

CETESB

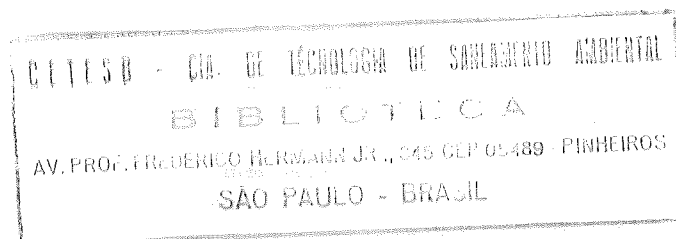
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

PROCOP

PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO

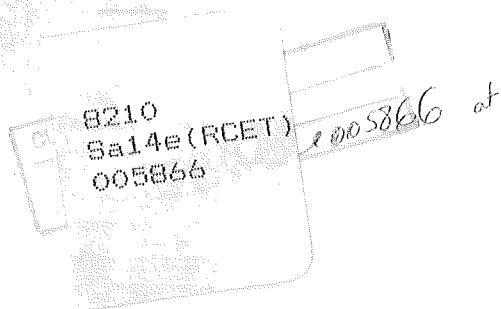
PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

DIRETORIA DE NORMAS E PADRÕES AMBIENTAIS  
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E PADRÕES  
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR  
SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR



ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS  
AEROSSÓIS DA GRANDE SÃO PAULO  
ECA/GSP - FINAL

São Paulo  
Fevereiro/91



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Orestes Quércia**  
Governador

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

**Jorge Wilhelm**  
Secretário



**CETESB**

**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**DIRETORIA**

**João Gualberto C. Meneses**  
Diretor-Presidente

**Eduardo San Martin**  
Diretor de Controle da Poluição

**Frederico Pegler Neto**  
Diretor Administrativo e Financeiro

**Laura Maria Regina Tetti**  
Diretora de Desenvolvimento de Programas e Mobilização

**Nelson Vieira de Vasconcelos**  
Diretor de Normas e Padrões Ambientais

**Octávio Dótoli**  
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

PROJETO: ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSÓIS DA GRANDE SÃO PAULO

COORDENAÇÃO

Coordenação do Programa

Engº Arlindo Philippi Junior

Coordenação do Projeto

Quím. Cláudio Darwin Alonso

EQUIPE TÉCNICA

Carlos Roberto Sachi

Hilton Barbosa Filho

Igino Pereira

Jesuino Romano

Maria Helena R.B. Martins

Mario Negrini

Viviane Aparecida O. Ferreira

CETESB - CN. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

## ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSÓIS DA GRANDE SÃO PAULO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

### 1. HISTÓRICO

As medições das concentrações de partículas em suspensão na atmosfera da Grande São Paulo e Cubatão efetuadas pela Cetesb desde o início da década de 70, tem mostrado ser este o poluente mais problemático na região pois de forma generalizada é o que mais constantemente viola os padrões de qualidade do ar.

Com o fito de aperfeiçoar suas ações de controle, a Cetesb, através do Procop, implantou um sistema de análise de amostras de de aerossóis atmosféricos com os seguintes objetivos:

- a) conhecer as características físicas dos aerossóis quanto ao tamanho das partículas;.
- b) caracterizar quimicamente os aerossóis de forma a identificar e quantificar as concentrações de espécies tóxicas;.
- c) identificar as categorias de fontes responsáveis pela poluição de material particulado na região de estudo.

O programa que permitiu atingir os objetivos acima citados, iniciou-se efetivamente em 1982 com a vinda de consultores internacionais e treinamento de técnicos da Cetesb nos Estados Unidos. Prosseguiu com a elaboração de lista de compras, recebimento dos equipamentos, amostragem de ar por um ano, análise das amostras e interpretação dos dados.

Para se ter uma idéia dos custos deste projeto, apenas com a

importação dos equipamentos foi gasto um total de cerca de US\$ 600.000,00.

## 2. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.

Uma vez vencida as etapas de treinamento, compra, recebimento, operacionalização e instalação dos equipamentos, os trabalhos técnicos propriamente ditos se desenrolaram em duas etapas.

Na primeira fase tomou-se amostras por um ano em estações situadas em áreas previamente estabelecidas, caracterizando-se diferentes tipos de uso do solo da cidade. Assim como locais tipicamente industriais escolheu-se as estações localizadas em São Caetano do Sul e em Osasco. O Parque D. Pedro foi o representante da área central da cidade com seus problemas advindos do excessivo tráfego de veículos. O Parque do Ibirapuera foi escolhido como área de pouca influência direta tanto de indústrias como de tráfego, caracterizando-se assim áreas residenciais similares. As amostras coletadas foram então analisadas segundo o projeto inicial.

A segunda fase do projeto compreende a interpretação dos dados gerados. Tal interpretação, assim como todo o projeto, foi obviamente dirigida a satisfazer os objetivos estabelecidos. Gerou-se então cinco relatórios, um dos quais com cinco volumes, com as conclusões finais do aspecto abordado. No item a seguir são listados os relatórios, ressaltados quais dos objetivos propostos foram abordados e quais conclusões obtidas. Para facilidade de organização, este conjunto de relatórios foi codificado com a sigla ECA (Estudo de Caracterização de Aerossóis).

CETESB - COMISSÃO DE TÉCNICA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
INSTITUTO DE TECNICAS

## 3. RELATÓRIOS EMITIDOS E CONCLUSÕES.

## ECA-1.

TEORES DE MATERIAL PARTICULADO FINO, GROSSO INALAVEL E TOTAL NA  
ATMOSFERA DA GRANDE SÃO PAULO.

Neste relatório aborda-se a composição das poeiras amostradas em termos de suas características físicas e satisfaz o objetivo (a) ou seja "conhecer as características físicas dos aerossóis quanto ao tamanho das partículas". As conclusões e recomendações foram:

- Os níveis observados de PTS nas estações S.Caetano, D.Pedro e Osasco se encontram acima dos padrões anuais estabelecidos na legislação brasileira.
- Ocorrem violações dos padrões diários de PTS em todas as estações estudadas.
- Os padrões de PI estabelecidos na legislação dos Estados Unidos não são atendidos a nível anual nas estações S.Caetano, D.Pedro e Osasco.
- Em todas as estações foram observadas violações dos referidos padrões diários de PI.
- As sobredoses dos padrões anuais são bastante elevadas, observando-se em S.Caetano os maiores valores com 119% para PTS e 72% para PI.

- Em termos de controle tanto as partículas inaláveis quanto as  $>10\mu\text{m}$  merecem atenção, visto que cada fração contribue com cerca de 50% na formação da PTS.
- As partículas finas são as maiores componentes da PI, ressaltando-se o que ocorre na estação D. Pedro onde o padrão de PI fica totalmente comprometido com a referida fração.
- A sazonalidade já conhecida para diversos poluentes na região da Grande São Paulo, também foi verificada em praticamente todas as estações para os componentes PI e PF.
- Observou-se um grande acréscimo de concentrações durante o período de inverno, destacando-se a estação Ibirapuera onde os valores observados chegam praticamente a dobrar.
- Recomenda-se o estudo de viabilidade da adoção de padrões de qualidade do ar para poeiras inaláveis visto ser este parâmetro ser mais adequado para a proteção da saúde da população.

ECA-2

TEORES DE MATERIAL PARTICULADO CARBONÁCEO NA ATMOSFERA DA GRANDE  
SÃO PAULO.

Os teores de material carbonáceo na atmosfera da grande São Paulo se mostraram bastante elevados durante o estudo. Como tal material possui comprovada toxicidade além possuir características de degradação de visibilidade, elaborou-se este relatório com o fito de se realçar um dos problemas que nos pareceu dos mais graves, além de satisfazer um dos objetivos propostos, ou seja b) caracterizar quimicamente os aerossóis de forma a identificar e quantificar as concentrações de espécies tóxicas. As conclusões e recomendações deste relatório foram:

- Os teores de material carbonáceo observados na atmosfera da região metropolitana de São Paulo são extremamente elevados. Tal afirmação é sustentada quando se compara os níveis aqui observados com os de grandes cidades dos Estados Unidos.
- As concentrações de material carbonáceo encontradas são preocupantes uma vez que a literatura tem citado este tipo de material como mutagênico.
- A nível de pesquisa, recomenda-se a intensificação de estudos de mutagenicidade do material particulado, estudos estes que já se iniciaram na CETESB e preliminarmente tem confirmado o potencial mutagênico deste poluente.

### ECA-3

## ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSOIS DA GRANDE SÃO PAULO - MODELO RECEPTOR. (cinco volumes)

É o mais importante relatório do estudo, tanto assim que recebeu o nome do próprio projeto. Neste relatório são apresentadas as concentrações dos componentes químicos das poeiras por faixa de tamanho. Com a apresentação destes resultados foi satisfeito parcialmente o objetivo (b), que também é objeto dos relatórios ECA-2 e ECA-5. O aspecto mais importante relatado foi o das contribuições das fontes na formação do material particulado, uma vez que tal informação passa a ser uma importante auxílio para uma ação de controle das fontes emissoras. Estes dados satisfazem o objetivo (c), ou seja, "identificar as categorias de fonte responsáveis pela poluição de material particulado na região de estudo". As conclusões e recomendações deste relatório são:

#### Conclusões-

- Quando se considera o parâmetro partículas totais em suspensão (PTS) as maiores contribuições se referem a partículas ressuspensas do solo (contribuição da ordem de 50%), vindo a seguir a contribuição da exaustão dos veículos automotores (cerca de 30%). Seguem-se em importância os aerossóis secundários de enxofre e carbono.
- Quando se considera o parâmetro poeira inalável (PI),

continuam sendo as contribuições mais importantes, as emissões veiculares e as poeiras ressuspensas, porém em menor escala e aumenta a importância dos aerossóis secundários.

- Na fração fina ( $<2,5 \mu\text{m}$ ) cai drasticamente a contribuição dos aerossóis ressuspensos, passando a ser a contribuição mais importante aquela referente às emissões veiculares, vindo logo a seguir os aerossóis secundários.
- A medida que se caminha na direção dos aerossóis de maior significado higiênico (menor tamanho de partícula) cresce a importância das emissões veiculares, principalmente ao se considerar que a geração dos aerossóis secundários também está estritamente ligada a essas emissões.

#### Recomendações.

- A estratégia de controle das concentrações de partículas totais em suspensão (PTS) deve contemplar obrigatoriamente a redução das poeiras ressuspensas do solo. Nessa tarefa é importante considerar dois aspectos: a origem dessa poeira que está sedimentada nas ruas e o agente de ressuspensão dessa poeira. Quanto ao agente de ressuspensão da poeira o vento seguramente deve desempenhar um papel importante nos períodos de boa ventilação, mas nos períodos de calmaria, que constituem os períodos críticos para poluição do ar outra vez os veículos são os grandes responsáveis. Quanto a origem dessa poeira, considerando tratar-se basicamente de material constituinte do solo,

podemos atribuir grande importância as áreas com o solo desprotegido existente na região incluindo-se aí as obras de construção civil. É importante notar que a grande contribuição da poeira ressuspensa do solo não se dá em áreas vizinhas a obras mas trata-se de um problema generalizado. Assim sendo é lícito especular sobre a possibilidade de o problema ocorrer via erosão, assoreamento de rios, enchentes, não ficando então o problema restrito às áreas de erosão.

- Outra parcela importante das partículas é proveniente das emissões veiculares. Aqui tem-se que distinguir entre as partículas primárias e secundárias. No que se refere aos particulados primários o veículo movido a diesel deve receber um tratamento diferenciado, uma vez que seus fatores de emissão são maiores. Já quando se considera os particulados secundários, que tem como seus precursores os compostos orgânicos, os veículos leves se constituem no alvo principal.
- É importante ressaltar que a ação nas emissões veiculares é que efetivamente resultará em uma redução das frações higienicamente mais significativas.
- Recomenda-se a adoção de padrões de qualidade do ar para poeira inalável ao lado dos padrões para poeira total já existentes.
- Observando-se o quadro geral da poluição do ar por ma-

terial particulado fica ressaltada a importância da redução das emissões veiculares através do PROCONVE. Porém mais que isso, é necessário pensar também na necessidade de diminuir o uso dos veículos particulares. Isso só é possível pelo aumento da oferta de transporte coletivo que possa apresentar vantagens sobre o transporte individual.

- Com relação a episódios agudos de poluição do ar, esta poderosa ferramenta (Modelo Receptor) poderá e deverá ser utilizada para o estabelecimento da melhor estratégia de abatimento das concentrações e também para comprovar a eficácia das medidas adotadas.
- São recomendados estudos adicionais para que este modelo possa resolver a contribuição dos veículos por tipo de combustível (gasolina/álcool, álcool hidratado e diesel). Para tanto haverá a necessidade de estabelecimento de assinaturas para cada tipo de veículo.

CETESB - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SANIDADE AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

#### ECA-4

### MEDICAÇÃO DE POEIRA EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MONITORES BETA E DICOTOMICA.

Este estudo verificou as correlações existentes entre os resultados de partículas inaláveis obtidos pelos métodos de atenuação beta e dicotômico. A relevância do estudo se dá em função do grande número de aparelhos automáticos de medição de partículas inaláveis pelo método beta, hoje em operação pela CETESB. É um importante sub-produto do projeto e não se enquadra dentro dos objetivos propostos inicialmente. As conclusões e recomendações deste relatório são:

- Considerando-se que:

como no caso da PTS, as medições de PI pelo dicotômico apresentam as mesmas limitações de disponibilidade de dados em tempo real, característica fundamental para garantir a agilidade na implementação do Plano de Ação de Emergência para episódios agudos de poluição do ar;

- e as seguintes conclusões deste estudo:

- As medições efetuadas com o monitor Beta representam de forma aproximada as concentrações de poeira inalável suspensa na atmosfera.

Apesar de não representarem rigorosamente a Poeira Inalável, as medições Beta possuem duas vantagens sobre o sistema de correção atualmente usado, a saber:

- Em três das quatro estações os valores de Beta, se considerados como Poeira Inalável, apresentam menores desvios percentuais tanto de médias como de valores individuais se comparados com os desvios e médias atualmente obtidos pela correção de Beta a Hi-Vol, ocorrendo portanto um ganho técnico com a nova sistemática de divulgação de dados.
  
- Em função da portaria do IBAMA Nº 384 de 14 de março de 1990 que estabelece padrões para Poeira Inalável, a divulgação dos dados Beta como Poeira Inalável traria ganhos também operacionais uma vez que os dados obtidos seriam divulgados diretamente, sem correções matemáticas que o presente estudo mostrou serem mais pobres em 3 das 4 estações estudadas.

RECOMENDA-SE:

- Que a divulgação dos dados de Poeira em Suspensão seja efetuada com os valores obtidos pelo monitor Beta sem quaisquer correções. Isto implicaria na automática comparação com os Padrões de Poeira Inalável recentemente estabelecidos pelo IBAMA.
- A continuidade dos estudos de dados Beta comparativos aos dados do dicotômico com o fito de se detectar possíveis falhas de equipamentos e portanto aperfeiçoando-se nossos sistemas de medição e divulgação.
- Recomenda-se finalmente, que sejam introduzidos no Plano de Ação de Emergência para Epsódios Agudos de Poluição do Ar (Decreto Estadual nº 8468 de 08.09.76) os critérios para Poeira Inalável, se legalmente essa providência for necessária, para que essas recomendações possam ser postas em prática.

ECA-5.

## CONCENTRAÇÕES DE CHUMBO NA ATMOSFERA DA GRANDE SÃO PAULO.

Este relatório caracteriza os níveis de chumbo a que a população esteve exposta e dessa forma cumpre o estabelecido no objetivo b.

As conclusões são:

- A exposição da população ao chumbo é pequena pois sempre esteve abaixo do padrão considerado.
- Os teores de chumbo encontrados em 1987 são praticamente os mesmos dos encontrados em 1983.
- A principal fonte de chumbo nas PF e PG são os veículos.
- A diminuição dos teores de chumbo na atmosfera, devido à substituição de chumbo tetraetila por etanol na gasolina, que tinha sido comprovada em relatório anterior, desta vez foi verificada pela diminuição da contaminação da poeira de rua.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O projeto de Caracterização dos Aerossóis de São Paulo atingiu todos os objetivos a que se propôs. Vários subprodutos foram gerados e que são de grande importância no desenvolvimento do controle de poluição do Estado de São Paulo. Destaque-se que a partir da implantação e uso de "Modelos Receptores" outros estudos, não diretamente relacionados com o projeto e objetivos em questão, já

foram ou estão sendo realizados. Este fato demonstra que o projeto tem uma significação maior do que apenas atingir os objetivos propostos, uma vez que o desenvolvimento de técnicas avançadas de aferição de qualidade do ar significou uma evolução extremamente positiva não apenas a nível operacional mas também a nível de con-

|         |         |
|---------|---------|
| Date    | 26/3/91 |
| Memo    | 032/91  |
| PRC     | S/d     |
| Page    |         |
| Date to | 26/3/91 |