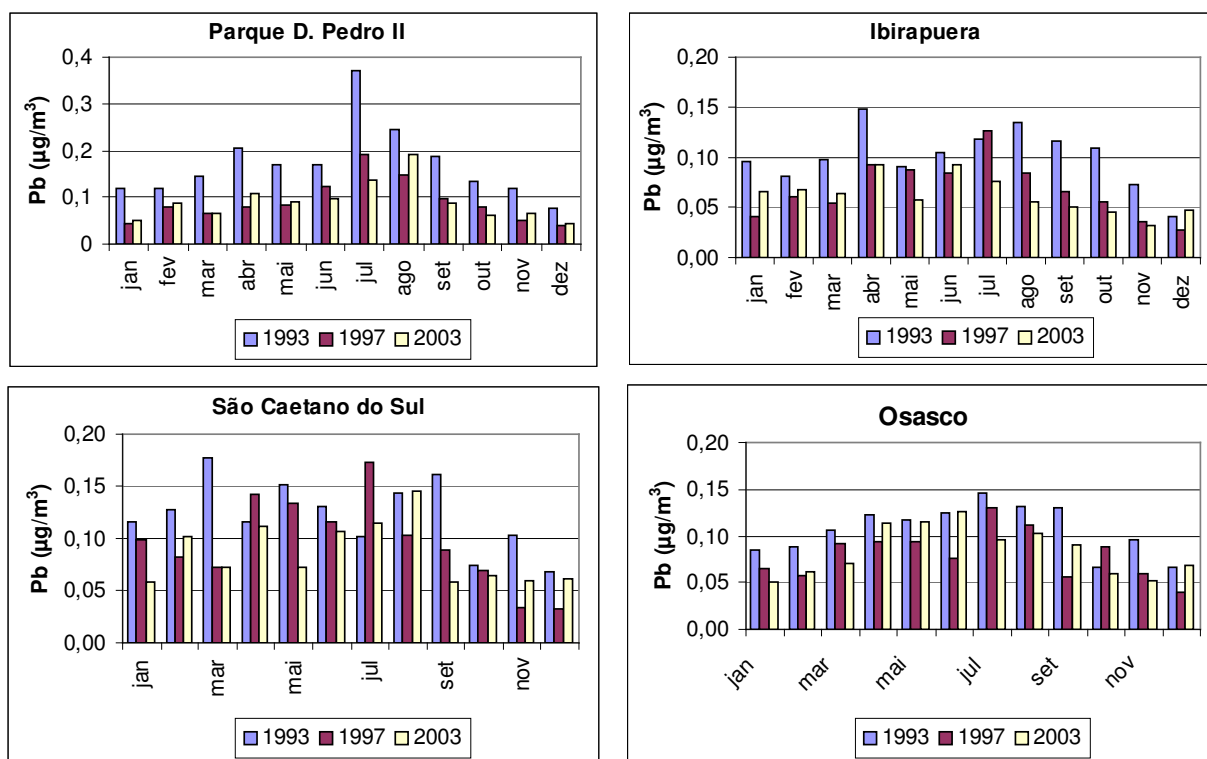


Figura 4 – Concentrações médias mensais de chumbo por mês para as quatro estações de monitoramento.

4.3 Comparação com dados históricos

A comparação das médias anuais obtidas com dados históricos⁵, obtidos em 1983 e 1987, está apresentada na Figura 5. Observa-se que, os valores médios anuais de chumbo diminuíram significativamente de 1983 até 1997, permanecendo praticamente estáveis de 1997 para 2003.

No Parque D. Pedro II a redução na concentração média anual de Pb, em 20 anos, foi de 74%, no Ibirapuera a redução foi de 70%, enquanto que na estação Osasco foi de 50%.

Como a estação S. Caetano do Sul mudou de lugar em 1991 não foi possível comparar os resultados anteriores com os obtidos nesse estudo.

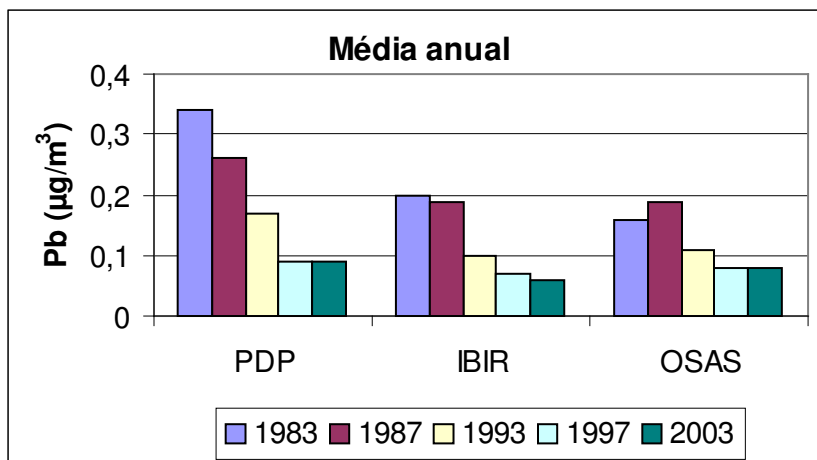


Figura 5 – Concentrações médias anuais de chumbo obtidas no período de 1983 a 2003.

4.4 Comparação com o padrão de qualidade

A CETESB utiliza, conforme Resolução da Diretoria da CETESB nº 001/99/C de 04/01/1999 publicada no Diário Oficial, o valor de referência para chumbo na PTS de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral).

A Tabela 2 apresenta, como exemplo de níveis de referência internacionais, os padrões de qualidade do ar adotados pela USEPA⁶ e os níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS)¹. O valor limite adotado pela União Européia⁷, a partir de 2005, é o mesmo adotado pela OMS.

Em 2008 a Agência Ambiental Americana - USEPA, nos Estados Unidos estabeleceu um padrão de qualidade do ar mais restritivo para chumbo, em substituição ao $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média móvel trimestral) vigente desde 1978. Já a Organização Mundial da Saúde – OMS revisou, em 2000, a maioria dos valores orientadores, incluindo o de chumbo.

Na Figura 6 são apresentadas as concentrações médias trimestrais, nas quatro estações monitoradas, no período de 1983 a 2003. Observa-se que as concentrações médias trimestrais de chumbo obtidas foram inferiores ao valor de referência, adotado pela CETESB, em todas as estações monitoradas.

A maior média trimestral obtida foi $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ referente a abril/maio/junho de 1983 na estação P. D. Pedro II.

Tabela 2 - Padrão de Qualidade do Ar (USEPA) e Valores Orientadores (OMS) para chumbo na atmosfera.

PADRÃO EPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) -	VALOR ORIENTADOR OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
0,15 ⁽¹⁾	0,5 ⁽²⁾

(1) - média móvel trimestral não pode exceder $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 3 anos de monitoramento.

(2) - média aritmética anual

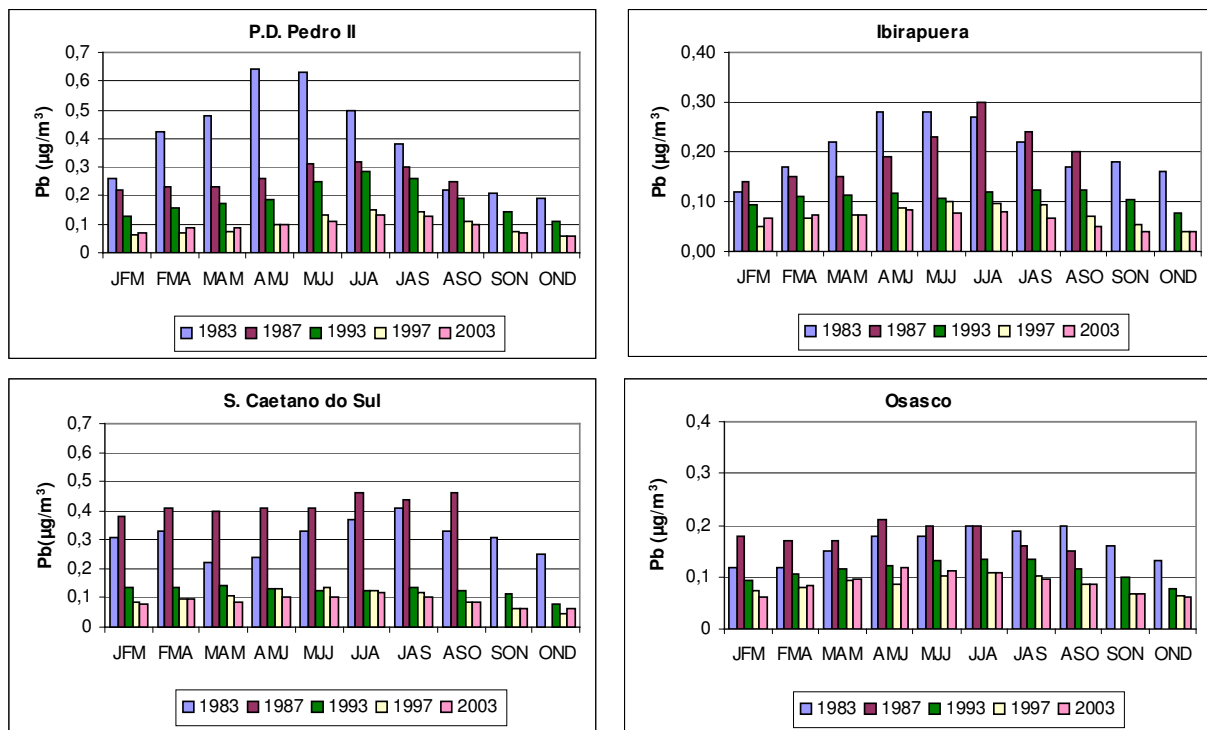


Figura 6 - Concentrações médias trimestrais de chumbo no período de 1983 a 2003.

Em relação aos valores de referência internacionais, verifica-se que as médias trimestrais obtidas, nas quatro estações do estudo, atendem desde 1997 o novo padrão adotado pela USEPA ($0,15\mu\text{g}/\text{m}^3$ – média trimestral). O valor guia da OMS e o valor limite adotado pela União Européia ($0,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ – média anual), não foram excedidos, em nenhuma estação, no anos estudados.

5. CONCLUSÕES

Com relação a evolução das concentrações de chumbo na atmosfera da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), coletado nas partículas totais em suspensão, pode-se concluir que:

- Os níveis médios de chumbo apresentaram redução em 1997, em relação a 1993, nas quatro estações monitoradas. Já os níveis encontrados em 2003 foram praticamente os mesmos dos encontrados em 1997.
- A comparação com dados históricos mostrou que, em 20 anos, ocorreu efetiva redução dos níveis de chumbo. No Parque D. Pedro II a redução nas concentrações médias anuais de Pb, de 1983 para 2003, foi de 74%, no Ibirapuera a redução foi de 70%, enquanto que na estação Osasco foi de 50%.
- As concentrações médias trimestrais de chumbo obtidas foram inferiores ao valor de referência, adotado pela CETESB, em todas as estações monitoradas.

- As concentrações médias trimestrais obtidas, nas quatro estações do estudo, atendem o valor guia da OMS e o valor limite da União Européia ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – média anual) e, desde 1997, o novo padrão adotado pela USEPA ($0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – média trimestral).

A efetiva redução dos níveis de chumbo observados na atmosfera da RMSP, em relação ao início da década de 80, pode ser atribuído, em grande parte, à introdução do álcool e da proibição do chumbo no combustível automotivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. U.S Environmental Protection Agency, Lead in Soil: Why is it a Problem? - <http://www.epa.gov/region01/leadsafe/pdf/chapter3.pdf>
2. Mielke, H.W., “Lead in the inner cities”, American Scientist, Vol.87. nº1, 1999
3. World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition, 2000.
4. CETESB - Estudo de caracterização de Aerossóis da Grande São Paulo – Modelo Receptor ECA/GSP nº3, São Paulo, 1989
5. CETESB - Concentração de chumbo na atmosfera da Grande São Paulo, São Paulo, 1990.
6. U.S Environmental Protection Agency – National Ambient Air Quality Standards for Lead. Federal Register/ vol.73 No. 219 / Wednesday, November 12, 2008 / Rules and Regulations
7. JO L 152 de 11/06-08 - Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Maio de 2008.

EQUIPE DE TRABALHO

Setor de Amostragem e Análise do Ar - ETQA

Relatório elaborado por: Cristiane F. Fernandes Lopes