

ABES — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

13^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

100

ARQUIVO TECNICO

TEORES DE CHUMBO NAS ATMOSFERAS URBANAS DA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

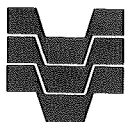
82
AL72t
014318



04453

014318





CETESB

Diretor Presidente: Werner Eugênio Zulauf. **Diretor Financeiro:** Paulo Bezerril Junior. **Diretor Administrativo:** Antonio Alves de Almeida. **Diretor de Engenharia:** Nelson Mansour Nabhan. **Diretor de Controle:** Nelson Vieira de Vasconcelos. **Diretor de Planejamento Ambiental:** Fredmar Corrêa. **Diretor de Pesquisa:** Samuel Murgel Branco.

ESCRITÓRIO CENTRAL

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros
São Paulo - CEP 05459 - Telefone: (DDD 011) 210-1100
Telex (011) 222-46 - CTS - BR

UNIDADES REGIONAIS E ESCRITÓRIOS

● Estado de São Paulo

Araçatuba: Rua Silva Jardim, 906

Fone: (0186) 23.6838 - CEP 16.100

Araraquara: Av. Espanha, 188

Fone (0162) 32.2211 - CEP 14.800

Bauru: Rua Gerson França, 11-60

Fone: (0142) 23.8466 - CEP 17.100

Campinas: Rua São Carlos, 287

Fone: (0192) 32.3366 - CEP 13.100

Cubatão: Rua Assembléia de Deus, 39 Salas 405 e 407

Fone: (0132) 61.1660 e 611301 - CEP 11.500

Franca: Av. Champagnat, 1808

Fone: (016) 723.9700 - CEP 14.400

Guarulhos: Rua Brás Cubas, 95

Fone: (011) 209.8413 - CEP 07.000

Ipiranga: Rua Caramuru, 573

Fone: (011) 275.7102 - CEP 04138

Marília: Av. Sampaio Vidal, 106

Fone: (0144) 33.8879, 33.8521, 33.8733 - CEP 17.500

Mogi das Cruzes: Rua Prof. Floriano de Melo, 330

Fone: (011) 469.3490 - CEP 08.700

Novo Horizonte: Av. da Saudade, s/n

Fone: (0175) 42.1950 - CEP 14.960

Osasco: Rua Nathanael Titto Salmon, 268

Fone: (011) 801.9736 - CEP 06.000

Piracicaba: Rua Moraes Barros, 264

Fone: (0194) 34.5132 - CEP 13.400

Presidente Prudente: Rua Siqueira Campos, 699

Fone: (0182) 22.1044 - CEP: 19.100

Ribeirão Preto: Rua Amador Bueno, 1294/1302

Fone: (016) 634.6044, 634.4536, 625.9500

- CEP 14.100

Santana: Av. Gal. Ataliba Leonel, 379

Fone: (011) 267.7562 - CEP 02.033

Santos: Rua Itapura de Miranda, 158

Fone: (0132) 33.7127, 32.9550 - CEP 11.100

Santo André: Rua Juquiá, 555

Fone: (011) 444.3519, 444.5767 - CEP.: 09.000

São Bernardo do Campo: Av. Brig. Faria Lima, 360

Fone: (011) 443.4188 - CEP 09700

Sorocaba: Av. Dr. Eugênio Salermo, 157

Fone: (0152) 31.4877, 312065 - CEP 12.100

Tatuapé: Rua Henrique Setorio, 221

Fone: (011) 217.7505 - CEP 03.066

Taubaté: Rua Itambé, 38

Fone: (0122) 32.4829, 324900, 32.4867 - CEP 12.100

● Outros Estados

Florianópolis - SC

Rua João Pinto, 6 - 2ª andar - s/203

Fone: (0482) 22.7690 - CEP 88.000

Recife - PE

Rua das Fronteiras, 160

Fone: (081) 222.1013 - CEP 50.000

TEORES DE CHUMBO NAS ATMOSFERAS URBANAS DA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

Claúdio Darwin Alonso

Químico

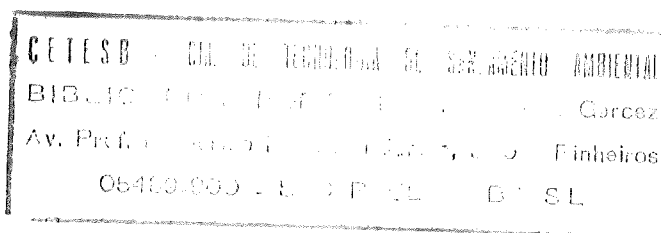
Jesuino Romano

Químico

Hilton Barbosa Filho

Técnico Químico

DIVISÃO DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR



INTRODUÇÃO

O chumbo é, entre os metais pesados tóxicos, o mais abundante na crosta terrestre. Devido a sua abundância, fácil isolamento e baixo ponto de fusão foi dos primeiros metais utilizados pelo homem. Sua produção mundial estimada em 1977 foi de 3,5 milhões de toneladas (6).

Como resultado de séculos de mineração, processamento e uso é difícil determinar quais as concentrações "background" nos diversos meios: água, ar e solo. Dados geoquímicos demonstram que as concentrações em solo nos Estados Unidos variam entre 10 e 30 $\mu\text{g/g}$. Naquele país também são verificadas concentrações de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ar de atmosferas não urbanas chegando a atingir 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em atmosferas urbanas adjacentes a rodovias de tráfego intenso e 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas vizinhanças de fontes estacionárias. No estado de São Paulo já foram observados valores de até 6,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em áreas urbanas (1) e de até 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas vizinhanças de fontes estacionárias (5).

Verifica-se desta forma que as maiores atenções na quantificação de chumbo na atmosfera dirigem-se às vizinhanças de fontes estacionárias e às vias de alto tráfego. As medições relativas às vias de alto tráfego se destacam, visto que os veículos movidos à gasolina emitem chumbo que é usado como aditivo do combustível na forma de chumbo tetraetila. Em 1975 estimou-se que nos Estados Unidos foram emitidas por veículos 142.000 toneladas deste metal que corresponde a 88% do total da emissão de chumbo para atmosfera (6).

Tendo em vista a grande preocupação, que também se dá a nível internacional, em relação ao chumbo na atmosfera, a CETESB realizou em 1978 medições deste metal em vários pontos da região da grande São Paulo (1). Dado que em 1979 iniciou-se a adição de álcool à gasolina (9) acarretando uma sensível redução de chumbo neste combustível, em 1983 efetuou-se novamente medições na atmosfera da região o que é objeto deste trabalho.

CLASS	
A TOR	
TOMBO	014318

METODOLOGIA EMPREGADA

Planejamento de amostragem

Rede de amostragem

A rede de amostragem foi constituída de cinco estações a saber:

ESTAÇÃO	LOCAL
PARQUE D. PEDRO	Parque D.Pedro II - São Paulo
PINHEIROS	Av. Profº Frederico Hermann Jr, 345
IBIRAPUERA	Parque do Ibirapuera - São Paulo
SÃO CAETANO DO SUL	Praça Itália - São Caetano do Sul
OSASCO	Praça 31 de Março, 104 - Osasco

A localização destas estações em relação aos municípios da grande São Paulo pode ser visualizada na figura 1.

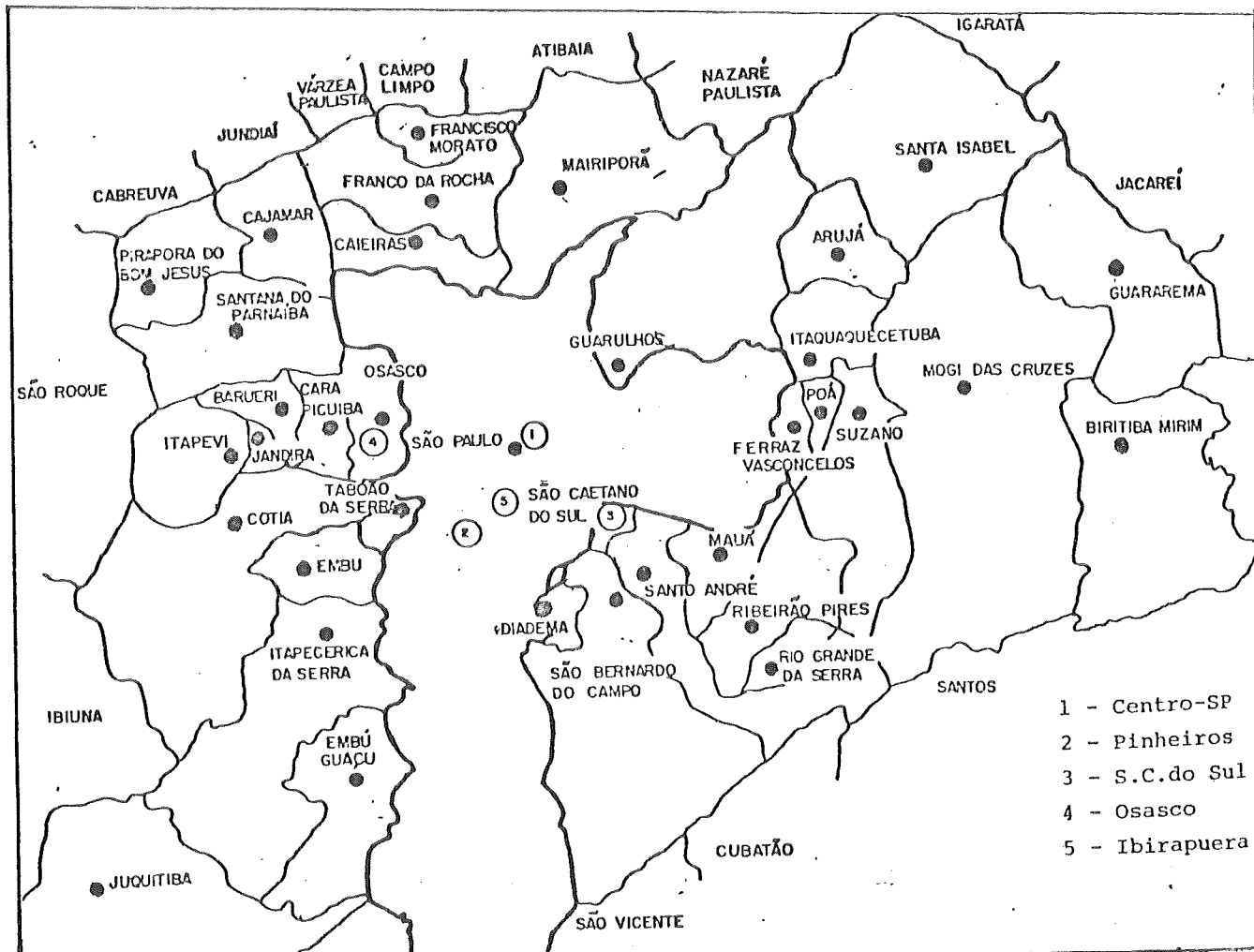


FIGURA 1 - Localização das estações de amostragem.

Período de amostragem

Foram coletadas amostras no período de Janeiro a Dezembro de 1983.

Frequência de amostragem

Foram coletadas amostras simultâneas nos cinco pontos de amostragem uma vez a cada 6 dias sendo que a duração de cada amostragem foi de 24 horas.

Método de amostragem

Método de amostragem de poeira total em suspensão (PTS)

O chumbo é analisado na poeira total em suspensão. Para a coleta de PTS utilizou-se amostradores de grandes volumes onde o ar é aspirado, passando através de um filtro de fibra de vidro a uma vazão entre 1,13 e 1,70 m³/min., fazendo com que as partículas em suspensão com diâmetros equivalentes menores que 100 µm fiquem retidas no filtro, que apresenta alta eficiência na retenção de partículas até 0,1 µm (8). A concentração da PTS é calculada de terminando-se a massa de material particulado e o volume de ar amostrado.

Análise de chumbo na PTS

A análise foi estruturada, segundo metodologia já estabelecida (7), para que permitisse comparação com o valor de referência adotado.

Utilizou-se amostras compostas mensais para cada estação. Esta composição foi efetuada retirando-se 1/8 de cada filtro amostrado no mês. Todas as frações correspondentes a uma determinada estação e determinado mês foram extraídas em conjunto em ácido nítrico a quente para a solubilização do metal. O extrato foi então avolumado e o chumbo presente quantificado via espectrofotometria de absorção atômica. O limite de detecção para este método é de 0,08 µg/m³.

CONSIDERAÇÕES SOBRE VALOR DE REFERÊNCIA PARA CHUMBO NA ATMOSFERA

A legislação brasileira não tem estabelecido até hoje um padrão de qualidade do ar para chumbo. Recorreu-se então à literatura internacional para se obter um valor de referência à título de comparação com os dados obtidos. Visto que o padrão adotado pelos Estados Unidos (7) é baseado em fortes evidências científicas, foi adotado este padrão como valor de referência para este trabalho. De qualquer maneira algumas considerações devem ser feitas para que não se faça uma transposição mecânica de padrões adotados em outros países. O padrão estadunidense foi baseado nos seguintes critérios:

- a) População mais sensível: crianças de 1 a 5 anos
 - b) Efeito sobre a saúde (o menor efeito detectável): elevação da protoporfirina eritrocitária.
 - c) Limite para chumbo no sangue em populações sensíveis: 15 µg/dl de sangue.
 - d) Meta para níveis de chumbo no sangue devido a contribuições de outras fontes que não o ar: 12 µg/dl de sangue.
 - e) Contribuição permissível para o chumbo no ar: 15 µg/dl - 12 µg/dl = 3 µg/dl.
- Estes critérios levaram ao padrão de 1,5 µg Pb/m³, concentração média de um trimestre.

A consideração a ser feita sobre o padrão é que dos 15 µg Pb/dl permitidos para o sangue, 12 µg/dl podem ser provenientes de fontes que não ar e 3 µg/dl provenientes da poluição atmosférica.

Desta maneira há um compromisso do total de chumbo ingerido por várias vias. É necessário, portanto, para que o padrão de poluição do ar seja válido, ter-se segurança do total de ingestão do chumbo por outras vias sendo que dependendo deste total o padrão poderá ser mais ou menos rigoroso.

ANÁLISE DOS DADOS

Dados obtidos

Na tabela 1 são apresentados os valores de chumbo obtidos nas 5 estações amostradoras em 1983, em termos de médias mensais.

TABELA 1 - DADOS MENSAIS DA CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO NAS DIVERSAS ESTAÇÕES - 1983

MÊS	CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO - µg/m ³				
	IBIRAPUERA	P.D.PEDRO	PINHEIROS	OSASCO	S.C.DO SUL
JANEIRO	0,14	0,21	*	-	0,15
FEVEREIRO	0,10	0,30	0,23	-	0,51
MARÇO	0,11	0,26	0,27	0,12	0,27
ABRIL	0,30	0,69	0,19	0,12	0,20
MAIO	0,24	-	0,16	0,20	0,20
JUNHO	0,31	0,59	0,23	0,21	0,33
JULHO	0,30	0,67	0,18	0,14	0,46
AGOSTO	0,19	0,23	0,10	0,26	0,31
SETEMBRO	0,16	0,25	0,08	0,18	0,46
OUTUBRO	0,16	0,18	0,08	0,15	0,23
NOVEMBRO	0,22	0,21	0,10	0,14	0,23
DEZEMBRO	0,11	0,18	*	0,11	0,29

(*) ABAIXO DO LIMITE DE DETECÇÃO DO MÉTODO

(-) NÃO FORAM FEITAS AMOSTRAGENS

Visto que o padrão considerado refere-se a médias trimestrais a tabela 2 a seguir apresenta os valores destas médias.

TABELA 2 - MÉDIAS MÓVEIS TRIMESTRAIS DE CHUMBO NA ATMOSFERA DA GRANDE SÃO PAULO
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1983

TRIMESTRE	ESTAÇÃO				
	IBIRAPUERA	P.D.PEDRO	PINHEIROS	OSASCO	S.C.DO SUL
JAN/FEV/MAR	0,12	0,26	0,25	0,12	0,31
FEV/MAR/ABR	0,17	0,42	0,23	0,12	0,33
MAR/ABR/MAI	0,22	0,48	0,21	0,15	0,22
ABR/MAI/JUN	0,28	0,64	0,19	0,18	0,24
MAI/JUN/JUL	0,28	0,63	0,19	0,18	0,33
JUN/JUL/AGO	0,27	0,50	0,17	0,20	0,37
JUL/AGO/SET	0,22	0,38	0,12	0,19	0,41
AGO/SET/OUT	0,17	0,22	0,09	0,20	0,33
SET/OUT/NOV	0,18	0,21	0,09	0,16	0,31
OUT/NOV/DEZ	0,16	0,19	0,09	0,13	0,25

Das tabelas acima apresentadas verifica-se que o valor de referência não foi atingido em termos de médias trimestrais e nem mesmo a nível de médias mensais. A diferença entre os valores obtidos e o valor de referência é apresentada na tabela 3.

TABELA 3 - VALORES DAS CONCENTRAÇÕES TRIMESTRAIS DE CHUMBO EXPRESSOS COMO PERCENTAGEM DO VALOR DE REFERÊNCIA

VALORES DE CHUMBO	% DO PADRÃO
VALOR MÁXIMO - 0,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PARQUE D.PEDRO	43%
VALOR MÍNIMO - 0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PINHEIROS	6%
VALOR MÉDIO - 0,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ TODAS AS ESTAÇÕES	17%

Comparação entre os valores obtidos entre 1978 e 1983

Variação de concentração

Como dito anteriormente, em 1979 houve a alteração na composição da gasolina utilizada como combustível de veículos automotores. Em função disso, uma análise comparativa entre os teores de chumbo de 1978 e de 1983 é um instrumento bastante útil para verificação do impacto ambiental causado por tal alteração. Esta comparação é possível ser feita tanto na estação Pinheiros como na Estação São Caetano, ressalve-se apenas que a estação São Caeta-

no foi deslocada em cerca de 800 metros sendo que a comparação é feita assim mesmo dadas as características dos dois locais de amostragens. Nas outras estações a comparação não é feita visto que em 1978 não foram gerados dados nesses locais.

As figuras 2 e 3 mostram as variações das médias trimestrais, bem como as médias dos períodos nas duas estações em 1978 e 1983.

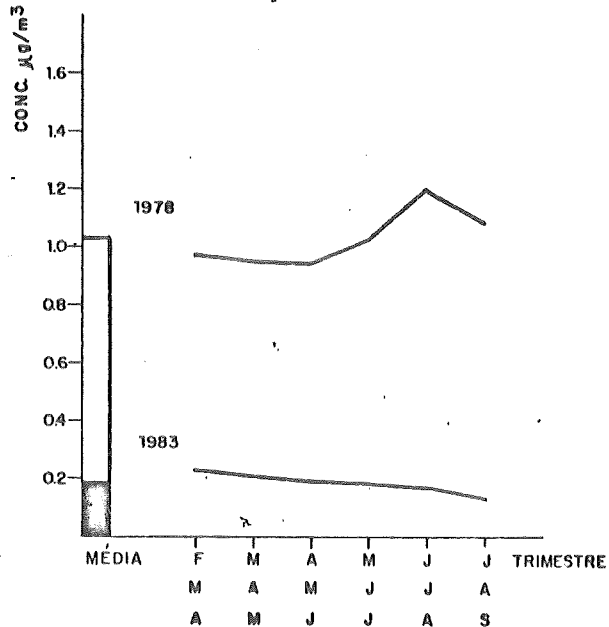


FIGURA 2 - Pinheiros

CONCENTRAÇÕES MÉDIAS TRIMESTRAIS $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ E MÉDIA GLOBAL DO PERÍODO CONSIDERADO

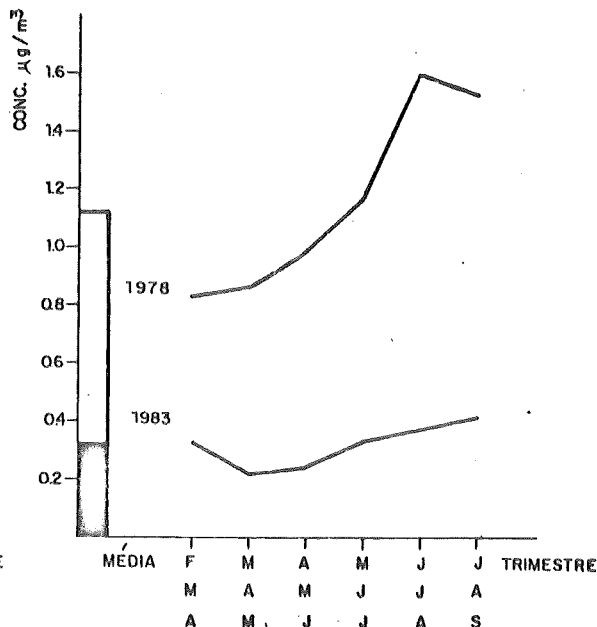


FIGURA 3 - São Caetano

CONCENTRAÇÕES MÉDIAS TRIMESTRAIS $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ E MÉDIA GLOBAL DO PERÍODO CONSIDERADO

Variação da percentagem de chumbo

Uma análise completa do problema do chumbo na poeira será feita com base não só nos dados de concentração como também na percentagem de chumbo no total da poeira. Apresentam-se nas figuras 4 e 5 a variação da composição percentual do chumbo nas poeiras de Pinheiros e São Caetano tanto em 1978 como em 1983, assim como os valores médios obtidos.

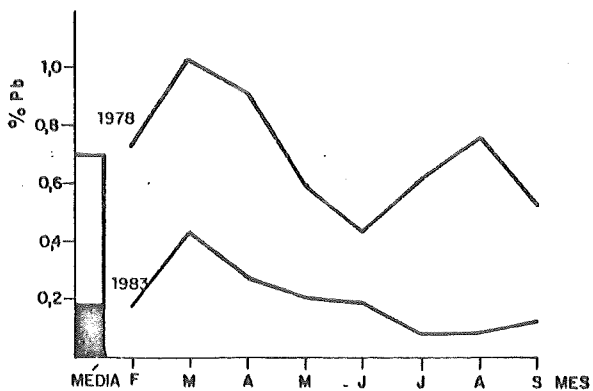


FIGURA 4 - Pinheiros

PERCENTAGEM DE CHUMBO NA PTS-VARIAÇÃO MENSAL E MÉDIA DO PERÍODO DE ESTUDO

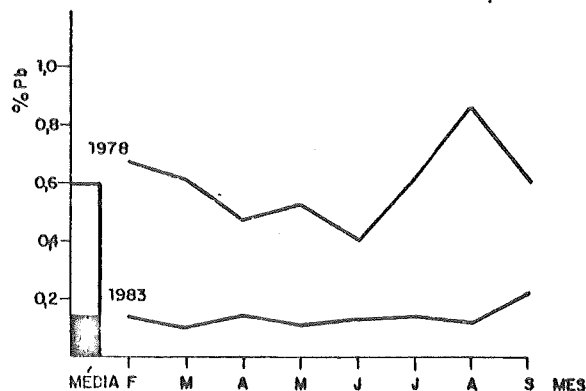


FIGURA 5 - São Caetano

PERCENTAGEM DE CHUMBO NA PTS-VARIAÇÃO MENSAL E MÉDIA DO PERÍODO DE ESTUDO

Discussão dos dados

Exposição da população

Na tabela 2 de médias trimestrais observa-se que os níveis de chumbo no ar da região estudada estão abaixo do valor de referência considerado. Na tabela 3 pode-se observar também que em média os valores obtidos correspondem a 17% do valor de referência. Ressalte-se que em 1978 ocorreu violação do valor de referência em São Caetano do Sul.

É possível verificar também que ocorreu uma redução na concentração entre 1978 e 1983 de 82,5% na estação Pinheiros e 71,5% na estação São Caetano do Sul.

Variação percentual

A comparação entre as concentrações obtidas nos dois anos de estudo permitiu a verificação de uma redução ocorrida entre os dois anos, indicando que a população em 1983 esteve menos exposta ao chumbo que em 1978. Esta redução "a priori" não pode ser atribuída à redução da emissão de poluente visto que na dinâmica da atmosfera duas situações meteorológicas diferentes permitem duas condições de dispersão de poluente diferentes podendo causar concentrações distintas para a mesma emissão. A análise da percentagem de chumbo na poeira permite verificar a variação da emissão deste componente. As figuras 3 e 4 demonstram as variações da percentagem de chumbo na poeira das duas estações nos anos considerados.

Em Pinheiros verifica-se uma média de 0,7% do chumbo na poeira em 1978 e 0,19% em 1983 ocorrendo uma redução de 72,8%. Para estação de São Caetano em 1978 a média de chumbo foi de 0,60% do total de poeira e em 1983 de 0,14% ocorrendo uma redução de 76,7%. Esta redução da percentagem do chumbo na poeira pode preliminarmente ser atribuída a três fatores:

- a) Aumento da emissão de outros particulados que não chumbo.
- b) Diminuição da frota de veículos, admitindo-se que tanto em 1978 como em 1983 a composição do combustível foi a mesma.
- c) Diminuição do chumbo emitido pela frota de veículos, independentemente do tamanho da frota, devido a alteração da composição do combustível.

Descarta-se a primeira alternativa visto que os esforços que vem sendo realizados pela CETESB na área de controle de fontes emissoras de material particulado tem reduzido as emissões deste poluente de 155.782 ton/ano em 1978 para cerca de 65.000 ton/ano em 1983 (2, 3, 4).

Descarta-se a segunda alternativa, pois a frota de veículos movidos a gasolina, na região metropolitana da grande São Paulo, aumentou de 1.195.563 em 1978 para 1.922.756 em 1983.

A única alternativa plausível para o caso é uma redução efetiva da emissão de chumbo pelos veículos movidos a gasolina, apesar do aumento da frota, pela redução do uso de chumbo tetraetila na composição do combustível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALONSO, C.D.; ROMANO, J.; CANCEGLIERO, C.L.. *Caracterização de componentes do aerossol da Grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. (Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12. Camboriú, 1983).
2. CETESB, São Paulo. *Avaliação de programas: controle de material particulado na região da Grande São Paulo - atendimento às reclamações da região da Grande São Paulo*. São Paulo, abril, 1983.
3. CETESB, São Paulo. *Avaliação de programas: controle de material particulado na região da Grande São Paulo - atendimento às reclamações da região da Grande São Paulo*. São Paulo, outubro, 1983.
4. CETESB, São Paulo. *Método ABC para o planejamento e controle de material particulado na região da Grande São Paulo*. São Paulo, 1978.
5. CETESB, São Paulo. *Qualidade do ar em Caçapava*. São Paulo, 1984.
6. EPA, Washington. *Air quality criteria for lead*. Washington, 1977(EPA-600/8-77-017).
7. NATIONAL ambient air quality standard for lead - final rules and proposed rule-making. *Federal Register*, Washington 43 (194) oct. 1978.
8. REFERENCE methods for the determination of suspended particles in the atmosphere. *Code of Federal Regulation*. Washington, 40 Part. 50.11:12-16 jul. 1975.
9. SZWARC, A. & BRANCO, G.M.. *Automotive use of alcohol in Brazil and pollution related aspects*. Detroit, Michigan, 1985. 9 p. (SAE Technical Paper Series, nº850390).

Data Agult:
Indic:
Livraria:
Projeto:
Data Depos 25/09/95



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av. Professor Frederico Hermann Jr., 345 - São Paulo - SP. - CEP 05459
Telefone: (011) 210-1100 (Telex (011) 222-46-CTS - BR